

# Niebezpieczne substancje chemiczne

mgr JOANNA KOWALSKA  
mgr IVAN MAKHNIASHVILI  
dr MAŁGORZATA POŚNIAK  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## emitowane z farb drukowych

Farby drukowe – wieloskładnikowe mieszaniny substancji chemicznych o różnych właściwościach fizykochemicznych i toksycznych, mogą stanowić zagrożenia dla zdrowia pracowników, zarówno na etapie ich produkcji, jak również w procesie drukowania.

W artykule przedstawiono substancje chemiczne mogące występować w powietrzu na stanowiskach pracy w zakładach poligraficznych. Wskazano, że głównym źródłem emisji substancji chemicznych szkodliwych dla zdrowia pracowników są rozpuszczalniki zawarte w spoiwach oraz rozcieńczalniki farb drukowych.

### Harmful chemical substances emitted from printer's ink

Printer's ink – a multicomponent mixture of chemical substances with different physicochemical and toxic properties – may pose a risk for workers' health both at the stage of the production of the ink and during the printing process. Potential chemical substances present in workplace air in printing plants are also described. Solvents present in binders and dilutions of printer's ink are the main sources of emission of harmful chemical substances.

### Wstęp

Proces drukowania jest jednym z podstawowych procesów w poligrafii – gałęzi przemysłu zajmującej się wytwarzaniem druków oprawionych lub nie oprawionych. W procesie tym najważniejszą rolę odgrywają farby drukowe, potocznie zwane także farbami drukarskimi lub farbami graficznymi. Są to ciekłe lub maziste materiały powłokotwórcze, będące zawiesiną lub roztworem substancji barwiących w spoiwach. Są one stosowane do wielokrotnego przenoszenia tekstu lub rysunku z formy drukowej na podłoże drukowe, a ich właściwości fizykoche-

miczne są dostosowane do odpowiedniej techniki i metody drukowania oraz rodzaju podłoża.

Ze względu na przebieg procesu drukowania ważne jest, aby farby drukowe charakteryzowały się odpowiednią lepkością, przylepnością i konsystencją. Powinny również łatwo utrzymywać się na podłożu oraz wykazywać odporność na działanie czynników chemicznych, fizycznych i mechanicznych występujących w procesie drukowania i po jego zakończeniu. Odpowiednie właściwości farb drukowych uzyskuje się dzięki możliwości zastosowania do ich produkcji różnorodnych substancji i preparatów chemicznych.

Farby drukowe dzieli się zgodnie z podziałem technik drukowania na podstawowe grupy: farby typograficzne, offsetowe, wkłesłodrukowe, fleksograficzne, sitodrukowe. Natomiast uwzględniając ich skład chemiczny dzielimy je na farby pokostowe, rozpuszczalnikowe, polidispersyjne, chemoutwardzalne i fotoutwardzalne.

Farby drukowe pokostowe wysychają na podłożu przez wsiąkanie i utlenianie pokostów z wytworzeniem suchych błonek. Suszki stosowane jako dodatki katalizują proces utlenienia, a więc i schnięcia. Są stosowane w offsecie, druku wypukłym i w sitodruku. Farby drukowe rozpuszczalnikowe, stosowane w technice fleksodruku i wkłesłodruku, wysychają na podłożu przez odparowanie rozpuszczalników. Natomiast proces wysychania farb polidispersyjnych polega na wsiąkaniu i wysychaniu wody, w której są zdyspergowane składniki farby. Są stosowane w technice fleksodruku i sitodruku. Farby drukowe chemoutwardzalne stosowane w sitodruku zawierają ciekłe żywice, które pod wpływem utwardzacza chemicznego przechodzą w stan stały.

Farby drukowe fotoutwardzalne (rodnikowe lub kationowe) zawierają odpowiednio fotoinicjatory rodnikowe (np. eter metylowy benzoiny) lub związki światłoczułe, które pod wpływem promieniowania nadfioletowego rozpadają się na aktywne rodniki/kationy inicjujące polimeryzację ciekłych nienasyconych żywic (np. poliestrowych lub akrylowych) z wytworzeniem produktów stałych. Wysychają w bardzo krótkim czasie przez naświetlanie promieniowaniem nadfioletowym. Stosowane są w technice fleksodruku i sitodruku.

### Skład chemiczny farb drukowych

Farby drukowe są to wieloskładnikowe mieszaniny substancji chemicznych o różnych właściwościach fizykochemicznych i toksycznych. Dlatego też należy pamiętać, że mogą one stanowić zagrożenie dla zdrowia pracowników, zarówno na etapie ich produkcji, jak również w procesie drukowania.

Farby drukowe składają się z substancji barwiących, tzw. barwidła (5-30%) oraz substancji wiążących, tzw. spoiw (15-60%) [1]. Substancjami barwiącymi są pigmenty organiczne i nieorganiczne pochodzenia naturalnego lub syntetycznego oraz barwniki kwasowe, zasadowe, kwasowo-zasadowe i inne. Barwidła nadają farbom drukowym nie tylko określoną barwę, ale także określone właściwości fizykochemiczne, takie jak odporność na działanie światła, wody, czy tłuszczów. Jako spoiwa najczęściej stosowane są kompozycje pokostów olejowych (roślinnych, mineralnych) lub żywic (naturalnych lub syntetycznych) rozpuszczonych w odpowiednich rozpuszczalnikach. Spoiwa wiążą rozproszone cząsteczki barwidła

między sobą i zadrukowywanym podłożem, co powoduje dobre utrwalanie się farb na podłożu drukowym, zwiększenie odporności na ścieranie itp. Spoiwami mogą być zagęszczone oleje roślinne oraz roztwory żywic naturalnych lub sztucznych w rozpuszczalnikach, np. w olejach naftowych, węglowodorach aromatycznych, alkoholach.

Oprócz barwidła i spoiw, farby drukowe mogą zawierać substancje pomocnicze, do których m.in. należą sykatywy, tzw. suszki, obciążalniki, podbarwiacze, a także inne składniki ułatwiające uzyskanie farby o określonych właściwościach. Sykatywy przyspieszają utrwalanie, w tym schnięcie farb graficznych zawierających zagęszczone oleje roślinne. Są one związkami kwasów tłuszczowych oraz tlenków metali: ołowiu, manganu i kobaltu. Natomiast obciążalniki poprawiają kolor farby, polepszają właściwości drukowe, a jednocześnie obniżają koszty produkcji farb graficznych. Są to substancje białe, drobnoziarniste, należące do związków nieorganicznych, np. biel drukarska (przezroczysta i kryjąca) do regulacji intensywności barw. Podbarwiacze są dodawane w celu uzyskania odpowiednich odcieni barwy; pasty do zwiększenia lejności, przeciwdziałania

pyleniu i do regulacji lepkości farby; błyszczą zaś do zwiększenia połysku warstwy farby.

Szczegółowe dane dotyczące funkcji, które pełnią poszczególne składniki farb drukowych w celu zapewnienia prawidłowej jakości druku oraz informacje dotyczące substancji i preparatów chemicznych stosowanych w różnego rodzaju farbach drukowych i środkach pomocniczych używanych podczas procesów poligraficznych, podano w tabeli 1.

### Niebezpieczne substancje chemiczne w procesie drukowania

Analiza właściwości fizykochemicznych poszczególnych składników farb drukowych wskazuje, że substancje i preparaty chemiczne wykorzystywane jako barwidła oraz spoiwa są to najczęściej wielkocząsteczkowe ciała stałe lub trudno lotne, oleiste ciecze, które podczas procesów drukowania nie ulegają uwolnieniu i nie są emitowane do powietrza stanowisk pracy. Natomiast głównym źródłem emisji substancji chemicznych szkodliwych dla zdrowia pracowników są rozpuszczalniki zawarte w spoiwach oraz rozcieńczalniki farb.

Używane w farbach drukowych rozpuszczalniki charakteryzują się zdolnością rozpuszczania żywic i olejów oraz tworzenia z nimi jednorodnych mieszanin. Stosowany rozpuszczalnik rozpuszcza substancje błonotwórcze przy równoczesnym mieszanii się z pozostałymi składnikami farby drukowej – plastyfikatorami, roztworami suszek, podbarwiaczami, pastami pomocniczymi itd. Rodzaj i ilość dodanych do farb rozpuszczalników zależy od postaci farby. Farby maziste zwykle zawierają ich od kilku do kilkunastu procent, natomiast ciekłe od 40 do 80%. Najczęściej stosuje się mieszaninę rozpuszczalników, ponieważ jeden rozpuszczalnik nie zawsze może być uniwersalny dla danego układu żywic, czy pozostałych składników farby. Poza rozpuszczaniem żywic, rozpuszczalnik reguluje czas schnięcia farby oraz jej właściwości

PODSTAWOWE SUROWCE FARB DRUKOWYCH [1]

Basic raw materials of printer's ink [1]

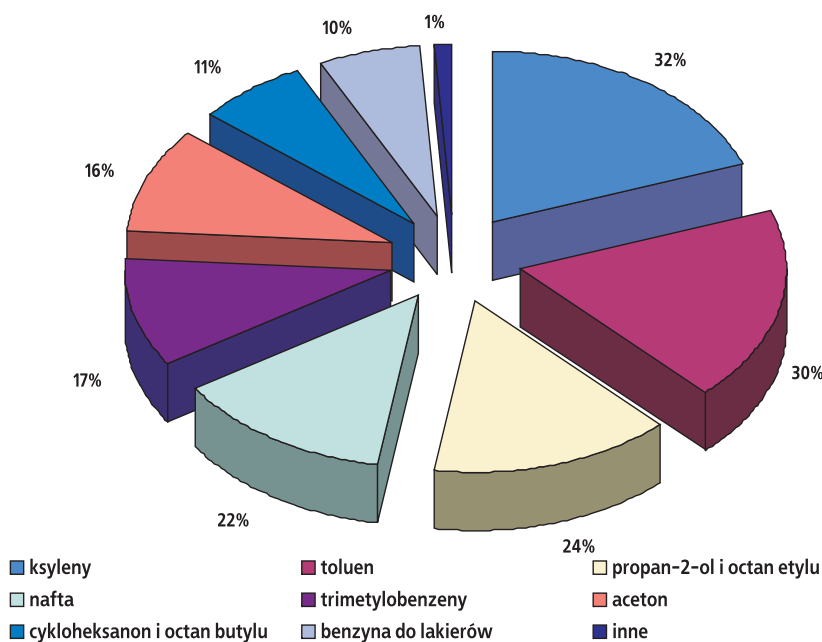
Tabela 1

Składnik farby drukowej	Funkcja	Typ/podstawowe składniki	
Środki wiążące (spoiwa)	związują i otaczają ziarna barwidła, wpływając na jednolitość farby; charakteryzują się: neutralnością barwną, obojętnością chemiczną względem substancji barwiących i materiałów, z których jest wykonana forma drukowa, guma offsetowa (w drukowaniu offsetowym) oraz wałki zespołu farbowego; tworzą trwałe błonki na podłożu, na które je naniesiono w postaci roztworu, po ułotnieniu się rozpuszczalnika lub po spolimeryzowaniu.	olejowe	olej lniany, konopny, olej drzewny
		olejowo-żywiczne	mieszanina olejów mineralnych z żywicami np.: ftalowymi, maleinowymi, poliamidowymi, maleinowo-kalafoniowymi, epoksydowymi, kalafonią, aldehydami styrenowymi, aldehydami akrylowymi
		rozpuszczalnikowe	rodzaj i ilość rozpuszczalnika zależy od wymaganej dla danej farby konsystencji, np. farby maziste zawierają od kilku do kilkunastu procent rozpuszczalnika, a ciekłe od 40 do 80%. Najczęściej stosowanymi rozpuszczalnikami są alkohole, estry, glikole i ich pochodne, węglowodory i ich pochodne i woda, a najczęściej stosowanymi substancjami błonotwórczymi są żywice fenolowe modyfikowane, epoksydowe, kumaronowo-indenowe, żywice ketonowe, kalafoniowo-maleinowe, chlorokauczuk, nitroceluloza (azotany celulozy)
Substancje barwiące (barwidła)	przekazują barwy otoczeniu	barwniki	barwniki wodne, barwniki spirytusowe (rodamina, auramina, zieleń malachitowa, zieleń brylantowa, fiolet krystaliczny), barwniki tłuszczowe
		pigmenty	pigmenty nieorganiczne (żółcień cynkowa, żółcień chromowa, błękit Milori, biel cynkowa, sadza) i organiczne (azawe, ftalocyjaninowe); także pigmenty metaliczne (o przeznaczeniu specjalnym do wyrobu srebrnych i złotych farb drukowych, do brązowania druków oraz do wyrobu folii do złocenia i srebrzenia – brąz złoty jest stopem miedzi i cynku; brąz srebrny to rozdrobnione aluminium)
		laki	fanale – barwniki zasadowe przeprowadzone w postaci nierozpuszczalną za pomocą kwasów fosforomolibdenowych i fosforowolframowych; litole – barwniki kwasowe przeprowadzone w sole barowe lub wapniowe
Suszki (sykatywy)	działają katalitycznie; dodatek suszek do farb, zawierających jako spoiwo oleje lub żywice utrwalające się pod wpływem tlenu znacznie przyspiesza procesy utrwalania się farby	organiczne pochodne metali	mydła (sole wyższych kwasów tłuszczowych) lub sole kwasów żywiczych i metali: Co, Mn, Pb, Zr, Zn, Ca
Obciążalniki (wypełniacze)	dodane do farby nadają jej pożądane cechy fizyczne (drukowność) oraz pozwalają dobrać odpowiedni odcień	bezbabarwne pigmenty	strącony siarczan baru (II), wodorotlenek glinu (III) oraz mieszanina obu tych związków (biel doprawowa)
Plastyfikatory	nadają farbie większą przyczepność do podłoża oraz zwiększają elastyczność utrwalonych błonek	złożone substancje organiczne; bezbarwne substancje stałe lub ciekłe, trudno lotne	żywica poliestrowo-akrylowa, glicerol propoksylowany, estry kwasu akrylowego
Środki dyspergujące (substancje powierzchniowo czynne)	ułatwiają wytwarzanie koloidalnych zawiesin środka barwiącego w spoiwie i przeciwdziałają zjawisku koagulacji	złożone substancje organiczne	karboksymetyloceluloza, butanoimid, poliester butanoimidu
Podbarwiacze	ich dodatek pogłębia czerń farb rotacyjnych i farb ilustracyjnych	substancje barwiące	pigmenty, barwniki, laki o barwie od niebieskiej do fioletowej – błękit milori, laka niebieska, fioletowa
Środki przeciwuszące	zapobiegają zasychaniu farby na wałkach układu farbowego lub na formie drukowej podczas krótkiego postoju maszyny		roztwory parafiny
Pasty skracające farbę	dodawane w celu zmniejszenia ciągliwości farby (zwiększają lepkość) i przeciwdziałają tzw. pyleniu farby	mieszanki odpowiedniego oleju z tlenkiem krzemu (IV)	pastę na bazie żywicy, oleju mineralnego i dodatków roślinnych
Pasty woskowe	zwiększają odporność błonek na ścieranie i zwiększają poślizg druków przy ich wzajemnym przesuwaniu		np. woski polietylenowe, poliamidowe i teflonowe
Rozcieńczalniki farb graficznych	nie rozpuszczają substancji błonotwórczej, natomiast rozrzedzają roztwory tej substancji do wymaganej lepkości roboczej	organiczne substancje ciekłe	alkohole, estry, pochodne glikolu np.: etanol, 2-propanol, octan butylu, octan etylu itd.

**SUBSTANCJE CHEMICZNE MOGĄCE WYSTĘPOWAĆ W POWIETRZU NA STANOWISKACH PRACY W ZAKŁADACH POLIGRAFICZNYCH**

*Potential chemical substances present in workplaces air in printing plants*

Nazwa substancji chemicznej	Numer CAS	Wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia mg/m <sup>3</sup> [7]	Klasyfikacja substancji [8]
Aceton	67-64-1	600	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b> ; powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> ; pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Alkohol 2-etoksyetylowy	110-80-5	15	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; Repr. Kat. 2; może upośledzać płodność, może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki <b>R60 – 61</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu – <b>R20/21/22</b>
Alkohol 1-etoksy-2-propyloxy	1569-02-4	–	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Alkohol etylowy	64-17-5	1900	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b>
Alkohol izopropylowy	67-63-0	900	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Alkohol 2-butoksyetylowy	111-76-2	98	substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu <b>R20/21/22</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy i skórę – <b>R36/38</b>
Alkohol butylowy	71-36-3	50	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie po połknięciu – <b>R22</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy i skórę, ryzyko poważnego uszkodzenia oczu – <b>R36/38-41</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Alkohol sec-butylowy	78-92-2	300	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy i drogi oddechowe – <b>R36/37</b> ; pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Alkohol benzylowy (fenylometanol)	100-51-6	240	substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu – <b>R20/22</b>
Alkohol 2-metoksyetylowy	109-86-4	15	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; Repr. Kat. 2; może upośledzać płodność, może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki <b>R60 – 61</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu – <b>R20/21/22</b>
Alkohol 1-metoksy-2-propyloxy	107-98-2	180	substancja łatwo palna – <b>R10</b>
Alkohol metylowy	67-56-1	100	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja toksyczna – <b>T</b> ; działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu – działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia <b>R/23/24/25-39/23/24/25</b>
Alkohol propylowy	71-23-8	200	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; ryzyko poważnego uszkodzenia oczu <b>R41</b> ; pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Benzen	71-43-2	1,6	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; Rakotw. Kat. 1; może powodować raka – <b>R45</b> ; substancja toksyczna – <b>T</b> ; działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia – <b>R48/23/24/25</b>
Benzyna ekstrakcyjna	8032-32-4	500	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; Rakotw. Kat. 2; może powodować raka – <b>R45</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia – <b>R65</b>
Benzyna do lakierów	8030-30-6	300	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; Rakotw. Kat. 2; może powodować raka – <b>R45</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia – <b>R65</b>
Eter dietylowy	60-29-7	300	substancja skrajnie łatwo palna – <b>F+, R12</b> ; może tworzyć wybuchowe natlenki – <b>R19</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie po połknięciu <b>R22</b> ; powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Butan-2-on	78-93-3	200	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b> , powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
4-Metylofenolan-2-on	108-10-1	83	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – <b>R20</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy i drogi oddechowe – <b>R36/37</b> ; powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b>
Pentan-2-on	107-87-9	100	–
1,1-Dichloroetan	75-34-3	400	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie po połknięciu <b>R22</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy i drogi oddechowe – <b>R36/37</b> ; działa szkodliwie na organizmy wodne, może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym – <b>R52-53</b>
1,2-Dichloroetan	107-06-2	50	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; Rakotw. Kat. 2; może powodować raka – <b>R45</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie po połknięciu <b>R22</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy, drogi oddechowe i skórę – <b>R36/37/38</b>
Dichlorometan	75-09-2	20	Rakotw. Kat. 3; ograniczone dowody działania rakotwórczego – <b>R40</b>
Chlorobenzen	108-90-7	47	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – <b>R20</b> ; substancja niebezpieczna dla środowiska – <b>N</b> ; działa toksycznie na organizmy wodne, może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym – <b>R51-53</b> ;
Chloroform	67-66-3	8	substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie po połknięciu oraz działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia <b>R22 – 48/20/22</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco skórę – <b>R38</b> ; Rakotw. Kat. 3; ograniczone dowody działania rakotwórczego – <b>R40</b>
Cykloheksanon	108-94-1	40	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – <b>R20</b>
Glikol etylenowy	107-21-1	15	substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie po połknięciu <b>R22</b>
Ksyleny – mieszanina izomerów	1330-20-7	100	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą – <b>R20/21</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco skórę – <b>R38</b> ;
Nafta	8008-20-6	100	substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia – <b>R65</b>
Octan butylu	123-86-4	200	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Octan sec-butylu	105-46-4	200	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b>
Octan 2-butoksyetylu	112-07-2	100	substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą – <b>R20/21</b>
Octan 2-etoksyetylu	111-15-9	20	Repr. Kat. 2; może upośledzać płodność, może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki <b>R60 – 61</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu – <b>R20/21/22</b>
Octan etylu	141-78-6	200	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b> ; powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Octan izopropylu	108-21-4	600	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b> , powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Octan 2-metoksyetylu	110-49-6	25	Repr. Kat. 2; może upośledzać płodność, może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki <b>R60 – 61</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu – <b>R20/21/22</b>
Octan 2-metoksy-1-metyloetylu	108-65-6	260	substancja łatwo palna – <b>R10</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b>
Octan propylu	109-60-4	200	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja drażniąca – <b>Xi</b> ; działa drażniąco na oczy – <b>R36</b> , powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry – <b>R66</b> , pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – <b>R67</b>
Tetrachlorometan	56-23-5	20	Rakotw. Kat. 3; ograniczone dowody działania rakotwórczego – <b>R40</b> ; substancja toksyczna – <b>T</b> ; działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia – działa toksycznie przez drogi oddechowe; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia – <b>R48/23/24/25-48/23</b> ; działa szkodliwie na organizmy wodne, może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym – <b>R52-53</b> ; substancja niebezpieczna dla środowiska – <b>N</b> ; stwarza zagrożenie dla warstwy ozonowej – <b>R59</b>
Toluen	108-88-3	100	substancja wysoce łatwo palna – <b>F, R11</b> ; substancja szkodliwa – <b>Xn</b> ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – <b>R20</b>



Rys. Substancje chemiczne oznaczane na stanowiskach pracy w zakładach poligraficznych objętych nadzorem PIS

Fig. Chemical substances detected at workplaces in printing plants which are supervised by the State Sanitary Inspection

drukowe. Po ulotnieniu się rozpuszczalnika substancja błonotwórcza tworzy cienką błonkę wiążąc barwidło z zadrukowywanym podłożem. Najczęściej stosowane rozpuszczalniki substancji wiążących to alkohole i ich pochodne, estry, ketony, węglowodory i ich pochodne oraz woda.

W zależności od stosowanej techniki drukowania, rodzaju maszyn drukarskich oraz używanych farb i materiałów pomocniczych narażenie pracowników na niebezpieczne substancje chemiczne może być bardzo zróżnicowane. Jak wynika z doniesień w piśmiennictwie zagranicznym [2-5] pracownicy zakładów poligraficznych zatrudnieni w procesie drukowania są narażeni na szkodliwe działanie mieszanin lotnych związków organicznych, m.in. alkoholu izopropylowego, heksanu, benzenu, toluenu, ksylenów, etylobenzenu, propylobenzenu, trimetylobenzenu i innych węglowodorów aromatycznych, czasami w stężeniach przekraczających wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń.

Z danych za 2005 r. uzyskanych z Wojewódzkich Stacji Sanitarно-Epidemiologicznych za pośrednictwem Głównego Inspektoratu Pracy wynika, że substancje chemiczne stanowią grupę czynników szkodliwych, które praktycznie występowały we wszystkich krajowych zakładach poligraficznych, spośród których ponad 90% to zakłady małe, zatrudniające mniej niż 10 pracowników [6]. Ocena narażenia zawodowego na substancje chemiczne odbywa się w tych zakładach najczęściej na podstawie pomiarów stężeń tych substancji w powietrzu na stanowiskach pracy. Substancje te wymienione są w kartach charakterystyk niebezpiecznych materiałów stosowanych w danym zakładzie i mają ustaloną wartość NDS i NDSch [7]. Z dostępnych danych

wynika, że najczęściej – w ok. 20-30% zakładów objętych nadzorem Państwowej Inspekcji Sanitarnej (PIS), oznaczane są w powietrzu stanowisk pracy izomery ksyleny, toluen, propan-2-ol, octan etylu i nafta (rys.).

Natomiast wodorotlenek potasu, octan 2-metoksy-1-metyloetylu, octan 2-butoksyetylu, octan 2-metoksypropylu, 2-metoksymetyloetoksy-propanol, tlenki azotu, ditlenek siarki, tlenek węgla, ozon, butan, glikol etylenowy, metanol, formaldehyd, tetralina, amoniak, kwas fosforowy, styren, kwas adypinowy, etylotoluen, chlorek winylu i butan-2-on należą do grupy substancji chemicznych niebezpiecznych dla zdrowia pracowników, których stężenia są sporadycznie sprawdzane tylko w 1% zakładów nadzorowanych przez PIS.

Niektóre niebezpieczne substancje chemiczne stosowane w procesie drukarskim, np.: alkohol 2-etoksyetylowy, alkohol 2-metoksyetylowy, 4-metylopentan-2-on, 1,2-dichlorometan, chloroform, octan 2-metoksyetylu nie są objęte pomiarami. Świadczy to o dość przypadkowej kontroli narażenia pracowników na czynniki chemiczne w zakładach poligraficznych.

W tabeli 2. podano niebezpieczne substancje chemiczne, które mogą być emitowane z farb drukowych do powietrza stanowisk pracy w zakładach poligraficznych. Z uwagi na fakt, że dla

tych substancji w polskich przepisach są ustalone wartości normatywów higienicznych, należy je uwzględnić podczas dokonywania oceny narażenia na czynniki chemiczne pracowników zatrudnionych w tych zakładach.

## Podsumowanie

Wśród czynników chemicznych stanowiących zagrożenia dla zdrowia pracowników zatrudnionych w zakładach poligraficznych, większość stanowią substancje wykazujące działanie drażniące na układ oddechowy, ale są wśród nich również substancje sklasyfikowane jako rakotwórcze oraz działające szkodliwie na płód i upośledzające płodność. Celem zabezpieczenia pracowników przed ich szkodliwym działaniem, maszyny drukujące, a w szczególności ich aparaty farbowe oraz urządzenia suszące, należy wyposażać w obudowy zaopatrzone w urządzenia wentylacji mechanicznej miejscowej, usuwające pary rozpuszczalników bezpośrednio z rejonu ich emisji. Podczas modyfikacji mających na celu poprawę jakości zarówno farb, jak i druku istotne znaczenie ma eliminowanie substancji chemicznych wyjątkowo szkodliwych dla człowieka, jak również dla środowiska.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Jakuciewicz S. *Farby drukowe*. Wydawnictwo Michael Huber Polska Sp. z o.o., Wrocław 2001
- [2] Wadden R.A., Scheff P.A., Franke J.E., Conroy L.M., Javor M., Keil C.B., Milz S.A. *VOC emission rate and emission factors for a sheetfed offset printing shop*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 56, 368 – 376, 1995
- [3] Crouch K.G., Gressel M.G. *The control of press cleaning solvent vapors in small lithographic printing establishment*. Applied Occup. And Envir. Hyg. 14, 329 – 338, 1999
- [4] Pintindrud H. V., Zimmer A. T., Rourke A. B. *The development of substitute inks and control for reducing workplace concentrations of organic solvent vapors in vinyl shower curtain printing plant*. Applied Occup. And Envir. Hyg. 18, 597 – 619, 2003
- [5] Svendesen K., Rognes K. S. *Exposure to organic solvents in the offset printing industry in Norway*. Ann. Occup. Hyg. 44 (2), 119 – 124, 2000
- [6] Makhniashvili I., Kowalska J. SPR 05.13 pt. *Ocena zagrożeń chemicznych w przedsiębiorstwach poligraficznych i kserograficznych oraz opracowanie zaleceń do profilaktyki*. Etap 1. CIOP-PIB, Warszawa 2005
- [7] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833; zm. DzU z 2005 r., nr 212, poz. 1769
- [8] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 września 2005 r. w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem. DzU nr 201 poz. 1674

Publikacja opracowana na podstawie wyników zadania realizowanego w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy