

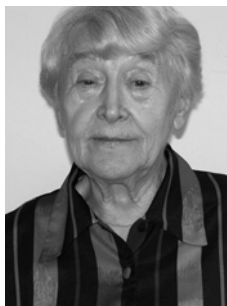
## ŚRODOWISKOWE NARAŻENIE NA CHLOREK WINYLU

## ENVIRONMENTAL EXPOSURE TO VINYL CHLORIDE

*Henryka Langauer-Lewowicka**Institut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego  
Dyrektor: dr n. med. P. Brewczyński***Streszczenie**

Chlorek winylu (CW) jest substancją rakotwórczą i mutagenną, wywołującą uszkodzenia wątroby, w szczególności naczyniakomięsaki, akroosteolizę, zmiany twardzinopodobne. Ww. zmiany występują wyłącznie u pracowników narażonych zawodowo. Emitorami środowiskowymi CW są zakłady syntetyzujące i polimeryzujące CW oraz wytwarzające z polichlorku winylu gotowe wyroby. W wyniku tego cała populacja generalna ma kontakt z CW, który znajduje się w powietrzu, wodzie, żywności. Stężenie CW w wymienionych środowiskach jest bardzo niskie, często poniżej metody oznaczalności. Natomiast stężenie CW w powietrzu w pobliżu emitatorów z reguły bywa wyższe, co może stanowić zagrożenie dla ludności mieszkającej w sąsiedztwie. Stwarza to konieczność monitorowania stanu zdrowia generalnej populacji, a w szczególności grup podwyższonego ryzyka.

**Słowa kluczowe:** chlorek winylu, zagrożenia dla zdrowia środowiskowego



*Prof. Henryka  
Langauer-Lewowicka*

**Abstract**

Vinyl chloride (VC) monomer is a well-known carcinogenic and mutagenic substance causes liver damages, angiosarcoma of the liver, acro – osteolysis, sclerodermalike changes in workers chronically exposed to this gas. There are following VC emitters to the environment: VC production plants, polymerization facilities and places where polyvinyl products are fabricated. Because of that, the general population is coming into VC contact through polluted air, food and water. VC concentration in all mentioned sites is very low, often not detectable. There

was found any health risk for the general population. The VC air concentration in the vicinity to antropogenic emitters is always higher. Such a situation may causes undesirable health effect for residents living in the neighbourhood. Epidemiological studies are performed to detect the adverse VC effect in selected cohorts. Non of the study did not confirmed cases of angiosarcoma among residents living near a vinyl chloride sites. VC production is growing permanently, so VC emission will be higher. Because of that health monitoring of general population and especially of selected groups seems to be necessary in the future.

**Key words:** Vinyl chloride, environmental health hazard

Nadesłano: 04.02.2010

Zatwierdzono do druku: 16.07.2010

Chlorek winylu (monochloroetylen) jest lotnym gazem zsyntetyzowanym laboratoryjnie w 1835 r. przez francuskiego chemika P. Regnault. Dopiero od 1930 r. zaczęła się jego synteza na skalę przemysłową oraz polimeryzacja. Uzyskana tą drogą plastyfikowana postać polichlorku winylu znalazła bardzo szerokie zastosowanie do produkcji wielu wyrobów. W okresie drugiej wojny światowej znacznie wzrosło zapotrzebowanie na ten polimer (PCW). Wytwarzane są z niego przedmioty powszechnego użytku, m.in. opakowania żywności i wody, elementy wyposażenia mieszkań i budynków mieszkalnych, zabawki dla dzieci, pomoce szkolne, sprzęt medyczny i motoryzacyjny, przewody wodociągowe, odzież, wyroby galanterijne. [1, 2, 3].

Zsyntetyzowany polichlorek winylu nie jest toksyczny, natomiast w trakcie użytkowania wyrobu dochodzi do uwalniania się niewielkich ilości niespolimeryzowanego monomeru, który posiada działanie toksyczne, mutagenne i rakotwórcze [4, 5, 6]. Na tę właściwość zwróciły uwagę dopiero w latach 60. ub. wieku firmy ubezpieczeniowe w USA. Okazało się, że zgony z powodu naczyniakomiesaka wątroby (*angiosarcoma hepatis*), który jest bardzo rzadko występującym nowotworem złośliwym wątroby, zarejestrowano prawie wyłącznie u pracowników zatrudnionych przy polimeryzacji chlorku winylu, a w szczególności u ręcznych czyszcicieli autoklawów, w których dokonywała się polimeryzacja. [7, 8].

Wprowadzone w kolejnych latach monitorowanie stanu zdrowia pracowników narażonych na chlorek winylu ujawniło niepożądany jego wpływ na układ odpornościowy, co prowadziło do uszkodzeń wielonarządowych, m.in. funkcji wątroby, akroosteolizy, zmian twardzinopodobnych, zespołu Raynaud [9, 10]. Stwierdzano również zmiany typu nowotworowego (wątroba, płuca, mózg, skóra) [11]. Spośród wszystkich tworzyw sztucznych tylko chlorek winylu należy do substancji o udowodnionym działaniu rakotwórczym dla ludzi. Przez IARC zaliczony został do pierwszej grupy o wielkości ryzyka zachorowania jednej osoby na milion [12].

Wymienione powyżej zaburzenia ustrojowe występowały wyłącznie w warunkach narażenia zawodowego na wysokie stężenia CW [8, 13]. Wobec czego podjęto działania zapobiegawcze, odnoszące się nie tylko do narażenia zawodowego, ale również do środowiskowego. Zostały zdefiniowane dopuszczalne stężenia na stanowiskach pracy, ustalono tryb i zakres badań profilaktycznych.

Ze względu na powszechny kontakt populacji generalnej z wyrobami z PCW, z których uwalnia się niespolimeryzowany monomer, Unia Europejska wydała odpowiednie zalecenia normatywne. Od

1978 r. w krajach Unii zaczęła obowiązywać Dyrektywa określająca dopuszczalne stężenie CW w gotowych wyrobach, przeznaczonych do bezpośredniej styczności z żywnością (1 mg/kg). W latach późniejszych ukazywały się kolejne nowelizacje tejże Dyrektywy. Uwzględniały one nie tylko wyroby kontaktujące się z żywnością, ale również innego przeznaczenia, m.in. zabawki dla niemowląt i dzieci, rury wodociągowe, materiały budowlane [14, 15, 16, 17]. Polska przyjęła zalecenia unijne dopiero w 1996 r. [18].

Zdaniem niektórych autorów, w Polsce nie ma skutecznego nadzoru nad przestrzeganiem rygorów obowiązujących przy produkcji wyrobów z PCW. Do zagrożenia środowiskowego przyczynia się również brak ekologicznie bezpiecznych metod utylizacji odpadów poprodukcyjnych i zużytych opakowań [1].

Emitorami środowiskowymi CW są źródła antropogeniczne, głównie zakłady syntetyzujące i polimeryzujące oraz produkujące gotowe wyroby [19]. Dodatkowe źródła to wysypiska komunalne, spalanie węgla kamiennego, palenie papierosów. Jeden papieros zawiera 5,6–28 ng CW [20]. CW uwalnia się również podczas procesu bakteryjnej degradacji trójchloroetyleny, czterochloroetyleny oraz 1,1,1-trójchloroetanu [21].

Z atmosfery CW zostaje usunięty na drodze reakcji fotochemicznej, generowanej przez rodniki hydroksylowe. Okres półtrwania wynosi od 1 do 2 dni. Nie dochodzi do kumulacji postaci gazowej CW. Z powietrza wnika do akwenów oraz powierzchniowych warstw ziemi, skąd bardzo szybko ulatnia się i ulega rozkładowi. Tylko w środowisku beztlenowym (np. w osadach) proces ten przebiega bardzo wolno [22, 23, 24].

Stężenia CW w powietrzu atmosferycznym stref odległych od emitorów antropogenicznych są z reguły bardzo niskie, często poniżej oznaczalności metody. W pobliżu zakładów syntetyzujących i polimeryzujących CW mogą być znacznie wyższe – od wartości śladowych do 105 µg/m<sup>3</sup>, w pobliżu wysypisk komunalnych – 5–8 µg/m<sup>3</sup>. Dobowy pobór CW w pobliżu emitora szacuje się na 2,1 µg. Woda pitna oraz żywność nie stanowią zagrożenia dla zdrowia [25].

CW nie wchłania się przez skórę. Nie wyklucza się prawdopodobieństwa wchłaniania przez przewód pokarmowy [25].

Przyjmuje się, że codzienny kontakt z wyrobami z PCW, emitującymi śladowe, często nieoznaczalne stężenia monomeru, nie stanowi zagrożenia zdrowia dla populacji generalnej. Natomiast niewielkie, ale oznaczalne laboratoryjnie stężenia CW w powietrzu wdychanym przez mieszkańców w pobliżu emitora, mogą wpływać niekorzystnie na stan zdro-

wia, głównie z uwagi na jego właściwości rakotwórcze.

W Anglii (1979–1986) oraz w Szkocji (1975–1987) w oparciu o istniejącą dokumentację poszukiwano związku między występowaniem naczyniakomięśnaka wątroby a narażeniem środowiskowym na chlorek winylu. W tym celu wzięto pod uwagę tylko przypadki potwierdzone histopatologicznie, zarejestrowane w Anglii, Szkocji i Walii. Na tej podstawie określono, iż częstość występowania naczyniakomięśnaka wątroby w Wielkiej Brytanii wynosi 1, 4 przypadki na 10 milionów mieszkańców [26].

Wzięto pod uwagę również usytuowanie emitatorów przemysłowych CW. Okazało się, że wszystkie znajdowały się w Walii i Anglii, nie było ich natomiast w Szkocji. Ustalono odległość od emitatora CW dla każdej osoby zmarłej z powodu nowotworu wątroby. W latach 1979–1986 zarejestrowano w Anglii i Walii 55 (w tym u 2 dzieci), w Szkocji 6 zgonów (lata 1975–1987). Ustalono kontakt zawodowy z CW u 10 osób, z arsenem u 9 osób. W 2 przypadkach był stosowany środek kontrastowy Thorotrast [26].

Przeprowadzona analiza wybranej dokumentacji nie pozwoliła na potwierdzenie jakiegokolwiek związku między odległością od emitatora CW a miejscem zamieszkania osób zmarłych z powodu nowotworu wątroby [26]. Tym niemniej, jak to podkreśla wielu autorów, nie można odrzucić teoretycznego ryzyka, jakie stwarzają niewielkie środowiskowe stężenia chlorku winylu ze względu na jego rakotwórcze działanie [27].

Zagrożenie środowiskowe może wzrastać w przyszłości. PCW zajmuje 2. miejsce (za polietylenem) pod względem wielkości zapotrzebowania wśród tworzyw sztucznych. Rośnie zdolność produkcyjna CW w świecie, głównie w krajach Azji oraz w strefie Pacyfiku, jak również w USA oraz Zachodniej Europie. W 2000 r. produkcja PCW w świecie wynosiła  $32 \times 10^6$  Mg. Przewiduje się jej wzrost do 2013 o 110% w stosunku do 1998 r., natomiast w Polsce produkcja ma wzrosnąć o 150%. Mimo wprowadzania nowych technologii nie udaje się wyeliminować przenikania gazowej postaci CW do środowiska. Stosowane ograniczenia zrzutu (m.in. recycling półproduktów, technologie bezodpadowe) na razie tylko częściowo zmniejszają emisję środowiskową [18, 19].

Należy oczekiwać, że dzięki stopniowemu uniezależnianiu się polityki ekologicznej w Polsce od wpływów polityki gospodarczej nie dojdzie do wzrostu zagrożenia zdrowia środowiskowego. Gwarantem tej sytuacji jest idea zrównoważonego rozwoju stanowiąca podstawę polityki ekologicznej, co zostało uwzględnione w Konstytucji RP z 1997 r.

## Piśmiennictwo

1. Wichrowska B., Lewandowska-Malinowska I., Stankiewicz A.: Zdrowy dom a PVC. Księgarnia Akademicka Sp. z o.o. Kraków 1999. ISBN 83–7188–007-3.
2. Szymczak W.: Ilościowa ocena ryzyka zawodowego związanego z zawodowym inhalacyjnym narażeniem na chlorek winylu w zakładach produkcyjnych w Polsce. *Med. Pracy* 1997; 2: 153-159.
3. Dimitry O.I.H., Sayed W.M., Mazgroma A.M. et al: Poly(vinyl chloride)nanocomposites – electrical and mechanical properties. *Polimery* 2009; 54: 1, 8-14.
4. Makk L., Creech J.L., Whelan J.G. i wsp.: Liver damage and angiosarcoma in vinyl chloride workers. *J Am Med Assoc* 1974; 230: 64-68.
5. Edmonds L.D., Anderson C.E., Flynt J.W. et al: Congenital central system malformations and vinyl chloride monomer exposure. A community study. *Teratology* 1978; 17: 137-142.
6. Fučić A., Horvat D., Dimitrovic B.: Mutagenicity of vinyl chloride in man: comparison of chromosome aberration with micronucleus and sister – chromatid exchange frequencies. *Mutation Research* 1990; 242: 265-270.
7. Creech J.L., Johnson M.N.: Angiosarcoma of liver in the manufacture of polyvinyl chloride. *J Occup Med* 1974; 16: 150-151.
8. Cordier J.M. et al: Acroosteolyse et lésions cutanées associées chez les ouvriers affectés au nettoyage d'autoclaves. *Ca Med Travail* 1966; 4.
9. Byczkowska Z., Langauer-Lewowicka H.: Zespół Raynaud u zatrudnionych przy produkcji polichlorku winylu. *Pol Tyg Lek* 1974; 29: 1461-1464.
10. Langauer-Lewowicka H., Dudziak Z., Byczkowska Z., Marks J.: Cryoglobulinemia in Ranyaud's phenomenon due to vinyl chloride. *Int Arch Occup Environ Health* 1976; 36: 197-207.
11. Baxter P.J., Anthony P.P. et al: Angiosarcoma of the liver in Great Britain, 1963-1973. *Brit Med J* 1977; 2: 919-921.
12. IARC Monographs on the Evaluation of the Cancerogenic Risk of Chemicals to Humans V19 Some Monomers, Plastics and Synthetic Elastomers and Acrolein. IARC, Lyon 1979.
13. Harris D.K., Adams W.G.F.: Acro – osteolysis occurring in men engaged in the polymerisation of vinyl chloride. *Brit Med J* 1967; 3: 712-714.
14. Council Directive of 30 January 1978 on the approximation of the Member States Relating to materials and articles which contain vinyl chloride monomer and are intended to come into contact with foodstuffs. *Official Journal No L44*, 15.02.1978.
15. Commission Directive of 29 April 1981 laying down the Community method of analysis for the official control of vinyl chloride released by materials and articles into foodstuffs, 81/432/EEC, *Official Journal* 167, 24.06.1981.
16. Commission Directive of 8 July 1980 laying down the Community method of analysis for the official control of vinyl chloride monomer level in the materials and articles which are intended to come into contact with foodstuffs, 80/766/EEC, *Official Journal* 167, 24.06.1981.
17. Guidelines for drinking water quality. Vol. 2 – Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva 1996.
18. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi. *Monitor Polski* nr 19, 231, 1996.
19. Malina A., Koniecznyński J.: Ocena ekologiczna wybranych procesów produkcyjnych. Monografia. Gliwice 2004.

20. Hoffmann D., Patrianakos C., Brunneemann K.D. et al: Chromatographic determination of vinyl chloride in tobacco smoke. *Ann Chem* 1976; 48: 47-50.
21. Smith L.R., Dragun J.: Degradation of volatile chlorinated aliphatic priority pollutants in groundwater. *Environ Int* 1984; 10: 291-298.
22. Davis J.W., Carpenter C.L.: Aerobic biodegradation of vinyl chloride in ground – water samples. *Appl Environ Microbiol* 1990; 56(12): 3878-3880.
23. Barrio-Lage G.A., Parsons F.Z., Narbait R.M. et al: Enhanced anaerobic biodegradation of vinyl chloride in groundwater. *Environ Toxicol Chem* 1990; 9(4): 403-415.
24. Castro C.E., Wade R.S., Riebeth D.M. et al: Biodegradation – rapid metabolism of vinyl chloride by a soil *Pseudomonas* sp. Direct hydrolysis of a vinyl C-Cl bond. *Envir Toxicol Chem* 1992; 11(6): 757-764.
25. Toxicological Profile for Vinyl Chloride (Update) Agency for Toxic Substances and Disease Registry Public Health Service, Atlanta, Georgia 30333 2006.
26. Elliot P., Kleinschmidt I.: Angiosarcoma of the liver in Great Britain in proximity to vinyl chloride sites. *Occup Environ Med* 1997; 54: 14-18.
27. Doll R.: Effects of exposure to vinyl chloride: an assessment of the evidence. *Scand J Work Environ Health* 1988; 14: 61-78.

*Adres do korespondencji:*

*Prof. dr hab. n. med. Henryka Langauer-Lewowicka  
41-200 Sosnowiec skr. poczt. 115  
tel. 32 292 49 65 (dom)  
32 266 08 85-9 w. 200 (praca)*