

# „Bezpieczeństwo pracy operatorów drukarek 3D – opracowania CIOP-PIB”

Elżbieta Dobrzyńska

+zespół (T. Jankowski, M. Szewczyńska, L. Chojnacka-Puchta, D. Sawicka)  
CIOP-PIB, Warszawa

## • Badania prowadzone w CIOP-PIB



Źródłem **emisji substancji chemicznych i cząstek stałych w procesie drukowania przestrzennego** mogą być:

- Materiały wykorzystywane do drukowania, takie jak tworzywa termoplastyczne, polimery
- Produkty rozkładu termicznego tych materiałów i dodatków, poprawiających właściwości fizykochemiczne filamentów (barwniki, plastyfikatory, uniepalniacze),
- Produkty i chemikalia stosowane przed i po procesie drukowania.

#### • Badania prowadzone w CIOP-PIB



Warunki prowadzenia procesu druku 3D (zwłaszcza temperatura ogrzewania materiałów w dyszy i wysoka temperatura stołu) wpływają na rodzaj i stężenie emitowanych substancji.

Podgrzewanie filamentów w temperaturze typowej dla druku 3D powoduje emisję lotnych związków organicznych, cząstek drobnych i ultradrobnych. Każdy rodzaj filamentu emituje inną mieszalinę tych związków.

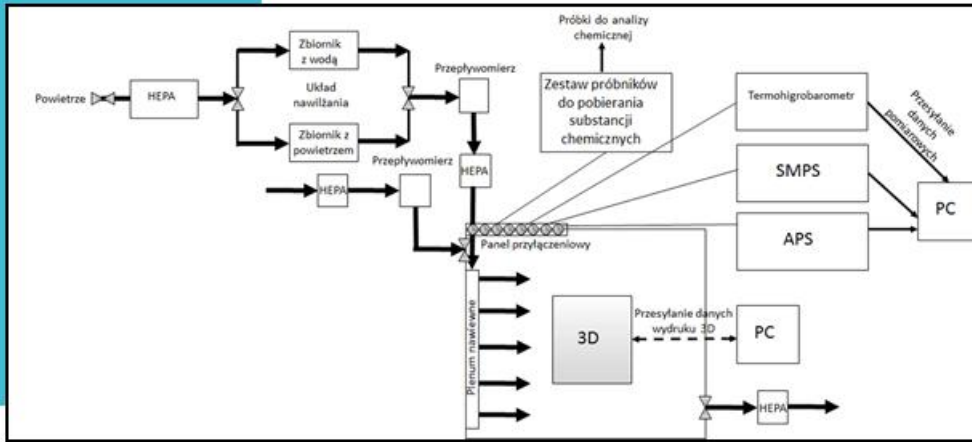
#### • Badania prowadzone w CIOP-PIB

Realizacja zadania w ramach VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej. „Ocena zagrożeń chemicznych i pyłowych oraz działania toksycznego materiałów stosowanych w technologiach przyrostowych.”

- Metoda pobierania, testowania i oceny emisji cząstek stałych i substancji chemicznych z materiałów stosowanych w popularnej technologii druku
- Stanowisko badawcze
- **Zalecenia do oceny i ograniczania ryzyka zawodowego oraz stosowania środków ochrony zbiorowej przed aerozolami, w tym nanoobiektów oraz ich aglomeratów i agregatów występujących w środowisku pracy**
- **Materiał multimedialny**
- **Materiał informacyjny dot. toksyczności substancji emitowanych podczas druku 3D**
- **Infografika nt. bezpiecznego stosowania materiałów do druku 3D**

• Stanowisko badawcze

Metoda pobierania, testowania i oceny emisji cząstek stałych i substancji chemicznych z materiałów stosowanych w popularnej technologii druku / Stanowisko badawcze



• Materiał multimedialny

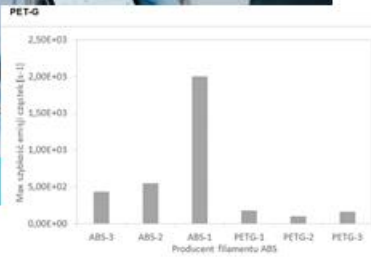


Przygotowanie Projektu

Drukowanie 3D

Moduł #3

## • Materiał multimedialny



Strona główna (przezielona 2 widokami)

1. pomieszczenie przygotowania projektu np. ekran komputera z parametrami od ustawienia
2. pomieszczenie z wyposażeniem (wentylacja, okna, drzwi, itp.) i
3. stanowiskiem z drukarką 3D

Widok np. ekranu monitora z ustawieniami parametrów do projektowania druku/ wybór:

filament      temperatura stołu i wydruku      szybkość/czas wydruku

UWAGA! Wybór filamentu może mieć wpływ na twoje zdrowie! Produkty rozkładu termicznego materiałów stosowanych do druku i ich dodatków (barwniki, plastyfikatory, ulepalniacze) mogą uwalniać szkodliwe substancje chemiczne i cząstki stałe

ABS      PET-G

UWAGA! Możliwa emisja substancji chemicznych (suma LZO ...) i cząstek stałych (Poziom10<sup>6</sup>)

ABS 1	
SPRAWDZONY dostawca /	nieznane źródło
Sprawdź informacje w Karta charakterystyki	
<b>Jest karta</b>	<b>Brak karty</b>
<small>zawierać odwołanie 1 3 i 8 karty</small>	<small>EMAS/CA Sprawdzić producentowi i karty</small>

## • Materiał multimedialny



### 1.2. wybór temperatury dyszy i stołu

Warunki prowadzenia procesu drukowania (zwłaszcza temperatura ogrzewania materiałów w dyszy i wysoka temperatura stołu) wpływają na rodzaj i stężenie emitowanych substancji	
Zalecana temperatura wg producenta	/ wyższa temperatura UWAGA Ustaw temperatury dyszy i stołu na najniższe zalecane wartości, które pozwalają uzyskać wymaganą jakość druku. Praca w wyższej temperaturze może zwiększyć emisję. PDF

### 1.3. szybkość wydruku

krótszy czas	dłuższy czas
odniesienie do wyników w PDF	odniesienie do wyników w PDF

• Materiał multimedialny



2.1.

Sprawdź warunki panujące w pomieszczeniu	
Czy pomieszczenie jest czyste/uporządkowane?	
tak	Nie
	Oczyść przestrzeń roboczą wokół drukarki
Sprawdź czystość dyszy drukarki	
czysta	Wymaga czyszczenia
	Wyczyść głowicę i stół roboczy aby usunąć nagromadzony filament, co pozwoli ograniczyć emisję zanieczyszczeń powietrza podczas drukowania.
	UWAGA: odniesienie aby podczas czyszczenia zastosować wentylację i ŚOI
Czy na stanowisku są instrukcje bezpieczeństwa	
Tak	Nie – opracuj instrukcje bezpiecznej pracy z drukarką 3D, przeprowadź szkolenie i udokumentuj udział pracownika
Czy zapoznałeś z nimi pracownika?	
tak	nie
	Przeprowadź szkolenie z wykorzystaniem opracowa

• Materiał multimedialny



### 3. Drukarka 3D

Rozpocznij drukowanie

Zamknij komorę, a jeśli możesz opuść pomieszczenie i monitoruj postępy druku zdalnie

Osoby obsługujące drukarkę 3D, w szczególności na początkowym i końcowym etapie wydruku 3D, powinni być wyposażeni dodatkowo w środki ochrony dróg oddechowych.

Osoby obsługujące drukarkę 3D, w szczególności na początkowym i końcowym etapie wydruku 3D, powinni być wyposażeni dodatkowo w środki ochrony dróg oddechowych.	
Drukuję z ABS	Drukuję z PET-G
Zastosuj ŚOI	Zastosuj ŚOI

Po początkowym chwilowym wzroście stężenia liczbowego cząstek, podczas procesu wydruku 3D wartości stężenia spadały i następnie stabilizowały się na kilkakrotnie mniejszym poziomie.

• Materiał informacyjny



## Toksyczność Substancji Emitowanych Podczas Druku 3D: Materiał Informacyjny dla Bezpiecznego Środowiska Pracy w Koncepcji "Safe by Design".

dotyczy toksyczności substancji emitowanych podczas druku 3D. Celem tego opracowania jest dostarczenie wiedzy, która umożliwi świadome projektowanie bezpiecznych procesów pracy ("safe by design"), minimalizując narażenie pracowników na szkodliwe substancje chemiczne.

• Materiał informacyjny



## Toksyczność Substancji Emitowanych Podczas Druku 3D

### Spis treści

Ukryte Zagrożenia w Nowoczesnej Produkcji.....	2
Potencjalne Zagrożenia dla Zdrowia i Drogi Narażenia .....	2
Toksyczność substancji chemicznych .....	6
Potencjalne Skutki Narażenia na Wybrane Substancje – przykłady badań własnych .....	6
Środki Ograniczające Narażenie – Zasada "Safe by Design" w hierarchii postępowania .....	7
Zastąpienie (Eliminacja / Substytucja).....	7
Środki Inżynieryjno-Techniczne .....	7
Środki Administracyjno-Organizacyjne.....	8
Środki Ochrony Indywidualnej.....	8

• Materiał informacyjny



## Zalecenia do oceny i ograniczania ryzyka zawodowego związanego z aerozolami, w tym NOAA występującymi w środowisku pracy druku 3D

### Spis treści

2. Charakterystyka druku 3D .....	4
3. Szkodliwe działanie druku 3D na człowieka .....	6
4. Ocena narażenia podczas stosowania drukarek 3D i stosowanych filamentów.....	9
5. Ocena ryzyka zawodowego związanego z zagrożeniami chemicznymi i pyłowymi podczas druku 3D.....	13
6. Ograniczanie ryzyka związanego z zagrożeniem substancjami chemicznymi i pyłami podczas druku 3D.....	15
7. Podsumowanie .....	19
Bibliografia.....	20

Dziękuję za uwagę

Zachęcamy do zapoznania się z materiałami opracowanymi w ramach V etapu programu wieloletniego dostępnych na stronach CIOP-PIB i w bazie CHEMPYL.

Elżbieta Dobrzyńska • Małgorzata Szwedzińska  
• Joanna Kowalska • Dorota Kondaj

**Związki chemiczne i pyły**  
– emisja i ograniczanie zagrożeń podczas drukowania przestrzennego 3D

**Zalecenia profilaktyczne**

**3D**

CIOP-PIB  
Wrocław 2022

Ocena narażenia na substancje chemiczne i pyły emitowane podczas drukowania 3D

Materiały szkoleniowe



CIOP-PIB

Dobre praktyki podczas drukowania przestrzennego 3D

