

**NARAŻENIE NA SZKODLIWE
CZYNNIKI BIOLOGICZNE
ZWIĄZANE Z PRODUKCJĄ
I PRZETWARZANIEM
BIOSUROWCÓW
DO CELÓW
ENERGETYCZNYCH**

**ZALECENIA DO OCENY
I OGRANICZANIA RYZYKA
ZAWODOWEGO**



**Anna Ławniczek-Wałczyk
Małgorzata Gołofit-Szymczak
Marcin Cyprowski
Agata Stobnicka
Rafał L. Górny**

**Anna Ławniczek-Wałczyk, Małgorzata Gołofit-Szymczak,
Marcin Cyprowski, Agata Stobnicka, Rafał L. Górny**

NARAŻENIE NA SZKODLIWE CZYNNIKI BIOLOGICZNE ZWIĄZANE Z PRODUKCJĄ I PRZETWARZANIEM BIOSUROWCÓW DO CELÓW ENERGETYCZNYCH

**Zalecenia do oceny
i ograniczania ryzyka zawodowego**

CIOP  PIB

Warszawa 2016

Opracowano i wydano w ramach III etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2014-2016) finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy

dr Anna Ławniczek-Wałczyk, dr Małgorzata Gołofit-Szymczak,

dr Marcin Cyprowski, dr inż. Agata Stobnicka,

prof. dr hab. n. med. Rafał L. Górny

– Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki

Anna Antoniszewska

Opracowanie graficzne

Anna Borkowska

Opracowanie redakcyjne

Zespół Redakcji Wydawnictw Naukowych

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2016



Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

Spis treści

Wstęp	5
Rodzaje biosurowców	5
Co to są szkodliwe czynniki biologiczne i jak można się narazić na ich działanie?	7
Gdzie występuje narażenie zawodowe?	9
Które szkodliwe czynniki biologiczne najczęściej występują w omawianym środowisku pracy?	11
Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne	15
Kiedy przeprowadzać ocenę ryzyka zawodowego?	19
Jak ograniczyć ryzyko zawodowe związane z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne?	19
Higiena rąk na stanowiskach pracy	22
Piśmiennictwo	24

Załącznik

Dokumentacja oceny ryzyka w zakresie szkodliwych czynników biologicznych w zakładzie pracy produkującym lub przetwarzającym biosurowce (przykład listy kontrolnej)	27
---	----

Narażenie zawodowe na szkodliwe czynniki biologiczne oraz pyły występuje w wielu sektorach gospodarki narodowej. Ze względu na charakter wykonywanej pracy i specyfikę środowiska narażenie na tego rodzaju czynniki jest szczególnie powszechne wśród pracowników branży energetycznej. Wzrost zapotrzebowania na „czystą” energię elektryczną, łącznie z tą produkowaną z biomasy, sprawia, że liczba stanowisk pracy w tym sektorze przemysłu wciąż wzrasta. W Polsce ok. 150 tys. pracowników pracuje w warunkach zagrożenia czynnikami biologicznymi w zakładach produkujących i przetwarzających biosurowce do celów energetycznych (np. przy produkcji pelletu, brykietu itp., pozyskiwaniu i przetwarzaniu drewna oraz surowców energetycznych, transporcie biosurowców, w elektrowniach i elektrociepłowniach spalających biomasę). Ze względu na różnorodność materiałów i źródła pochodzenia surowców w tych specyficznych środowiskach pracy pod względem mikrobiologicznym mamy do czynienia z „mieszaniem sygnałów z wielu źródeł”. A ich precyzyjne rozpoznanie i rozróżnienie ma kluczowe znaczenie w prowadzeniu skutecznej profilaktyki na stanowisku pracy.

Rodzaje biosurowców

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat obserwuje się znaczący rozwój technologii produkcji i przetwarzania biosurowców pochodzenia roślinnego do produkcji energii i ciepła. Jednym z najczęściej wykorzystywanych biosurowców jest biomasę. Polskie prawo, zgodnie z rozporządzeniem ministra gospodarki z dnia 18 października 2012 r. (Dz.U. 2012, poz. 1229), definiuje biomasę następująco:

Biomasa – stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym określonych w art. 7 rozporządzenia Komisji (WE) nr 1272/2009 z dnia 11 grudnia 2009 r. i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu. Do biomasy zalicza się również biodegradowalną frakcję odpadów przemysłowych i komunalnych, pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, w tym odpadów z instalacji do przetwarzania odpadów oraz odpadów z uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w szczególności osadów ściekowych, zgodnie z przepisami o odpadachw zakresie kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcania odpadów.

Do najczęściej stosowanych rodzajów biomasy w Polsce należą:

- ▶ pozostałości i odpady z produkcji rolno-spożywczej w formie wyłoków, pelletów, brykietów, suszu, łusek i łupin, pestek i zrębek (słoma, siano, słonecznik, kukurydza, orzechy włoskie i ziemne, wiśnie, palma olejowa, orzechy kokosowe)
- ▶ obornik z hodowli zwierząt, niektóre odpady komunalne z przemysłu spożywczego (osady ściekowe)
- ▶ rośliny energetyczne: rośliny uprawne roczne (zboża, konopie, kukurydza, rzepak, sorgo sudańskie, trzcina), rośliny drzewiaste szybkiej rotacji (topola, osika, wierzba), szybko rosnące trawy wieloletnie
- ▶ odpady z przemysłu drzewnego w formie zrębków, pelletów, brykietów (powstałych z trocin i wiórów, drewna kawałkowatego)
- ▶ odpady z leśnictwa w postaci zrębków drzewnych, kory i chrustu.

Co to są szkodliwe czynniki biologiczne i jak można się narazić na ich działanie?

Szkodliwe czynniki biologiczne według definicji zamieszczonej w rozporządzeniu ministra zdrowia dotyczącym ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne (Dz.U. 2005, nr 81, poz. 716, ze zm.) są to czynniki, które mogą być przyczyną zakażenia, alergii lub zatrucia, takie jak drobnoustroje komórkowe (w tym zmodyfikowane genetycznie), jednostki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego (w tym zmodyfikowane genetycznie), hodowle komórkowe i pasożyty wewnętrzne człowieka.

W rozporządzeniu przedstawiono również klasyfikację szkodliwych czynników biologicznych w zależności od stopnia zagrożenia:

- ▶ **grupa 1** – czynniki, przez które wywołanie chorób u ludzi jest mało prawdopodobne (np. *Micrococcus* spp.)
- ▶ **grupa 2** – czynniki, które mogą wywoływać choroby u ludzi, mogą być niebezpieczne dla pracowników, ale rozprzestrzenianie ich w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne i zazwyczaj istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia (np. *Aspergillus fumigatus*)
- ▶ **grupa 3** – czynniki, które mogą wywołać u ludzi ciężkie choroby, są niebezpieczne dla pracowników, rozprzestrzenianie się ich w populacji ludzkiej jest bardzo prawdopodobne i zazwyczaj istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia (np. *Coxiella burnetii*)
- ▶ **grupa 4** – czynniki, które wywołują u ludzi ciężkie choroby, są niebezpieczne dla pracowników, rozprzestrzenienie się ich w populacji ludzkiej jest bardzo prawdopodobne i zazwyczaj nie istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia (np. wirus Ebola).

Główne drogi rozprzestrzeniania się szkodliwych czynników biologicznych na stanowiskach pracy związanych z przetwarzaniem biosurowców przedstawiono na rysunku 1.

UWAGA! W omawianym środowisku pracy czynniki biologiczne stwarzają największe zagrożenie, kiedy są transportowane drogą powietrzno-pyłową jako bioaerozol.

Cząstkami bioaerozolu mogą być żywe lub martwe komórki mikroorganizmów, a także ich fragmenty i produkty ich przemiany materii (np. endotoksyny, β -glukany, peptydoglikany, mykotoksyny i lotne związki organiczne), spory mikroorganizmów, pyłki roślin, fragmenty naskórka i jego wytworów, alergeny roślinne i zwierzęce, a także wirusy (Dutkiewicz i Górny, 2002; Macher, 1999).



Rys. 1. Drogi rozprzestrzeniania się szkodliwych czynników biologicznych na stanowiskach pracy

Gdzie występuje narażenie zawodowe?

Ostatnie doniesienia literaturowe jednoznacznie wskazują na to, że praca związana z przetwarzaniem biosurowców wykorzystywanych do produkcji energii i ciepła wiąże się z narażeniem pracowników na liczne szkodliwe czynniki biologiczne. Przykładowe stanowiska pracy przedstawiono na rysunku 2. Stężenia aerozolu bakteryjnego i grzybowego na tego rodzaju stanowiskach pracy mogą kształtować się na poziomie $10^4 - 10^6$ jtk/m³.



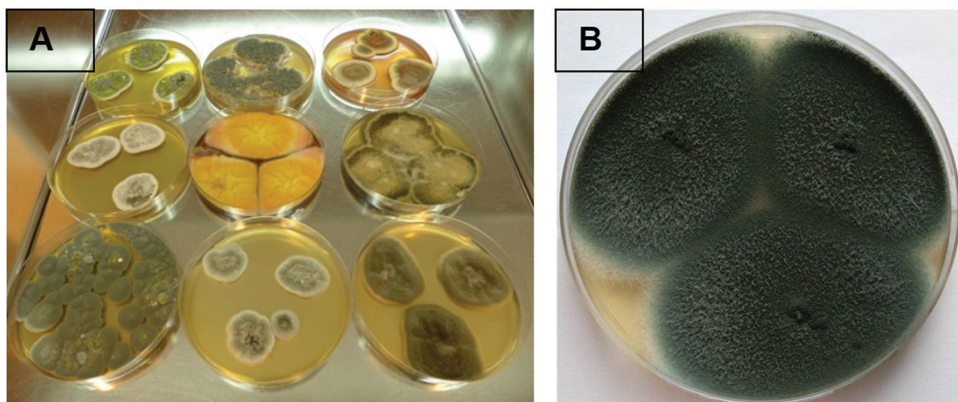
Rys. 2. Przykładowe stanowiska pracy związane z przetwarzaniem biosurowców: A i B – miejsce rozładunku biosurowców w elektrowniach, C – rozdrabnianie drewna i załadunek uzyskanych zrębów, D – hala sortowania i kruszenia biosurowców w elektrociepłowni, E i F – transport biosurowców na taśmociągu do magazynu (fot. A, D-F – CIOP-PIB, fot. C i B – bigstockphoto)

Większość wykorzystywanych w Polsce biosurowców przed procesami spalania czy współspalania jest poddawana obróbce wstępnej polegającej na suszeniu, rozdrobnieniu, przesiewaniu itp. Podczas tych procesów do powietrza wraz z pyłem mogą się uwalniać zwiększone ilości mikroorganizmów oraz ich fragmentów/toksyn (alergeny, endotoksyny, β -glukany i peptydoglikany). Na wzrost stężenia mikroorganizmów w biosurowcach ma również wpływ sposób ich przechowywania, np. brak zadaszenia, niedostateczna wentylacja w halach i silosach lub jej brak, co może prowadzić do zwiększenia wilgotności niezbędnej do namnażania się bakterii i grzybów (Madsen, 2006; Sebastian i wsp., 2006; Madsen i wsp., 2009; Gołofit-Szymczak i Ławniczek-Wałczyk, 2011; Ławniczek-Wałczyk i wsp., 2012). Często narażenie na duże stężenia aerozoli biologicznych (bioaerozoli) może powodować inicjację chorób o charakterze alergicznym, zapalnym i toksycznym, takich jak przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP), astma oskrzelowa, przewlekłe zapalenie oskrzeli, nadreaktywność oskrzeli, alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych (AZPP), syndrom toksyczny wywołany pyłem organicznym (ODTS, ang. *organic dust toxic syndrome*) oraz podrażnień błon śluzowych, spojówek i skóry pracowników (Lacey i Dutkiewicz, 1994; Rylander, 1994; Ławniczek-Wałczyk i wsp., 2012). Stąd też tak ważne jest podjęcie odpowiednich działań prewencyjnych i profilaktycznych na tego rodzaju stanowiskach pracy oraz wyposażenie pracowników w środki ochrony indywidualnej dostosowane do poziomu narażenia.

Które szkodliwe czynniki biologiczne najczęściej występują w omawianym środowisku pracy?

GRZYBY

Największym zagrożeniem dla zdrowia pracowników związanych z produkcją i przetwarzaniem biosurowców do celów energetycznych są grzyby pleśniowe (rys. 3).



Rys. 3. Kolonie grzybów pleśniowych na płytkach z podłożem MEA (Malt Extract Agar): A – kolonie różnych gatunków grzybów, B – kolonie *Aspergillus fumigatus* (fot. CIOP-PIB)

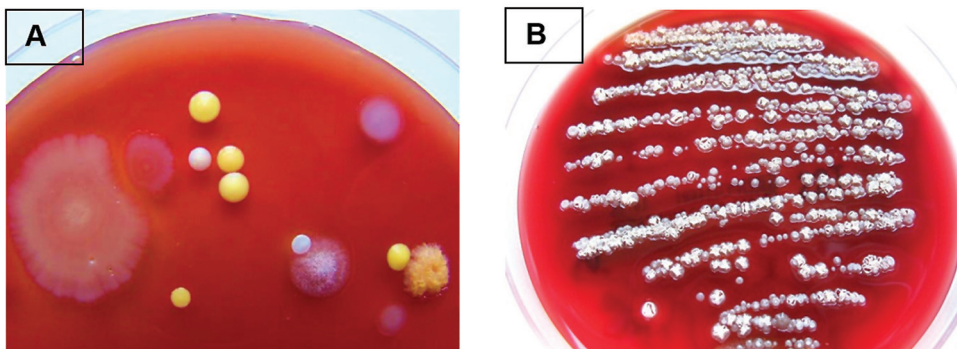
Ich liczne występowanie jest niewątpliwie związane z obecnością na stanowiskach pracy dużej ilości materii organicznej pochodzenia roślinnego, która (w warunkach odpowiedniej wilgotności i temperatury powietrza) jest naturalnym miejscem rozwoju dla wielu gatunków grzybów. Wśród nich dominującymi są grzyby z rodzaju *Aspergillus*, w tym *A. fumigatus*, *A. niger* i *A. flavus*. Ich występowanie w dużych stężeniach jest powszechnie uznawane za bardzo niekorzystne z punktu widzenia zdrowia osób narażonych. Mikroorganizmy te są silnie alergizujące oraz mają zdolność produkcji szkodliwych mykotoksyn, w tym aflu-

toksyny (produkowanej przez szczepy *A. flavus*) wykazującej potwierdzone klinicznie działanie kancerogenne, a także ochratoksyny A (*A. niger*) i innych. Ponadto *A. fumigatus* charakteryzuje się silnym działaniem infekcyjnym (może powodować np. aspergilozę płuc), (Dutkiewicz i wsp., 2007; Krzyściak i wsp., 2011). Do produkcji mykotoksyn zdolne są także grzyby z rodzaju *Penicillium*. Z takiego środowiska pracy izolowane są także naturalne patogeny roślin reprezentowane przez rodzaje *Fusarium* i *Rhizopus*, a także grzyby mogące wskazywać na trwający rozkład biologiczny roślin (np. rodzaje *Mucor* czy *Memnoniella*). Grzyby z rodzajów *Alternaria* (*Alternaria alternata*) oraz *Cladosporium* (*C. cladosporioides* i *C. herbarum*) dość licznie występują w surowcach roślinnych (zbożu, trawach) i w pyłe drzewnym. Mogą u narażonych osób powodować alergię układu oddechowego, nieżyt nosa i astmę oskrzelową (Samson i wsp., 2004; Dutkiewicz i wsp., 2007; Krzyściak i wsp., 2011).

Pracownicy mający kontakt ze spleśniałymi biosurowcami mogą być także narażeni na działanie β -glukanów. Są to komponenty ściany komórkowej większości grzybów (również niektórych bakterii, roślin wyższych i glonów). Mogą również wchodzić w skład substancji wydzielanych przez mikroorganizmy do środowiska w procesie pozakomórkowej sekrecji. β -glukany mogą powodować u narażonych osób podrażnienie oczu i gardła, kaszel, swędzenie skóry, atopię, wzrost poziomu MPO (peroksydazy krwinek białych) w surowicy i alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych (AZPP).

BAKTERIE

Wśród bakterii najczęściej izolowane z tego rodzaju środowisk pracy są laseczki Gram-dodatnie z rodzaju *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*). Bakterie te mają właściwości alergizujące, a w niektórych przypadkach mogą prowadzić do rozwoju infekcji dróg oddechowych, uszu czy oczu. Dużym zagrożeniem mogą być również mezofilne promieniowce (np. *Streptomyces albus*), (rys. 4). Inhalacja zarodników tej grupy bakterii może prowadzić do wystąpienia alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych oraz innych dolegliwości ze strony układu oddechowego (Dutkiewicz i wsp., 2007; Ławniczek-Wałczyk i wsp., 2012).



Rys. 4. Kolonie bakterii na agarze krwawym: A – różne gatunki bakterii; B – kolonie bakterii *Streptomyces albus* (fot. CIOP-PIB)

W środowisku pracy zanieczyszczonym pyłem organicznym pochodzenia roślinnego i zwierzęcego licznie występują różne gatunki niezakaźnych bakterii Gram-ujemnych:

- ▶ *Erwinia herbicola* – występowanie: rośliny, ziarno zbóż, pył; przenoszenie: powietrzno-pyłowe; jej stężenie w powietrzu zanieczyszczonym pyłem roślinnym może wynosić nawet do 10^5 jtk/m³; może powodować AZPP i ODS
- ▶ *Acinetobacter calcoaceticus* – występowanie: rośliny, zwierzęta, pył z chlewni i kurników; przenoszenie: powietrzno-pyłowe, powietrzno-kropelkowe i bezpośrednie; może powodować reakcje alergiczne, immunotoksyczne (endotoksyna)
- ▶ *Alcaligenes faecalis* – występowanie: pył z ziół, siana i zbóż oraz pył pochodzenia zwierzęcego; przenoszenie: powietrzno-pyłowe; może powodować AZPP i ODS
- ▶ bakterie z rodzaju *Rahnella* (*Rahnella aquatilis*, *Rahnella spp.*) – występowanie: składowane drewno i pył drzewny; przenoszenie: powietrzno-pyłowe, może powodować reakcje alergiczne i immunotoksyczne.

Zagrożeniem dla pracowników może być również produkowana przez bakterie Gram-ujemne endotoksyna. Jest to makrocząsteczkowy lipopolisacharyd (LPS), który znajduje się w najbardziej zewnętrznej warstwie ściany komórkowej bakterii Gram-ujemnych. Wdychanie endotoksyny może powodować u narażonego pracownika powstanie odczynów zapalnych w płucach. Narażenie na endotoksyny w środowisku pracy może być powiązane z wystąpieniem m.in. ODS, chronicz-

nego zapalenia oskrzeli, alergicznego całorocznego nieżyty nosa, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych, astmy, bólu głowy, trudności z oddychaniem, kaszlu, bólu stawów, objawów grypopodobnych czy duszności (Rylander, 1994; Lacey i Dutkiewicz, 1994; Dutkiewicz i wsp., 2007).

W pyłe pochodzenia roślinnego i zwierzęcego mogą również występować Gram-dodatnie bakterie z gatunków *Arthrobacter globiformis*, *Brevibacterium linens* i *Microbacterium* spp. Narażenie na te bakterie może być związane z wystąpieniem u osób ekspozowanych reakcji alergicznych układu oddechowego, stanów zapalnych i AZPP (Dutkiewicz i wsp., 2007).

KLESZCZE

Pracownicy zatrudnieni przy pozyskiwaniu drewna, jego przeładunku i rozdrabnianiu mogą być narażeni na ryzyko ukąszenia przez kleszcze. Kleszcz pospolity (*Ixodes ricinus*) może przenosić różne zarazki: wirus kleszczowego zapalenia mózgu i opon mózgowo-rdzeniowych, krętki *Borrelia burgdorferi* wywołujące boreliozę z Lyme oraz niedawno opisane drobne bakterie powodujące erlichiozę, zespół chorobowy charakteryzujący się wysoką gorączką. Skutkami boreliozy mogą być powikłania upośledzające funkcje układu nerwowego, układu krążenia, narządu ruchu lub zmiany w sferze psychicznej człowieka. Przeciwno boreliozie nie istnieją żadne szczepionki profilaktyczne. Natomiast na rynku dostępne są skuteczne szczepionki przeciwko kleszczowemu zapaleniu mózgu i opon mózgowo-rdzeniowych (Cisak i Zwoliński, 2011).

Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne

Podstawowym aktem prawnym dotyczącym ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne w miejscu pracy jest rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. (Dz.U. nr 81, poz. 716, ze zm.), które wdraża do prawa polskiego postanowienia dyrektywy 2000/54/WE.

UWAGA! Zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. ocena ryzyka związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne jest OCENĄ JAKOŚCIOWĄ.

Dokonując oceny ryzyka zawodowego, pracodawca powinien uwzględnić wszelkie dostępne informacje o czynniku biologicznym, w tym dotyczące:

- ▶ grupy zagrożenia występujących czynników biologicznych
- ▶ rodzaju wykonywanych przez pracownika czynności, czasu i stopnia narażenia
- ▶ potencjalnego działania alergizującego lub toksycznego czynników biologicznych
- ▶ choroby, która może wystąpić w następstwie wykonywanej pracy
- ▶ stwierdzonej choroby, która ma bezpośredni związek z wykonywaną pracą
- ▶ wskazówek organów właściwej inspekcji sanitarnej, Państwowej Inspekcji Pracy oraz jednostek służby medycyny pracy.

Zasady postępowania podczas oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na czynniki biologiczne są na ogół podobne do zasad stosowanych względem czynników fizycznych czy chemicznych i obejmują takie aspekty, jak: zebranie dostępnych informacji dotyczących zagrożeń, identyfikacja ekspozycji i narażonych

pracowników, ocena wszystkich informacji dotyczących miejsca pracy, wyznaczenie środków ochronnych, kontrola efektywności działań, informowanie pracowników, dokumentacja. Na podstawie wywiadu i wizji lokalnej można zidentyfikować zagrożenia i ustalić ekspozycję narażonych pracowników. Wywiad można przeprowadzać według kwestionariusza tzw. listy kontrolnej. Powinny się w nim znaleźć m.in. pytania dotyczące charakterystyki zagrożonych stanowisk pracy, rodzaju wykonywanych czynności, liczby narażonych osób, szkodliwych czynników biologicznych występujących na poszczególnych stanowiskach pracy, średniego czasu narażenia.

Przykładową listę kontrolną zamieszczono w załączniku.

Schemat oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne zaprezentowano w tabeli 1.

Zgodnie z rozporządzeniem, podczas oceny ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na czynniki biologiczne istotny jest rodzaj wykonywanych przez pracownika czynności, czas trwania i stopień spodziewanego narażenia.

UWAGA! Czynności zawodowe pracowników na stanowiskach związanych z produkcją i przetwarzaniem biosurowców do celów energetycznych są zaliczane do czynności wykonywanych z niezamierzonym udziałem czynnika biologicznego. Przy czynnościach tego rodzaju zawsze istnieje niepewność co do występowania czynników biologicznych, ich ilości, składu gatunkowego i zagrożeń dla zdrowia, jakie mogą powodować.

Pojęcie stopnia narażenia nie jest jednoznacznie zdefiniowane. Może to być poziom zagrożenia infekcyjnego, który określa się na podstawie pozyskanych informacji dotyczących czynników biologicznych, danych o przebiegu procesów pracy i prawdopodobieństwa zaistnienia zagrożenia podczas wykonywania przez pracownika konkretnych czynności.

Decydujące znaczenie dla przeprowadzenia prawidłowej oceny ryzyka związanej z narażeniem na czynniki biologiczne ma zdobycie wiedzy o warunkach pracy. W tym celu pracodawca powinien uzyskać informacje dotyczące:

- ▶ czynników biologicznych występujących lub mogących występować podczas wykonywania konkretnych czynności
- ▶ technicznego przebiegu produkcji i procesów pracy.

Tabela 1. Etapy oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne

ETAP	Charakterystyka działań
Charakterystyka stanowiska pracy	Należy uwzględnić informacje: o używanych maszynach i narzędziach, wykonywanych czynnościach, czasie ich wykonywania oraz zastosowanych środkach zapobiegawczych, o występowaniu czynności i/lub procesów, którym towarzyszy zwiększone tworzenie się bioaerozoli (pyłu) oraz istnieje ryzyko skaleczenia.
Identyfikacja szkodliwych czynników biologicznych	Identyfikacja na podstawie: danych literaturowych i/lub wyników badań przeprowadzonych w podobnych zakładach pracy / wyników badań własnych.
Charakterystyka czynnika	Należy podać następujące informacje: gatunek/rodzaj, droga i stopień narażenia, skutki zdrowotne, grupa zagrożenia (według załącznika nr 1 do rozporządzenia ministra zdrowia z 22.04.2005 r.)
Ocena narażenia. Oszacowanie ryzyka zawodowego	Biorąc po uwagę informacje o zidentyfikowanych zagrożeniach biologicznych na stanowisku pracy, należy ocenić ciężkość następstw, prawdopodobieństwo wystąpienia tych następstw, a także możliwość uniknięcia lub ograniczenia narażenia. Na tej podstawie można określić ryzyko jako: małe, średnie lub duże.
Środki zapobiegawcze i korygujące	Na podstawie załącznika nr 5 do rozporządzenia ministra zdrowia z 22.04.2005 r. należy zastosować odpowiednie środki zapobiegawcze lub korygujące.
Dokumentacja	Należy sporządzić wymaganą przepisami prawa, odpowiednią dokumentację.
Informowanie pracowników	Należy poinformować pracowników o wynikach wykonanej oceny ryzyka zawodowego.

Wiedza o czynnikach biologicznych dotyczy nie tylko określenia stężenia i składu gatunkowego (oraz klasyfikacji wg rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r.), lecz również powinna uwzględniać dane o potencjale infekcyjnym danego czynnika biologicznego; ciężkości choroby, którą wywołuje; zdolności przetrwania w środowisku; dróg przenoszenia w środowisku i wnikania do organizmu; zdolności do produkcji toksyn czy wywoływania reakcji alergicznych; dostępności profilaktyki i leczenia; odporności na sterylizację itp. Zdobycie takich informacji jest często procesem bardzo trudnym dla pracodawcy. Dlatego też, zgodnie z rozporządzeniem, wskazane jest, aby do zespołu oceniającego ryzyko był włączony **lekarz medycyny pracy**.

Jednym z ważniejszych elementów oceny ryzyka jest znajomość technicznych aspektów związanych z przebiegiem pracy. Dane na temat technicznego przebiegu produkcji i wykonywanych czynności powinny być szczegółowo scharakteryzowane. Czynności należy rozważać pod kątem możliwego narażenia na czynniki biologiczne, rodzaju wykonywanych czynności (jak długo trwają), zmian intensywności zapylenia podczas pracy (czy powstaje bioaerazol).

Ryzyko zawodowe jest ściśle związane z warunkami pracy, dlatego należy pamiętać, że na tych samych stanowiskach, ale w różnych warunkach (różnych zakładach pracy) zarówno zagrożenia, jak i poziom oszacowanego ryzyka mogą być różne. W przypadku czynników biologicznych niezmiernie ważne jest powiązanie występowania czynnika biologicznego z wykonywanymi czynnościami.



UWAGA!

Należy podkreślić, iż występowanie szkodliwego czynnika na danym stanowisku pracy nie decyduje o tym, że wszyscy pracownicy przebywający na tym stanowisku są tak samo narażeni.

W ocenie ryzyka zawodowego na czynniki biologiczne ważne jest pozyskanie informacji, czy przy czynnościach branych pod uwagę wystąpiły już zachorowania, czy są dostępne wyniki badań profilaktycznych z zakresu medycyny pracy. Takie dane umożliwiają ocenę prawdopodobieństwa narażenia na czynniki biologiczne w miejscu pracy.

Kiedy przeprowadzać ocenę ryzyka zawodowego?

UWAGA! Ocenę ryzyka powinno się przeprowadzać przed rozpoczęciem pracy oraz okresowo weryfikować.

Ocenę ryzyka należy powtórzyć, gdy:

- ▶ zmieniają się warunki pracy w sposób, który może prowadzić do zwiększonego zagrożenia dla zatrudnionych; stwierdzono lub podejrzewa się występowanie zanieczyszczenia mikrobiologicznego stanowiska pracy
- ▶ wystąpi choroba/infekcja u pracowników, która może mieć związek z czynnościami wykonywanymi z czynnikami biologicznymi
- ▶ lekarz zakładowy, podejrzewając ewentualne problemy zdrowotne, zaleca pracodawcy skontrolowanie miejsca pracy.

Jak ograniczyć ryzyko zawodowe związane z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne?

Ryzyko zawodowe związane z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne przy pracach z biosurowcami można skutecznie ograniczać przez zastosowanie odpowiednich działań prewencyjnych opartych na „strategii STOP”, czyli sposobie postępowania zakładającym zhierarchizowane wprowadzanie środków ochrony pracowników. Przyjmuje się, że najpierw powinno się wprowadzać:

- ▶ **Systemowe środki ochrony** – np. projektowanie odpowiednich systemów pracy i utrzymania maszyn oraz urządzeń w bezpiecznych i higienicznych warunkach; regularne czyszczenie i zmiana ubrań roboczych i ochronnych)
- ▶ **Techniczne środki ochrony** – zastosowanie rozwiązań technicznych, takich jak hermetyzacja czy wentylacja, zmniejszających zapylenie przy rozładunku i transporcie biosurowców; odpowiednie składowanie biosurowców, wydzielanie stref bezpiecznych
- ▶ **Organizacyjne środki ochrony** – szkolenia, ograniczenie wejścia do obszarów o wysokim poziomie narażenia na czynniki biologiczne
- ▶ **Personal (z ang.) środki ochrony indywidualnej** – stosowanie dobranych do stopnia narażenia środków ochrony dróg oddechowych (półmasek, respiratorów) skompletowanych z okularami ochronnymi i/lub środkami ochrony słuchu, kaskami; stosowanie odzieży i obuwia ochronnego; szkolenia z zakresu prawidłowego używania ww. środków.

Należy zaznaczyć, iż środki ochrony indywidualnej powinny być wykorzystywane w sytuacjach, gdy zagrożeń nie można uniknąć lub ich wystarczająco ograniczyć za pomocą innych środków. Z tego względu należy je traktować jako ostatnie ogniwo ochronne. Z rozporządzenia ministra zdrowia (Dz.U. 2005, nr 81, poz. 716, ze zm.) wynika, że w ramach ochrony pracownika przed zagrożeniem spowodowanym przez szkodliwy czynnik biologiczny pracodawca jest zobowiązany do wyposażenia pracownika w odpowiednie środki ochrony indywidualnej. Do środków tych zalicza się: środki ochrony układu oddechowego, środki ochrony oczu i twarzy, środki ochrony rąk i stóp oraz dzież ochronną.

Dobór środków ochrony układu oddechowego należy rozpocząć od rozpoznania zagrożeń biologicznych. Jednakże wobec braku udokumentowanych wartości NDS dla bioaerozoli nie jest możliwe stosowanie standardowej procedury doboru sprzętu filtrującego, polegającej na doborze klasy ochronnej do krotności przekroczenia dopuszczalnej wartości stężenia aerozolu. Z tego powodu opracowano wytyczne doboru klasy ochronnej filtrów i półmasek filtrujących stosowanych do ochrony przed bioaerozolem w zależności od wielkości cząstek i grupy ryzyka zawodowego.

Ustalono:

- ▶ dla bioaerozolu, którego cząstki mają wielkość powyżej 1 μm i zaliczany jest do 1 grupy zagrożenia – półmaski o niskiej skuteczności – FFP1 lub filtry P1 kompletowane z półmaskami
- ▶ dla bioaerozolu, którego wielkość cząstek zawiera się w przedziale $< 1 \mu\text{m}$; $0,5 \mu\text{m} \geq$ i jest zaliczany do 1 lub 2 grupy zagrożenia – półmaski o średniej skuteczności – FFP2 lub filtry P2 kompletowane z półmaskami
- ▶ dla bioaerozolu, którego wielkość cząstek zawiera się w przedziale $< 0,5 \mu\text{m}$; $0,3 \mu\text{m} \geq$ i jest zaliczany do 3 grupy zagrożenia – półmaski o najwyższej skuteczności FFP3 lub filtr P3 kompletowany z półmaskami lub maskami (Majchrzycka i Brochocka, 2008).

Do ochrony oczu i skóry twarzy przed szkodliwymi czynnikami biologicznymi na stanowiskach pracy związanych z produkcją i przetwarzaniem biosuwrowców może być stosowany sprzęt ochronny w postaci gogli chroniących przed pyłami.

Do ochrony rąk przed szkodliwymi czynnikami biologicznymi mogą być stosowane rękawice wykonane np. z kauczuku, tworzyw sztucznych i materiałów powlekanych. Powinny one charakteryzować się także dużą odpornością mechaniczną.

Głównym zadaniem **odzieży i obuwia ochronnego** powinno być przede wszystkim zabezpieczenie pracownika przed działaniem szkodliwych czynników biologicznych występujących podczas pracy oraz zapewnienie mu odpowiedniego komfortu użytkowania. Należy podkreślić, że obowiązkiem pracodawcy jest dopilnowanie regularnego prania, konserwowania i wymieniania stosowanej odzieży/obuwia (Gacek i Majchrzycka, 2004; Wojtkowiak, 1998).

Higiena rąk na stanowiskach pracy

Higiena rąk jest kluczowym elementem ograniczającym rozprzestrzenianie się czynników mikrobiologicznych w środowisku pracy. Jest to prosta czynność, ale brak konsekwentnego jej przestrzegania może powodować wiele niekorzystnych zdarzeń (liczne zachorowania). Pracodawca powinien zapewnić wszystkim pracownikom dostęp do bieżącej wody oraz środków higienicznych. Pojemniki zawierające środki do mycia rąk powinny być ogólnodostępne. Mydła są detergentami usuwającymi tłuszcze i brud, dzięki temu odpowiednio zastosowana procedura mycia rąk prowadzi do usunięcia ze skóry bakterii i grzybów. Na stanowiskach pracy powinny obowiązywać procedury/instrukcje higienicznego mycia rąk (nawet przy każdej umywalce). Prawidłową technikę mycia rąk mydłem i wodą zaprezentowano na rysunku 5. Czas trwania procedury powinien wynosić ok. 40-60 sekund. Można używać mydła w płynie, kostce, płatkach lub proszku. Gdy używa się mydła w kostce, należy korzystać z małych kostek ułożonych na ażurowych mydelniczkach, które ułatwiają odpływ wody i wysychanie mydła (WHO, 2009).

Mydło i środki odkażające do rąk na bazie alkoholu nie powinny być stosowane łącznie, gdyż może to powodować wystąpienie podrażnień i kontaktowego zapalenia skóry. Należy także unikać mycia rąk w bardzo gorącej wodzie, ponieważ zwiększa to prawdopodobieństwo uszkodzenia skóry. Używając czystych lub jednorazowych ręczników, należy pamiętać, aby delikatnie osuszać ręce; należy unikać pocierania, które może doprowadzić do pęknięcia skóry. Pracownikom należy zapewnić balsamy lub kremy do rąk w celu zminimalizowania występowania kontaktowego zapalenia skóry związanego z używanymi środkami dezynfekcyjnymi lub myciem rąk (WHO, 2009).

UWAGA! Używanie rękawic ochronnych/roboczych nie zwalnia z obowiązku mycia rąk.



0
Zmocz ręce wodą.



1
Nabierz tyle mydła, aby pokryć całe powierzchnie dłoni.



2
Pocieraj o siebie rozproszowane dłonie.



3
Połóż prawą dłoń na grzbiecie lewej dłoni przeplatając palce a następnie zamień dłonie.



4
Złóż razem dłonie przeplatając palce.



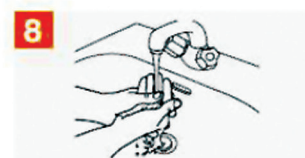
5
Grzbiet palców dłoni schowaj w drugiej dłoni spletając razem palce.



6
Pocieraj obrotowo lewy kciuk zaciśnięty w prawej dłoni a następnie zamień dłonie.



7
Pocieraj obrotowo lewą dłoń do tyłu i do przodu zaciśniętymi palcami prawej dłoni a następnie zamień ręce.



8
Opłucz ręce wodą.



9
Wytrzyj ręce do sucha jednorazowym ręcznikiem.



10
Użyj ręcznika do zakręcenia kranu.



11
Teraz Twoje ręce są bezpieczne.

Rys. 5. Technika mycia rąk według wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, 2009)

Piśmiennictwo

Bioaerosols: Assessment and Control (1999) Red. J. Macher. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati.

Dutkiewicz J., Śpiewak R., Jabłoński L., Szymańska J. (2007) *Biologiczne czynniki zagrożenia zawodowego. Klasyfikacja, narażone grupy zawodowe, pomiary, profilaktyka*. Lublin, IMW2007.

Dutkiewicz J., Górny R.L. (2002) *Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia – klasyfikacja i kryteria oceny narażenia*. *Medycyna Pracy*, 1:29-39.

Gacek W. Majchrzycka K. (2004) *Środki ochrony indywidualnej*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 3(41), 53-60.

Gołofit-Szymczak M., Ławniczek-Wałczyk A. (2011) *Biomasa jako źródło zagrożeń biologicznych*. *Bezpieczeństwo Pracy*, 12, 17-19.

GUS (2012) *Rocznik Statystyczny Przemysłu*. 2012. Warszawa, Zakład Wydawnictw Statystycznych.

Krzyściak P., Skóra M., Macura A.B. (2011). MedPharm, Wrocław 2011.

Lacey J., Dutkiewicz J. (1994) *Bioaerosols and occupational lung disease*. *J Aerosol Sci* 1994, 25(14):1371-1404.

Ławniczek-Wałczyk A., Gołofit-Szymczak M., Cyprowski M., Górny R.L. (2012) *Exposure to harmful microbiological agents during the handling of biomass for power production purposes*. *Med Pr*, 63(4):395-407.

Madsen A.M., Mårtensson L., Schneider T., Larsson L. (2004) *Microbial dustiness and particle release of different biofuels*. *Ann Occup Hyg*, 48:327-338.

Madsen A.M. (2006) *Exposure to airborne microbial components in autumn and spring during work at Danish biofuel plants*. Ann Occup Hyg, 50:821-831.

Madsen A.M., Schlünssen V., Olsen T., Sigsgaard T., Avci A.H. (2009) *Airborne fungal and bacterial components in PM1 dust from biofuel plants*. Ann Occup Hyg, 53(7):749-757.

Majchrzycka K., Brochocka A. (2008) *Ochrona układu oddechowego przed bioaerozolami*. Bezpieczeństwo Pracy, 12, 4-7.

Profilaktyka boreliozy i innych chorób przenoszonych przez kleszcze jako chorób zawodowych (poradnik dla służb BHP, pracowników i pracodawców), (2011). Red. E. Cisak, J. Zwoliński. Łódź, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera.

Rylander R. (1994) *Organic dusts – from knowledge to prevention*. Scand J Work Environ Health, 20:116-122.

Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C. (2004) *Introduction to food – and airborne fungi*. 7th ed. , Utrecht, Centraalbureau voor Schimmelcultures.

Sebastian A., Madsen A.M., Martensson L., Pomorska D., Larsson L. (2006) *Assessment of microbial exposure risks from handling of biofuel wood chips and straw – effect of outdoor storage*. Ann Agric Environ Med, 13:139-145.

WHO (World Health Organization), (2009) *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care*. <http://www.who.int/en>.

Wojtkowiak R. (1998) *Nowe materiały stosowane do produkcji odzieży ochronnej*. [W]: Zagrożenia biologiczne w rolnictwie. Praca zb. pod red. J. Dutkiewicza. IMW, Lublin.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. Dz.U. 2005, nr 81, poz. 716, ze zm.: Dz.U. 2008, nr 48, poz. 288.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 października 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii. Dz.U. 2012, poz. 1229.

Dokumentacja oceny ryzyka w zakresie szkodliwych czynników biologicznych w zakładzie pracy produkującym lub przetwarzającym biosurowce (przykład listy kontrolnej)

I. Określenie obszaru pracy

Firma:
Dział:
Miejsce pracy/obszar:
Liczba pracowników na tym samym miejscu pracy:
Krótki opis czynności:

II. Informacje o szkodliwych czynnikach biologicznych

Jakie szkodliwe czynniki biologiczne mogą występować na stanowisku pracy?

Na przykład: grzyb *Aspergillus fumigatus*, bakterie *Streptomyces albus*, *Streptomyces* spp., bakterie z rodzaju *Bacillus*.

Rodzaj czynnika	Grupa zagrożenia*	Przenoszenie	Działanie na człowieka	Profilaktyka
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2	bioaerozol (pył), kontakt bezpośredni	aspergiloza płuc, astma, alergiczny nieżyt nosa	środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Streptomyces albus</i> (<i>Streptomyces</i> spp.)	2	bioaerozol (pył)	<i>Alveolitis allergica</i>	ochrony osobiste (respiratory), redukcja zapylenia w miejscu pracy
<i>Bacillus</i> spp. (<i>B. cereus</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. firmus</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. mycoides</i>)	1	bioaerozol (pył)	reakcje alergiczne na bakterie i ich białkowe toksyny	redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej, oświata zdrowotna

*wg rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 22.04.2005 r.

Informacja o szkodliwych czynnikach biologicznych cd.	Tak	Nie	Uwagi
Czy występują czynniki z 2 grupy zagrożenia?			
Czy występują czynniki z 3 grupy zagrożenia?			
Czy występujące czynniki mogą wnikać do organizmu drogą bezpośrednią (skaleczenie)?			
Czy występujące czynniki mogą wnikać do organizmu drogą pokarmową?			
Czy występujące czynniki mogą wnikać do organizmu drogą powietrzno-pyłową lub powietrzno-kropelkową?			
Czy występujące czynniki biologiczne mają działanie alergizujące?			
Czy występujące czynniki biologiczne mają działanie toksyczne?			
Czy występujące czynniki biologiczne stwarzają szczególne zagrożenie, np. dla kobiet w ciąży lub młodocianych?			
Czy wykonywane są czynności obejmujące wiele etapów manualnych?			
Czy są możliwe skaleczenia?			
Czy wykonywane są czynności z powstawaniem bioaerozoli?			
Czy kiedykolwiek były wykonywane pomiary?			
Czy występowały zachorowania związane z wykonywaniem czynności w narażeniu na czynniki biologiczne?			

III. Informacje o przebiegu prac, procesach pracy i czynnościach

Jak przebiegają prace i proces pracy?

Gdzie występują czynniki biologiczne?

Jakie typowe czynności są wykonywane?

Jak długo trwa czynność i jaki ma przebieg czasowy?

Jak długotrwałe i jak częste jest narażenie?

Czy istnieją dane dotyczące narażenia pracowników?

(np.: stężenie grzybów w powietrzu na stanowiskach pracy – 3500 jtk/m³, najczęściej identyfikowane gatunki to... *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.)

IV. Klasyfikacja czynności

Czynności niezamierzone (narażenie na czynniki biologiczne jest efektem ubocznym wykonywanej pracy).

V. Poziom bezpieczeństwa

Poziom bezpieczeństwa (stopień hermetyczności):

VI. Stosowane działania ochronne

Przestrzeganie minimalnych wymagań ogólnych środków z zakresu higieny i bezpieczeństwa pracy.

Ustalenie środków bardziej specyficznych:

DZIAŁANIA TECHNICZNE			
Czy stosowana jest odzież robocza (kurtki, spodnie, kombinezon)?			
Czy zapewniona jest ochrona rąk (rękawice)?			
Czy zapewniona jest ochrona oczu?			
Czy zapewniona jest ochrona układu oddechowego?			
Czy stosowane jest obuwie robocze?			
Czy zapewniona jest przenośna lub stacjonarna myjka do przemywania oczu?			
Czy profilaktycznie stosowane są mydła i zasyпки z dodatkiem środków przeciwgrzybiczych?			
Czy taśmociągi mają osłony zapobiegające pyleniu biosurowców?			
Czy miejsca składowania biosurowców są odgródzone od całości terenu (np. ścianami żelbetowymi)?			
Czy biosurowce są składowane w silosach?			
DZIAŁANIA ORGANIZACYJNE			
Oznakowanie obszaru pracy			
Dostęp wyłącznie dla osób uprawnionych			
Instrukcje stanowiskowe (obsługa urządzeń)			
Plan/instrukcja postępowania awaryjnego na wypadek skażenia			
Plan/instrukcja postępowania awaryjnego na wypadek podrażnienia oczu			
Określone procedury dezynfekcji (pomieszczenia i maszyny)			
Szczepienia ochronne. Czy jest kontrola i nadzór nad szczepieniami ochronnymi?			
Czy jest prowadzona kartoteka badań profilaktycznych?			
Czy przestrzegany jest bezwzględny zakaz jedzenia i picia na stanowisku pracy?			
Czy pracownicy mają możliwość oddzielenia odzieży roboczej i cywilnej?			
Czy przeprowadzany jest okresowy instruktaż dla pracowników z zakresu narażenia szkodliwe czynniki biologiczne?			

Czy przeprowadzany jest instruktaż z zakresu narażenia na szkodliwe czynniki biologiczne dla osób niebędących pracownikami, a wykonujących prace zlecone na terenie zakładu?			
Oznakowanie strefy pylenia znakiem „zagrożenie czynnikiem biologicznym”			

INNE DZIAŁANIA, KTÓRE NALEŻY PRZEPROWADZIĆ			
Działanie	Uwagi	Wprowadzić do	Data wprowadzenia
Szkolenie z zakresu higieny rąk			
Szkolenie z zakresu prawidłowego zakładania i zdejmowania środków ochrony indywidualnej			

VII. Kontrola skuteczności działań ochronnych

	Działania ochronne	Uzasadnienie
Jakich działań ochronnych nie wprowadzono?		
Jakie działania ochronne planuje się wprowadzić w późniejszym terminie?		
Inne:		
Kontrola urządzeń wentylacyjnych		
Okresowe działania ochronne (zależne od pory roku)		
<p>Czy ponownie wystąpiły zachorowania/utrudnienia w pracy? Jeżeli tak, to należy powrócić do punktu nr V.</p>		