

dr inż. AGATA STOBNICKA-KUPIEC (ORCID: 0000-0003-1212-0651)

prof. dr hab. RAFAŁ L. GÓRNY (ORCID: 0000-0001-5703-5835)

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: agsto@ciop.pl

DOI: 10.5604/01.3001.0014.9360

Wirusy enteropatogenne w środowisku pracy pracowników oczyszczalni ścieków

Fot. mulderphoto/Bigstockphoto



Ścieki trafiające do oczyszczalni mogą zawierać chorobotwórcze wirusy, w związku z czym pracownicy tych zakładów stanowią grupę zawodową narażoną na kontakt z tymi szkodliwymi czynnikami biologicznymi w trakcie wykonywania czynności zawodowych. Źródłami tych patogenów może być zarówno bioaerazol, emitowany w trakcie procesów technologicznych, jak i ścieki, osady ściekowe czy zanieczyszczone powierzchnie. Narażenie na patogenne szczepy wirusów może stać się przyczyną różnych chorób i dolegliwości zdrowotnych, które obejmują zarówno infekcje jelitowe, jak i pozajelitowe. Głównymi elementami prewencji zagrożeń zawodowych w tej grupie pracowników powinny być rzetelna ocena ryzyka oraz stosowanie odpowiednich środków profilaktycznych.

Słowa kluczowe: wirusy enteropatogenne, oczyszczalnie ścieków, środowisko pracy

Enteropathogenic viruses in occupational environment of wastewater treatment plants

Wastewater is a potential source of pathogenic viruses. Hence, wastewater treatment plants' workers may be exposed to these harmful biological agents during their occupational activities. The sources of these pathogens may be bioaerosols, emitted during technological processes, as well as sewage, sewage sludge or contaminated industrial surfaces. Exposure to viral pathogens may cause various diseases and adverse health effects including both intestinal and parenteral infections. Therefore, a reliable risk assessment and an appropriate containment measures are considered key factors in the prevention of occupational hazards among this group of workers.

Keywords: viral enteropathogens, wastewater treatment plants, occupational environment

Wstęp

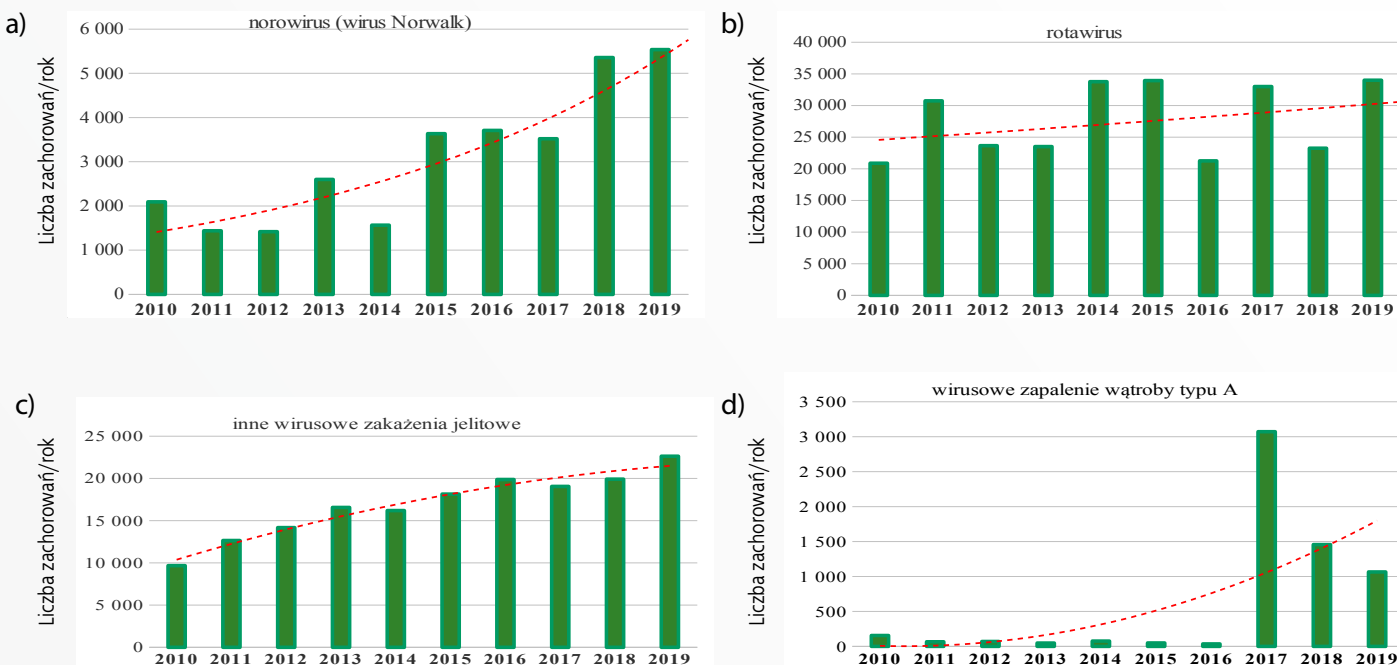
Wirusy enteropatogenne są odpowiedzialne za wywołanie chorób infekcyjnych przewodu pokarmowego, które manifestują się zaburzeniami żołądkowo-jelitowymi o różnym stopniu nasilenia. Zakażenie objawia się stanem zapalnym, który obejmuje żołądek i jelito cienkie, co prowadzi zwykle do jednoczesnego wystąpienia biegunki, wymiotów oraz bólu jamy brzusznej, którym może towarzyszyć

także gorączka, osłabienie, bóle głowy oraz bóle mięśniowe [1]. Do zakażenia wirusami enteropatogennymi dochodzi najczęściej drogą pokarmową poprzez skażoną wodę i żywność, a także w wyniku kontaktu z zakażoną osobą.

Grupą zawodową szczególnie narażoną na kontakt z patogenami w trakcie wykonywania czynności zawodowych są pracownicy oczyszczalni ścieków. Wody, które są zanieczyszczone ściekami stanowią

bowiem potencjalne źródło zagrożenia epidemiologicznego. Ścieki trafiające do oczyszczalni stanowią mieszaninę ścieków komunalnych (bytowych), przemysłowych (np. z ferm zwierzęcych, szpitali) oraz wód opadowych i mogą zawierać szereg czynników chorobotwórczych. Patogenne wirusy pochodzą bezpośrednio lub pośrednio z wydaliny ludzkich i zwierzęcych, zwłaszcza z kału i wymiocin chorych lub nosicieli. Wiriony, czyli pojedyncze cząstki wirusowe zdolne do zakażenia komórki i przetrwania poza nią, uwalniane są w dużych ilościach nie tylko podczas infekcji, ale także na kilka dni lub tygodni zarówno przed wystąpieniem objawów, jak i po ustaniu choroby. Według danych amerykańskiej agencji ochrony środowiska EPA (Environmental Protection Agency), chory przechodzący infekcję wirusową wydała 10^5 - 10^{11} wirionów/g kału, co z kolei skutkuje obecnością tych patogenów w ściekach [2]. Wirusy te są w wysokim stopniu zakaźne i często niewielka nawet ich liczba wystarcza do wywołania zakażenia. Przeciętny czas wydalania np. norowirusa, po ustąpieniu objawów infekcji, wynosi od 5 do 7 dni, a w szczególnych sytuacjach (np. u chorych z upośledzoną odpornością) wirus może być wydalany z kałem do 2 tygodni, a u dzieci nawet do 4. W przypadku rotawirusów wydalanie wirionów utrzymuje się zwykle od 8 do 30 dni. Przy infekcji wirusowej chory już 2 dni przed wystąpieniem pierwszych objawów zaczyna wydzielać wraz z kałem duże ilości cząstek wirusowych. Najwięcej wirionów w kale pojawia się około 3 dni po wystąpieniu pierwszych dolegliwości, czyli czasie, w którym chory jest wysoce zakaźny [3-4].

W Europie wirusy enteropatogenne są częstym czynnikiem etiologicznym zakażeń przewodu pokarmowego [5]. W Polsce, według meldunków epidemiologicznych Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny, liczba zachorowań na infekcje wirusowe układu pokarmowego jest nadal znacząca, z wyraźną tendencją wzrostową, co skutkuje obecnością i rozprzestrzenianiem tych patogenów w ściekach (rys.). Systemy oczyszczania ścieków powinny gwarantować skuteczne usuwanie zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, niemniej jednak często są one wystarczająco skuteczne w stosunku do wirusów. Większość wirusów enteropatogennych jest odporna na działanie czynników fizycznych i związków chemicznych i przez to stabilna w środowisku wodnym. Rotawirusy, sapowirusy, astrowirusy, adeno-



Rys. Liczba zachorowań na wirusowe zakażenia układu pokarmowego na terenie Polski w ciągu ostatnich 10 lat wywołane przez norowirusy (a), rotawirusy (b), inne czynniki wirusowe (c), wirusy zapalenia wątroby typu A (d), na podstawie meldunków epidemiologicznych Departamentu Zapobiegania oraz Zwalczania Zakażeń i Chorób Zakaźnych u Ludzi Głównego Inspektoratu Sanitarnego Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny. Objasnienia: wykropkowanie oznacza linię trendu

Fig. Number of cases of viral gastrointestinal infections in Poland during the last decade caused by noroviruses (a), rotaviruses (b), other viral agents (c), hepatitis A virus (e), based on epidemiological reports by National Institute of Public Health – National Institute of Hygiene. Notes: blanked means trend line

wirusy i norowirusy były wykrywane w ściekach poddanych procesowi chlorowania oraz działania promieniowania UV i obecne w różnych stężeniach w 95% próbek ścieków oczyszczonych uwalnianych do rzeki [7-8].

Pracownicy oczyszczalni ścieków w trakcie wykonywania czynności zawodowych mogą być narażeni na wiele szkodliwych czynników biologicznych. Mimo licznych badań nadal brakuje jednak danych dotyczących oceny narażenia na patogenne wirusy w tym środowisku pracy, co uniemożliwia pełną i rzetelną ocenę ryzyka zawodowego. Dodatkowo, zakłady oczyszczania ścieków jako obiekty, w których ma dochodzić do eliminacji ze ścieków ładunku biogenów, nie zawsze skutecznie usuwają patogeny wirusowe. Powoduje to, że nie tylko pracownicy zakładów oczyszczania ścieków, ale także lokalne społeczności zamieszkujące w pobliżu miejsc zrzutu ścieków oczyszczonych są bardziej narażone na zachorowania ze względu na zwiększoną liczbę wirusów w wodach powierzchniowych.

Celem tego artykułu jest omówienie problemu narażenia pracowników oczyszczalni ścieków na wirusy enteropatogenne wraz ze wskazaniem skutków zdrowotnych ich oddziaływania oraz działań prewencyjnych mających na celu ograniczenie i eliminację skutków zdrowotnych przez nie powodowanych.

Chorobotwórczość wirusów enteropatogennych

Infekcje przewodu pokarmowego wywoływane przez wirusy są czynnikiem mającym istotny wpływ na zdrowie publiczne. Według dostępnych danych rotawirusy odpowiadają za 27% zgonów spowodowanych przez infekcje przewodu pokar-

bowego wśród dzieci i za 23% zgonów wśród osób po 70. roku życia [9]. W większości przypadków infekcje układu pokarmowego ograniczają się zwykle do typowych dolegliwości, takich jak np. kilkudniowa biegunka, wymioty, skurcze żołądka oraz podwyższona temperatura ciała, jednak w niektórych przypadkach może rozwinąć się także wirusowe zapalenie wątroby [10]. W środowisku pracy zakładów prowadzących oczyszczanie ścieków stwierdza się obecność rotawirusów, norowirusów, sapowirusów, adenowirusów, astrowirusów, a także wirusów zapalenia wątroby typu A i E [11-12]. Co więcej, w ostatnich latach na całym świecie obserwuje się stopniowe narastanie oporności wirusów na związki przeciwwirusowe. Nabywanie tego typu oporności jest wynikiem mutacji genowych, które są częścią naturalnego procesu ewolucyjnego wirusów i zapewniają adaptację do warunków środowiska, co skutkuje sukcesywnym obniżaniem skuteczności i ograniczaniem spektrum działania leków przeciwwirusowych. Mutacjom częściej ulegają wirusy zawierające jako materiał genetyczny RNA niż te zawierające DNA, oraz te zawierające jednoniciowy materiał genetyczny (ssRNA, ssDNA), jednak oporność na popularny lek przeciwwirusowy cidofovir obserwowano także u adenowirusów o dwuniciowym DNA [13-15]. Wskazuje to, że pracownicy oczyszczalni ścieków mogą być narażeni na kontakt z chorobotwórczymi wirusami o zwiększonej oporności na dostępne leki.

W tabeli 1. przedstawiono krótką charakterystykę wirusów chorobotwórczych dla ludzi, które powodują infekcje układu pokarmowego, mogące stwarzać zagrożenie w środowisku pracy pracowników zakładów oczyszczania ścieków.

Możliwości kontaktu z wirusami w oczyszczalniach ścieków

Źródłem enteropatogennych wirusów w środowisku pracy tej grupy zawodowej jest przede wszystkim bioaerzol, emitowany w trakcie prowadzonych procesów technologicznych, a także bezpośredni kontakt ze ściekami, osadami ściekowymi oraz zanieczyszczonymi powierzchniami maszyn i urządzeń. Wśród szkodliwych czynników biologicznych obecnych w tym środowisku pracy enteropatogenne wirusy mogą stanowić istotne zagrożenie, które nie powinno być bagatelizowane. Do kontaktu z nimi może dochodzić na każdym etapie procesu oczyszczania ścieków, począwszy od czynności zawodowych wykonywanych przez pracowników budynku krat, hali magazynowania skratek, osób pracujących przy komorach nawietrzania, prasach do odwadniania i zagęszczania osadów ściekowych czy komorach fermentacyjnych, poprzez pracowników transportujących odwodnione osady ściekowe i skratki oraz pracujących przy ich składowaniu. Wirusy obecne w tym środowisku pracy mogą także stanowić zagrożenie dla personelu technicznego zajmującego się konserwacją i naprawami maszyn i urządzeń, pracowników laboratorium pobierających próbki do badań, jak również osób, które nadzorują prawidłowy przebieg i bezpieczeństwo pracy.

SARS-CoV-2 jako zagrożenie w oczyszczalniach ścieków

Rozwijająca się w ciągu ostatnich kilkunastu miesięcy epidemia COVID-19 pokazuje, że w dalszym ciągu w otoczeniu człowieka mogą pojawiać się nowe chorobotwórcze wirusy. Mimo że do głów-

Tabela 1. Charakterystyka wirusów chorobotwórczych powodujących infekcje układu pokarmowego, które mogą stwarzać zagrożenie w środowisku pracy pracowników zakładów oczyszczania ścieków [16-19]

Table 1. Characteristics of human pathogenic viruses responsible for gastrointestinal infections [16-19]

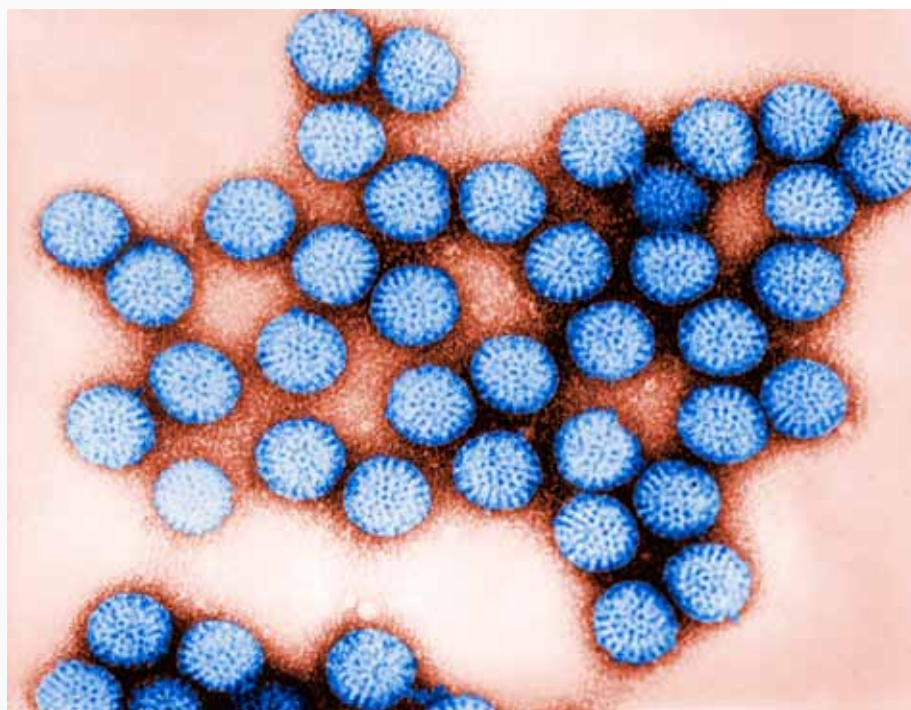
Rodzaj wirusa	Przynależność systematyczna (rodzina)	Kwas nukleinowy ^{*)}	Charakterystyka biologiczna i skutki zdrowotne	Grupa zagrożenia według klasyfikacji ^{§)} szkodliwych czynników biologicznych	Drogi przenoszenia	Profilaktyka
Rotawirus (RoV)	<i>Reoviridae</i>	dsRNA	- wywołują biegunki przede wszystkim wśród niemowląt i dzieci; - wyróżnia się pięć głównych grup tego wirusa: A, B, C, D i E, z czego A, B i C są zakaźne dla ludzi; - wirusy grupy A wywołują 90% wszystkich infekcji rotawirusowych u ludzi.	2	Kałowo-pokarmowe, powietrzno-kropelkowe	Ochrony osobiste, zachowanie zasad czystości i higieny, dezynfekcja, sterylizacja
Adenowirus (AdV)	<i>Adenoviridae</i>	dsDNA	- wyróżnia się 50 serotypów chorobotwórczych dla ludzi; - wywołują infekcje przewodu pokarmowego, układu oddechowego i spojówek, a w ciężkich przypadkach może dojść do uogólnienia zakażenia.	2	Powietrzno-kropelkowe; bezpośrednie	Ochrony osobiste, dezynfekcja
Astrowirus (AstV)	<i>Astroviridae</i>	ssRNA	- wywołują łagodne infekcje przewodu pokarmowego, zwłaszcza u dzieci, osób starszych i z obniżoną odpornością; - prawdopodobnie bardzo szeroko rozpowszechnione w populacji ludzkiej.	2	Powietrzno-kropelkowe; pośrednie	Ochrony osobiste, dezynfekcja
Norowirus, wirus Norwalk (NoV)	<i>Caliciviridae</i>	ssRNA	- są główną przyczyną wirusowego zakażenia przewodu pokarmowego wśród osób dorosłych; - zachorowania występują przez cały rok, chociaż w niektórych krajach największa liczba infekcji zdarza się zimą; - wykazują wysoką stabilność w środowisku (na powierzchniach mogą przetrwać nawet kilka tygodni).	2	Bezpośrednie (pokarmowe)	Zachowanie zasad czystości i higieny, dezynfekcja, sterylizacja
Sapowirus, wirus Sapporo (SaV)	<i>Caliciviridae</i>	ssRNA	- wywołują zachorowania głównie u dzieci; - chory wydala dużą liczbę cząstek wirusa wraz z kałem (10 ⁹ wirionów/g kału); - szacowana dawka infekcyjna to około 10 aktywnych cząstek wirusowych.	2	Bezpośrednie (pokarmowe)	Zachowanie zasad czystości i higieny, dezynfekcja, sterylizacja
Ludzki bokawirus (HBoV)	<i>Parvoviridae</i>	ssDNA	- pierwszy przypadek zakażenia HBoV u człowieka opisano w 2005 r.; - powoduje infekcje układu oddechowego i pokarmowego; - w Polsce zakażenia HBoV najczęściej stwierdza się w miesiącach zimowych oraz wczesną wiosną.	2	Powietrzno-kropelkowe	Ochrony osobiste, dezynfekcja
Hepatowirus A (HAV), wirus zapalenia wątroby typu A, WZW A, ludzki enterowirus typu 72	<i>Picornaviridae</i>	ssRNA	- wirus namnaża się najpierw w przewodzie pokarmowym, następnie dochodzi do zakażenia wątroby i wywołania stanu zapalnego; - wysoce stabilny w środowisku, może pozostawać aktywny na powierzchniach nawet przez 60 dni.	2	Kałowo-pokarmowe, pośrednie	Mycie rąk, dezynfekcja, sterylizacja, środki ochrony indywidualnej, osłony zabezpieczające w oczyszczalniach ścieków, szczepienia ochronne ^{**)}
Hepewirus E (HEV), wirus zapalenia wątroby typu E, WZW E, orthohepevirus A	<i>Hepeviridae</i>	ssRNA	- wyodrębniono 4 genotypy wirusa: HEV-1, HEV-2, HEV-3 i HEV-4; - większość zakażeń jest bezobjawowa, a ostre objawowe wirusowe zapalenie wątroby rozwija się u około 15% zakażonych.	2	Kałowo-pokarmowe, pośrednie	Mycie rąk, dezynfekcja, sterylizacja, środki ochrony indywidualnej
Ludzki koronawirus SARS-CoV 2	<i>Coronaviridae</i>	ssRNA	- powoduje zapalenie płuc oraz zespół ciężkiej niewydolności oddechowej (COVID-19); - może wywoływać stany zapalne układu pokarmowego i innych narządów; - chory wydala cząstki wirusa z moczem i kałem.	3	Powietrzno-kropelkowe; pośrednie	Przestrzeganie zasad higieny w miejscu pracy, mycie rąk, środki ochrony indywidualnej, dezynfekcja, sterylizacja, asenizacja ścieków, instalacja osłon zabezpieczających w oczyszczalniach ścieków, przestrzeganie zasad bhp w miejscu pracy, oświata zdrowotna, szczepienia ochronne ^{**)}

Objaśnienia: *) RNA – kwas rybonukleinowy; DNA – kwas deoksyrybonukleinowy; ss – (ang. single-stranded) jednoniciowy; ds – (ang. double-stranded) dwuniciowy; **) dostępna i zarejestrowana w Unii Europejskiej skuteczna szczepionka.

^{§)} Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11.12.2020, zmieniającego rozporządzenie w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz.U. z 2020 r., poz. 2234)

nych objawów zakażenia koronawirusem SARS-CoV-2 zalicza się gorączkę, kaszel, duszności oraz bóle mięśniowe, u części pacjentów odnotowuje się objawy ze strony układu pokarmowego, takie jak: biegunka, ból brzucha i wymioty. Co ważne, u niektórych chorych tego typu symptomy występowały jeszcze przed rozwojem gorączki i typowych dla COVID-19 objawów ze strony układu oddechowego. Z tego względu część badaczy uważa, że wirus ten może infekować układ pokarmowy i może być wydalany wraz z kałem, nie tylko we wczesnej fazie infekcji, lecz także po ustaniu objawów ze strony układu oddechowego, gdy nie jest już wykrywany w wymazie z jamy nosowo-gardłowej. Sugeruje to, że nosiciel SARS-CoV-2 może rozprzestrzeniać wirusa tą drogą znacznie dłużej niż drogą kropelkową. Może to skutkować obecnością tych wirusów w ściekach, a co za tym idzie – stwarzać zagrożenie dla pracowników niektórych grup zawodowych, np. pracowników oczyszczalni ścieków czy konserwatorów instalacji wodno-kanalizacyjnych. Dostępne dane potwierdzają, że choć stabilność wirusa SARS-CoV-2 w kale nie przekracza 2 dni, a w moczu 4 dni, to w temperaturze 4°C wirus ten może być obecny w ściekach nawet przez 14 dni [20].

Droga kropelkowa oraz kontakt ze skażonymi powierzchniami i przeniesienie aktywnych wirionów na błony śluzowe stanowią podstawowe drogi transmisji koronawirusa SARS-CoV-2. Podczas procesu oczyszczania ścieków, a szczególnie na etapach wymagających ich mieszania i napowietrzania, tworzy się duża ilość bioaerozolu, który może zawierać wysokie stężenia patogenów. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization, WHO) pracownicy oczyszczalni ścieków muszą restrykcyjnie przestrzegać podstawowych zasad higieny, a szczególnie prawidłowego mycia rąk. Dotychczas WHO nie wydało zaleceń dotyczących dezynfekcji ścieków, które są doprowadzane do oczyszczalni. Niemniej jednak zakładom oczyszczania ścieków komunalnych, do których mogą być podłączone systemy sanitarne placówek służby zdrowia, w przypadku epidemii chorób zakaźnych jelit lub w okresach krytycznych (zazwyczaj w okresie letnim z powodu wysokiej temperatury, a jesienią z powodu zmniejszonego przepływu wody w rzekach), zaleca się dezynfekcję ścieków np. dwutlenkiem chloru (ClO₂) lub jakimkolwiek innym wydajnym procesem, np. poprzez ozonowanie [21]. Zgodnie z wytycznymi Agencji Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Pracy (ang. *Occupational Safety and Health Administration*, OSHA) opracowanej dla amerykańskich pracowników i pracodawców, którzy mogą być narażeni na koronawirusa SARS-CoV-2, w oczyszczalniach nie wskazano konieczności dodatkowej dezynfekcji ścieków [22]. Trudno jednak to zalecenie przekładać bezpośrednio na polskie warunki, ponieważ w amerykańskich szpitalach zakaźnych standardowo prowadzi się dezynfekcję ścieków odprowadzanych do oczyszczalni komunalnych. Zgodnie z obowiązującymi w naszym kraju przepisami, zabronione jest wprowadzanie do urządzeń kanalizacyjnych ścieków zawierających chorobotwórcze



Fot. Bryon Skinner/Public Health Image Library (PHIL)

drobnoustroje pochodzące z obiektów, w których prowadzi się leczenie chorób zakaźnych. W raporcie „Stan sanitarny kraju w 2019 r.” brakuje jednak informacji na temat kontroli realizacji obowiązku dezynfekcji ścieków przez szpitale zakaźne w Polsce [23]. Co więcej, w obecnej sytuacji epidemicznej aktualna lista szpitali zakaźnych została rozszerzona. W związku z tym trudno jest jednoznacznie ocenić, czy wszystkie z tych placówek są wyposażone w instalacje pozwalające na dezynfekcję odprowadzanych ścieków. Ponadto pacjenci z podejrzeniem lub rozpoznaniem COVID-19 przebywają również w domach czy placówkach opieki długoterminowej i nie można wykluczyć, że także ścieki komunalne z tego typu obiektów mogą być źródłem koronawirusa SARS-CoV-2.

Ocena ryzyka

W wodach zanieczyszczonych ściekami mogą być obecne wirusy enteropatogenne potencjalnie zakaźne dla ludzi, dlatego dostarczenie informacji na temat ich występowania w środowisku pracy pracowników zatrudnionych przy oczyszczaniu ścieków jest niezbędne w celu przeprowadzenia prawidłowej i pełnej oceny ryzyka zawodowego, a co za tym idzie, zmniejszenia ryzyka zakażenia.

Warunki ochrony pracowników przed zagrożeniami powodowanymi przez szkodliwe czynniki biologiczne, jak również rodzaje środków niezbędnych do zapewnienia ochrony zdrowia i życia pracowników narażonych na działanie tych czynników (w tym także zakres stosowania tych środków oraz warunki i sposób monitorowania stanu zdrowia narażonych pracowników), są szczegółowo określone w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 11 grudnia 2020 roku [19]. Według tego dokumentu każdy pracodawca jest zobowiązany do dokonania oceny ryzyka, na które jest lub może być narażony pracownik z uwzględ-

nieniem klasyfikacji i wykazu szkodliwych czynników biologicznych określonych w załączniku nr 1 do tego rozporządzenia. Należy pamiętać, że prawidłowe i pełne przeprowadzenie oceny ryzyka wymaga zebrania aktualnych informacji, dotyczących zarówno warunków pracy, jak i narażenia na wirusy w trakcie wykonywania konkretnych czynności zawodowych.

Działania prewencyjne na stanowiskach pracy pracowników zakładów oczyszczania ścieków

W trakcie czynności zawodowych wykonywanych przez pracowników oczyszczalni ścieków występuje niezamierzony kontakt z czynnikami biologicznymi (tzn. czynniki biologiczne nie są przedmiotem czynności zawodowych, ale mogą występować przy ich wykonywaniu). Prawidłowa ochrona przed tego typu zagrożeniami powinna zatem opierać się przede wszystkim na przestrzeganiu ogólnie przyjętych zasad epidemiologiczno-sanitarnych z uwzględnieniem systemów dobrej praktyki higienicznej (ang. *Good Hygienic Practice*, GHP). Wśród podstawowych działań prewencyjnych można wymienić: prawidłową higienę rąk, stosowanie środków ochrony indywidualnej (rękawic, masek, odzieży ochronnej), systematyczne czyszczenie i dezynfekcję systemów wentylacyjnych, w tym klimatyzacyjnych, maszyn i powierzchni obsługiwanych urządzeń za pomocą środków o działaniu wirusobójczym, edukację personelu oraz profilaktykę medyczną opartą na szczepieniach ochronnych. Przykładowe środki i działania prewencyjne w odniesieniu do tego rodzaju stanowisk pracy zostały przedstawione w tabeli 2. [24].

Podsumowanie

W ściekach trafiających do oczyszczalni obecne są enteropatogenne wirusy, w tym warianty o zwiększonej oporności na dostępne leki, które

Tabela 2. Środki techniczne, organizacyjne, ochrony indywidualnej i profilaktyki medycznej dla stanowisk pracy w zakładach oczyszczania ścieków [24]

Table 2. Examples of technical, organizational, personal protection and medical preventive measures for workplaces in wastewater treatment plants [24]

Działania techniczne
<ul style="list-style-type: none"> • zapewnienie środków dezynfekcyjnych do rąk i powierzchni • okresowe czyszczenie oraz dezynfekcja powierzchni, maszyn i urządzeń
Działania organizacyjne
<ul style="list-style-type: none"> • procedury higieniczne dotyczące pracowników (mycie i dezynfekcja rąk)
Środki ochrony indywidualnej
<ul style="list-style-type: none"> • ochrona rąk (rękawice) • maski • odzież ochronna
Profilaktyka medyczna
<ul style="list-style-type: none"> • nadzór i opieka lekarza medycyny pracy • prowadzenie dokumentacji badań profilaktycznych • szczepienia ochronne (informacja pracowników o możliwości szczepień) • zapewnienie profilaktyki poekspozycyjnej (np. przenośna lub stacjonarna myjka do przemywania oczu)

stanowią potencjalne źródło zagrożenia epidemiologicznego. Praca w oczyszczalniach ścieków wiąże się często z ryzykiem bezpośredniego kontaktu z bioaerozolem, emitowanym w trakcie prowadzonych procesów technologicznych oraz ze ściekami czy osadami ściekowymi, które mogą zawierać patogenne wirusy. Z tego względu bardzo ważne jest stosowanie właściwych środków profilaktycznych, uwzględniających zarówno przestrzeganie podstawowych procedur higienicznych oraz przeprowadzanie dezynfekcji, jak i zapewnienie pracownikom środków ochrony indywidualnej (np. rękawic ochronnych).

Równie ważna jest profilaktyka medyczna, która obejmuje nadzór lekarza medycyny pracy nad personelem oraz dostępne szczepienia ochronne. Należy także pamiętać o starannym, regularnym przeprowadzaniu oceny ryzyka związanego z narażeniem na działanie szkodliwych czynników biologicznych, co warunkuje bezpieczeństwo pracy pracowników.

BIBLIOGRAFIA

[1] LOPES-JOÃO, A., COSTA, I., MESQUITA, J.R., OLEASTRO, M., PENHA-GONÇALVES, C., NASCIMENTO, M.S.J. Multiple enteropathogenic viruses in a gastroenteritis outbreak in a military exercise of the Portuguese Army. *Journal of Clinical Virology* 2015,68; 73-75.

[2] EPA, *Environmental Protection Agency*, Exposure pathways to high-consequence pathogens in the wastewater collection and treatment systems office, EPA/600/R-18/221, 2018, www.epa.gov/homeland-security-research

[3] MURATA, T., KATSUSHIMA, N., MIZUTA, K., MURAKI, Y., HONGO, S., MATSUZAKI, Y., Prolonged norovirus shedding in infants ≤ 6 months of age with gastroenteritis. *Pediatric Infectious Disease*

Journal 2007, 26(1): 46-49.

[4] GALWAY, L.P., ALLEN, D.M., PARKES, M.W., TAKARO, T.K. Seasonal variation of acute gastrointestinal illness by hydroclimatic regime and drinking water source: a retrospective population-based study. *Journal of Water and Health* 2014,12(1): 122-135.

[5] LOPMAN, B. i in. *Increase in viral gastroenteritis outbreaks in Europe and epidemic spread of new norovirus variant*. *Lancet* 2004,363(9410): 682-688.

[6] Meldunki o zachorowaniach na choroby zakaźne, zakażeniach i zatruciach w Polsce EPIMELD. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Zakład Epidemiologii Chorób Zakaźnych i Nadzoru, Warszawa 2010-2019.

[7] BRISEBOIS, E., VEILLETTE, M., DION-DUPONT, V., LAVOIE, J., CORBEIL, J., CULLEY, A., DUCHAINE, C. Human viral pathogens are pervasive in wastewater treatment center aerosols. *Journal of Environmental Sciences* 2018,67: 45-53.

[8] QIU, Y., LEE, B., NEUMANN, N., ASHBOLT, N., CRAIK, S., MAAL-BARED, R., PANG, X.L. Assessment of human virus removal during municipal wastewater treatment in Edmonton, Canada. *Journal of Applied Microbiology* 2015, 119: 1729-1739.

[9] DADONAITE, B., RITCHIE, H., ROSER, M. Diarrheal diseases, 2020. *OurWorldInData.org*. <https://ourworldindata.org/diarrheal-diseases>

[10] HO, C., OLIGBU, O., ASAID, F., OLIGBU, G. Does norovirus induce acute hepatitis? *AIMS public health* 2020,7(1): 148-157.

[11] CAMPOS, C.J.A., AVANT, J., LOWTHER, J., TILL, D., LEES, D.N. Human norovirus in untreated sewage and effluents from primary, secondary and tertiary treatment processes. *Water Research* 2016,103: 224-232.

[12] HELLMÉR, M., PAXÉUS, N., MAGNIUS, L., ENACHE, L., ARNHOLM, B., JOHANSSON, A., BERG-

STRÖM, T., NORDER, H. Detection of pathogenic viruses in sewage provided early warnings of hepatitis A virus and norovirus outbreaks. *Applied and Environmental Microbiology*, 2014,80(21): 6771-6781.

[13] GOŹDZICKA-JÓZEFIAK, A., Charakterystyka najważniejszych rodzin wirusów zwierzęcych [w:] GOŹDZICKA-JÓZEFIAK, A. A.(red.), *Wirusologia*, wyd. I, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019, 31-117, ISBN 978-83-01-20471-6.

[14] KORMUTH, K.A., LAKDAWALA, S.S. Emerging antiviral resistance. *Nature Microbiology* 2020, 5: 4-5.

[15] GORDON, Y.J., ARAULLO-CRUZ, T.P., JOHNSON, Y.F., ROMANOWSKI, E.G., KINCHINGTON, P.R. Isolation of human adenovirus type 5 variants resistant to the antiviral cidofovir, *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 1996,37(13): 2774-2778.

[16] JEONG, H.S., JEONG, A., CHEON, D.S. Epidemiology of astrovirus infection in children. *Korean Journal of Pediatrics* 2012,55(3): 77-82.

[17] BARCLAY, L., PARK, G. W., VEGA, E., HALL, A., PARASHA, U., VINJÉ, J., LOPMAN, B. Infection control for norovirus. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 2014,20(8): 731-740.

[18] KRAMER, A., SCHWEBKE, I., KAMPF, G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 2006,6,130.

[19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11.12.2020, zmieniające rozporządzenie w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz.U. z 2020 r., poz. 2234).

[20] LIU, Y., LI, T., DENG, Y., LIU, S., ZHANG, D., LI, H., WANG, X., JIA, L., HAN, J., BEI, Z., ZHOU, Y., LI, L., LI, J. Stability of SARS-CoV-2 on environmental surfaces and in human excreta, medRxiv, 2020, doi: [10.1101/2020.05.07.20094805](https://doi.org/10.1101/2020.05.07.20094805).

[21] WHO, Rapid expert consultation on environmental surveillance of SARS-CoV-2 in wastewater Summary report, Virtual meeting, 23 July 2020.

[22] <https://www.osha.gov/SLTC/covid-19/solid-waste-wastewater-mgmt.html>, data dostępu 10-12-2020.

[23] Główny Inspektorat Sanitarny, Stan sanitarny kraju w roku 2019, Warszawa 2020.

[24] STOBNICKA-KUPIEC, A. Bakterie enteropatogenne w środowisku pracy oczyszczalni ścieków [Bacterial enteropathogens in occupational environment of wastewater treatment plants]. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka* 2020,583,4: 8-11.

Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2020-2022 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.