

XV Konferencja Naukowa  
MIKROZNIECZYSZCZENIA W ŚRODOWISKU CZŁOWIEKA



**POLITECHNIKA  
RZESZOWSKA**  
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



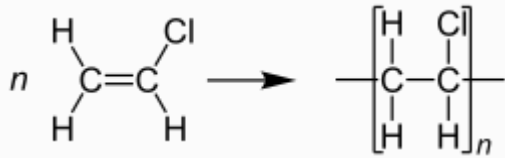
**EMISJA PLASTYFIKATORÓW DO  
ŚRODOWISKA WODNEGO  
Z ROZKŁADU POLI(CHLORKU  
WINYLU)**

prof. dr hab. inż. Piotr Koszelnik,  
dr inż. Małgorzata Kida,  
dr inż. Sabina Ziembowicz

Częstochowa 2022

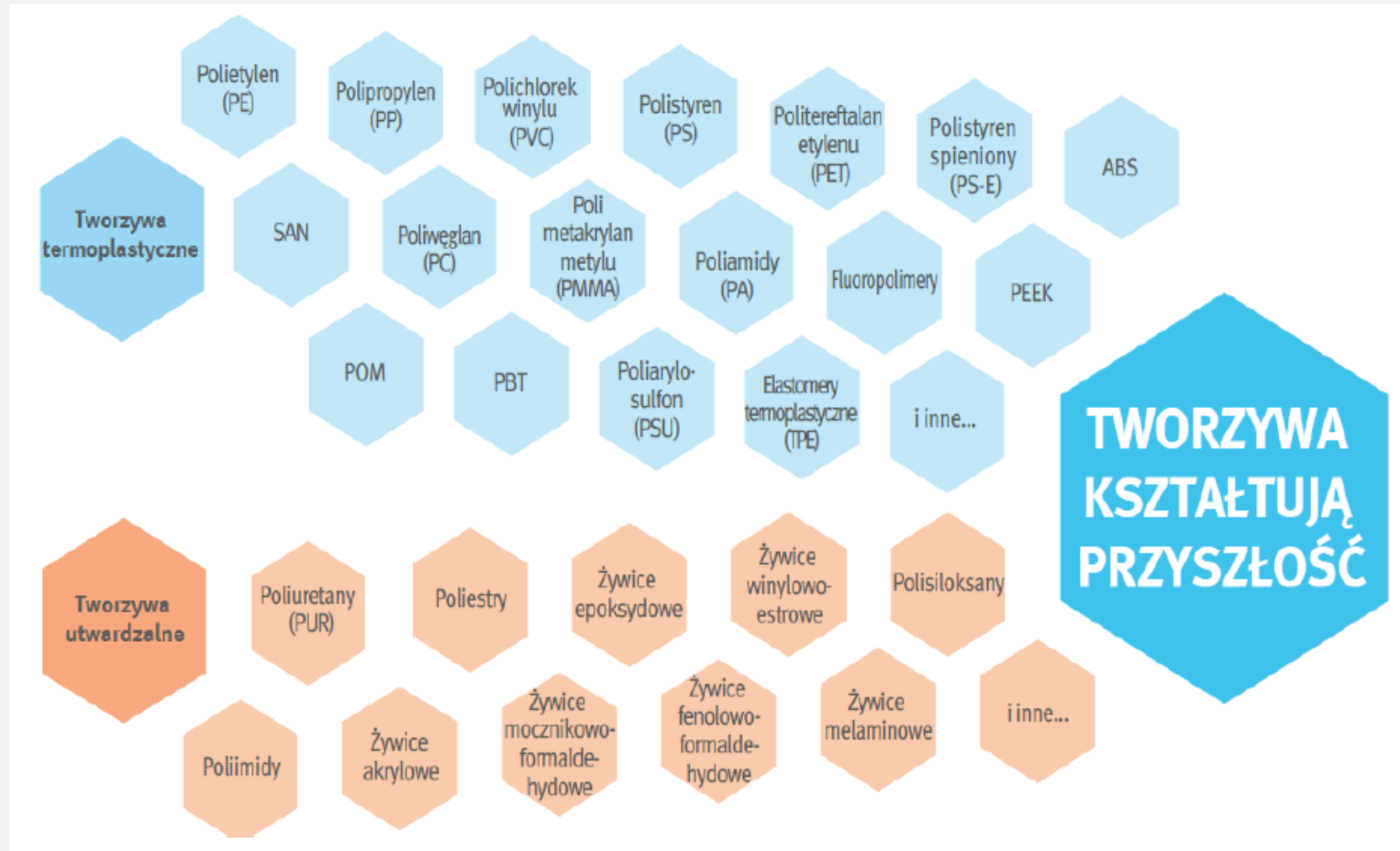
# NAJCZĘŚCIEJ STOSOWANE TWORZYWA SZTUCZNE

## Poli(chlorek winylu)



Stosowane dodatki polimerowe:

- wypełniacze
- przeciwutleniacze
- barwniki
- plastyfikatory i zmiękczacze**
- smary i promotory przepływu
- modyfikatory uderzeń
- środki zmniejszające palność
- środki porotwórcze

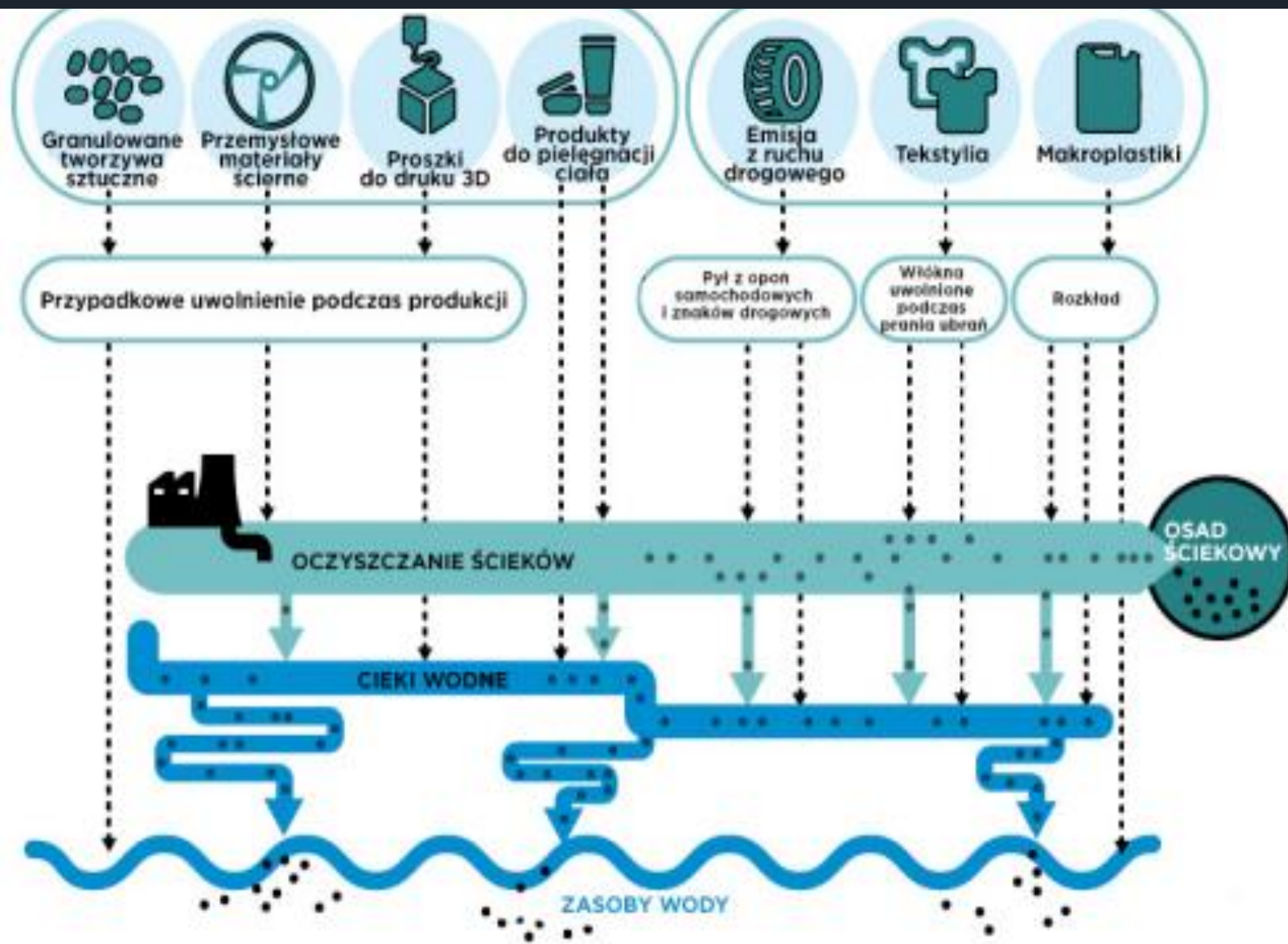


# MIKROPLASTIK W ŚRODOWISKU WODNYM



## ŹRÓDŁA MIKROPLASTIKU PIERWOTNEGO

## ŹRÓDŁA MIKROPLASTIKU WTÓRNEGO



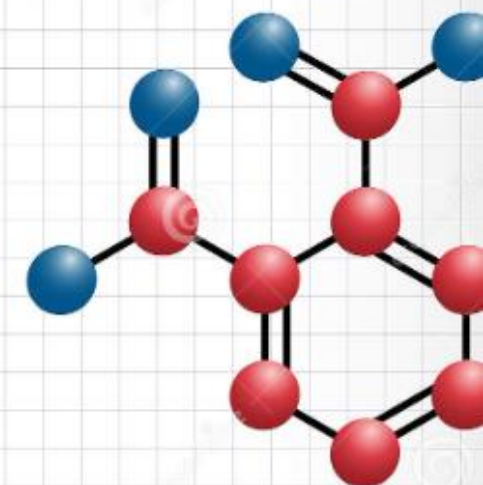
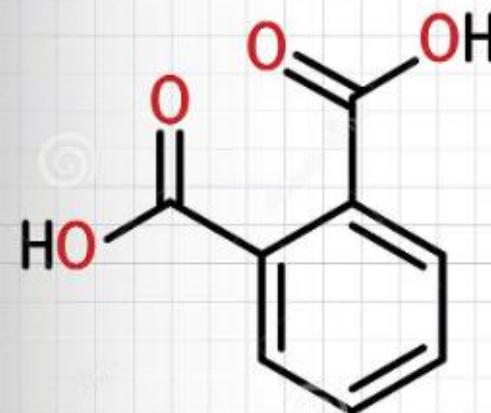
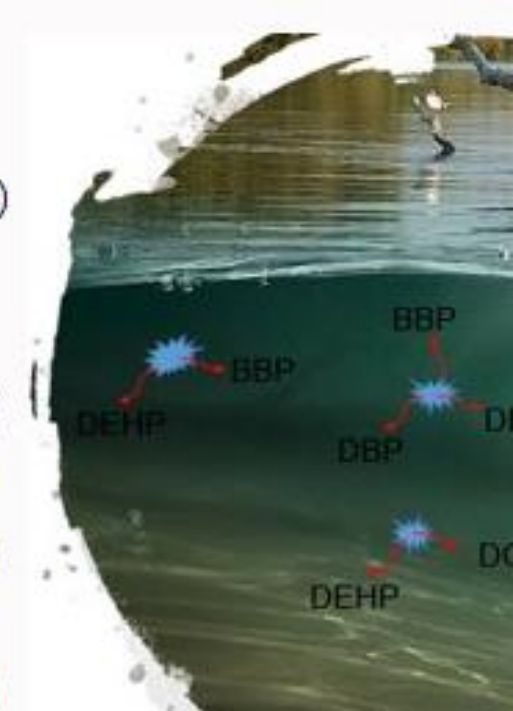
## ESTRY KWASU FTALOWEGO (PAEs)

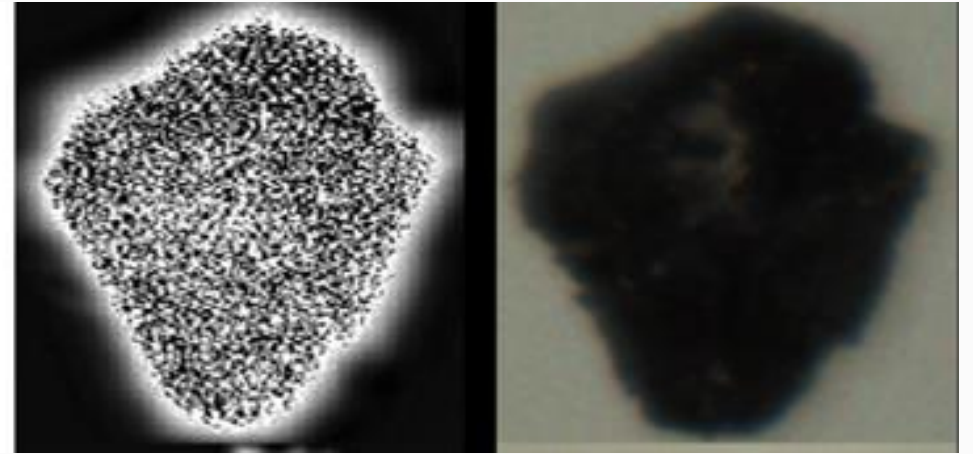
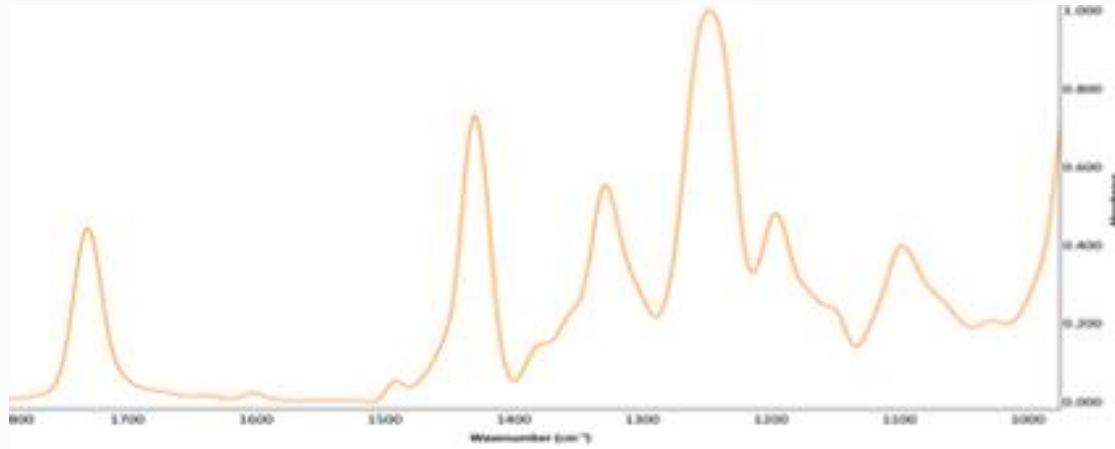
# Plastyfikatory PCW

Plastyfikatory (zmiękczacze) są to substancje zmniejszające oddziaływania międzycząsteczkowe oraz zwiększające ruchliwość łańcuchów polimerowych. Skutkiem tego jest obniżenie temperatury zeszklenia, twardości i wytrzymałości przy jednoczesnym zwiększeniu elastyczności.

Najczęściej stosowanym plastykatorem jest

- ftalan di-(2-etyloheksyloy) (DEHP)
- ftalan dioktyloy (DOP)
- ftalan diizononyloy (DINP)
- ftalan diizodecyloy (DIDP)
- Ftalan diizobutyloy (DIBP)
- ftalan di-n-butyloy (DBP)
- ftalan benzobutyloy (BBP)





# Metodyka badań

**Badania migracji plastyfikatorów przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch materiałów wykonanych z PCW takich jak:**

- uszczelka trapeza
- folia przemysłowa charakteryzującą się wysoką zawartością plastyfikatorów (60% całkowitej masy).



# Analiza chromatograficzna (GC-MS)

## System dozowania

Dozownik split-splitless z automatycznym podajnikiem próbek

Tryb pracy

Bez podziału

Objętość dozowanej próbki

1  $\mu$ l

Temperatura dozownika

300°C

Gaz nośny

Hel

Kolumna chromatograficzna

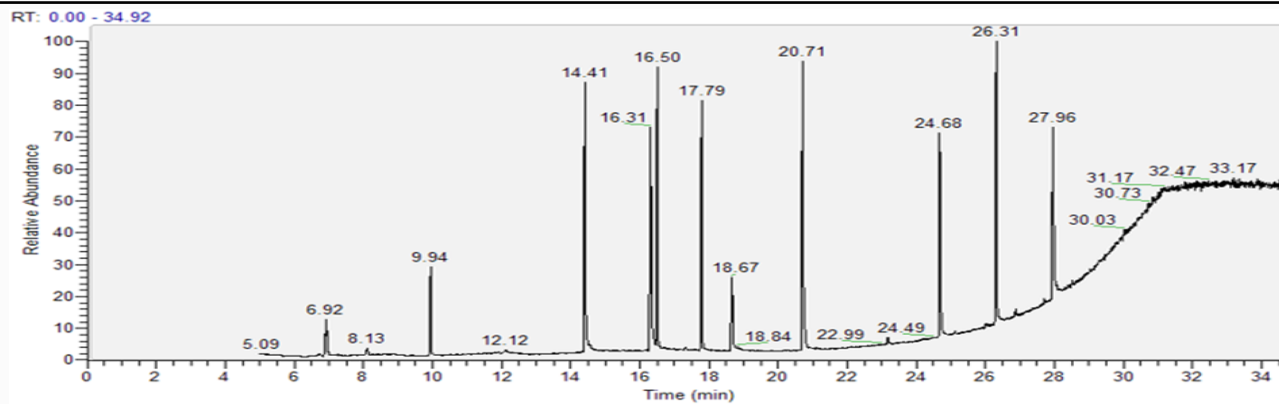
ZB-5MS plus (30m; 0,25mm; 0,25  $\mu$ m)

Prędkość przepływu gazu nośnego

1,0 ml/min

Program temperaturowy

40 °C (1 min) do 300 °C (5 min), 9 °C /min



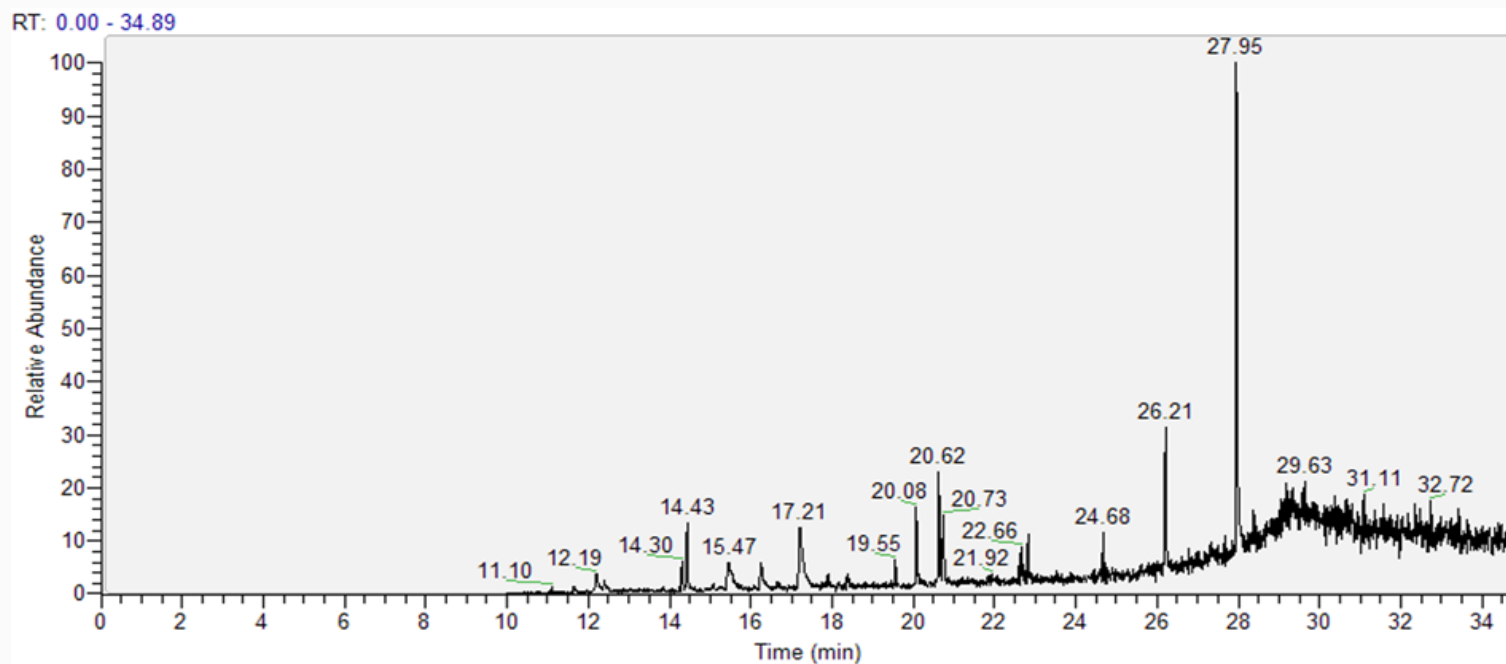
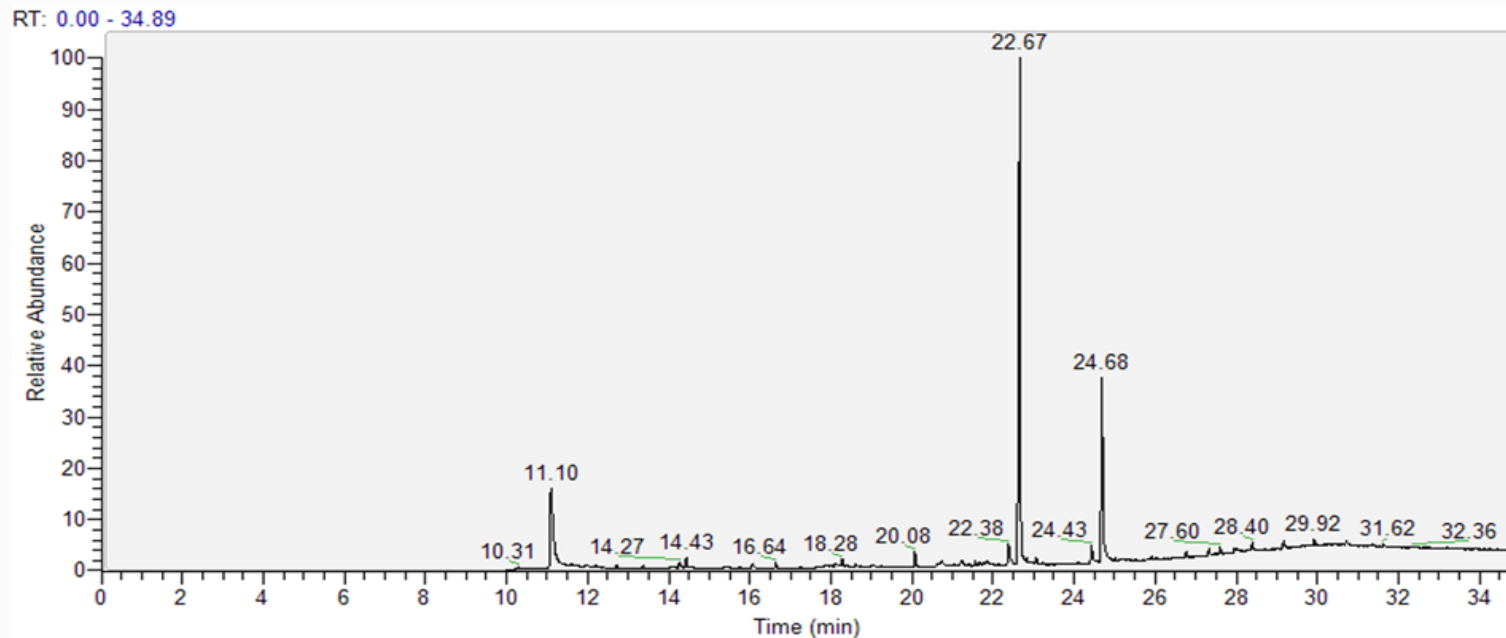
# WYNIKI BADAŃ

## Analiza chromatograficzna

### PCW - uszczelka

| Substancja       | Czas retencji RT (min) |
|------------------|------------------------|
| Benzotiazol      | 11.10                  |
| p-Fenylendiamina | 22.67                  |

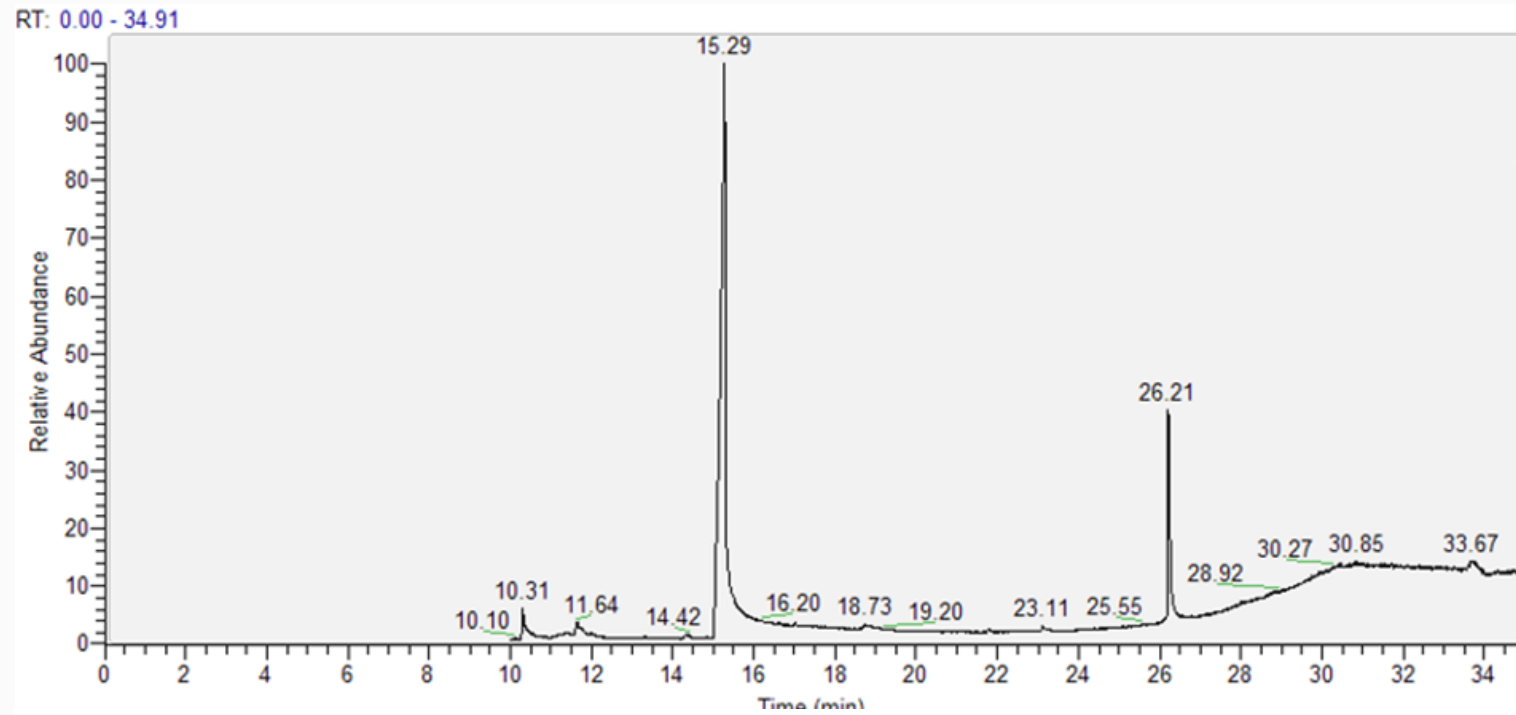
| Substancja                | Skrót | Czas retencji RT (min) |
|---------------------------|-------|------------------------|
| Ftalan dimetylu           | DMP   | 14.43                  |
| Ftalan dietylu            | DEP   | 16.21                  |
| Ftalan di-n-butylu        | DBP   | 20.62                  |
| Ftalan benzylu butylu     | BBP   | 24.68                  |
| Ftalan di(2-etyloheksylu) | DEHP  | 26.21                  |
| Ftalan di-n-oktylu        | DOP   | 27.95                  |



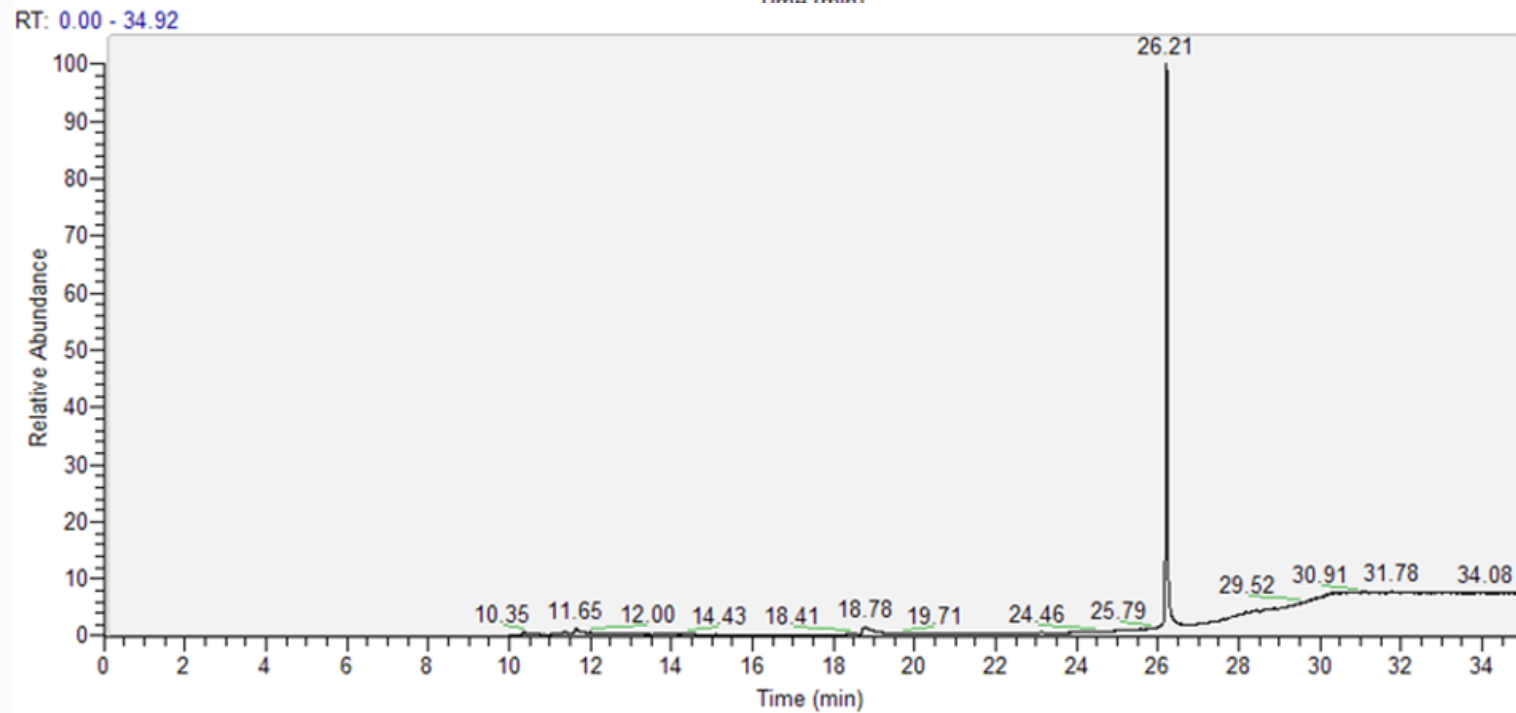
# WYNIKI BADAŃ

## Analiza chromatograficzna PCW – folia przemysłowa

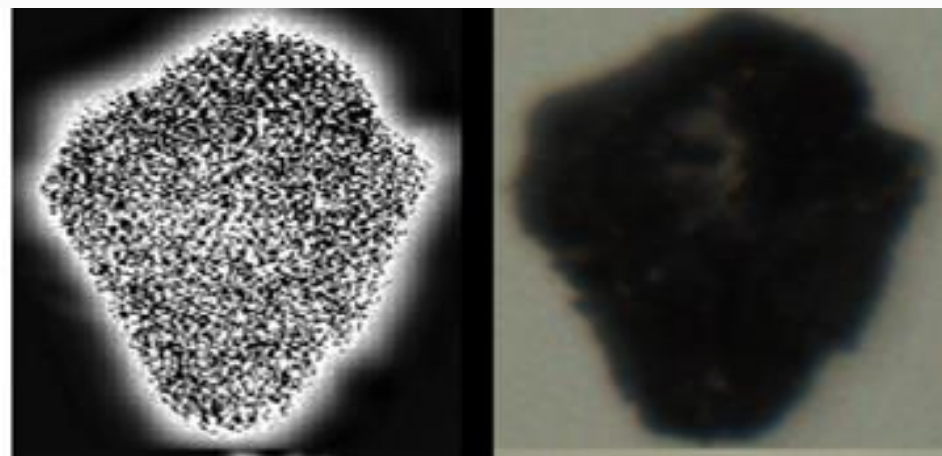
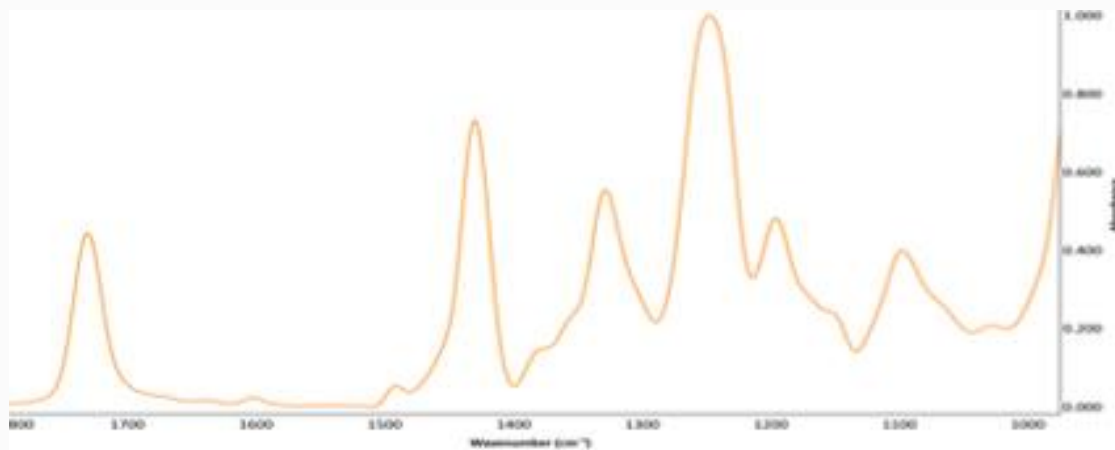
| Substancja      | Czas retencji RT (min) |
|-----------------|------------------------|
| Kwas benzoesowy | 15.29                  |



| Substancja                | Skrót | Czas retencji RT (min) |
|---------------------------|-------|------------------------|
| Ftalan di(2-etyloheksylu) | DEHP  | 26.21                  |

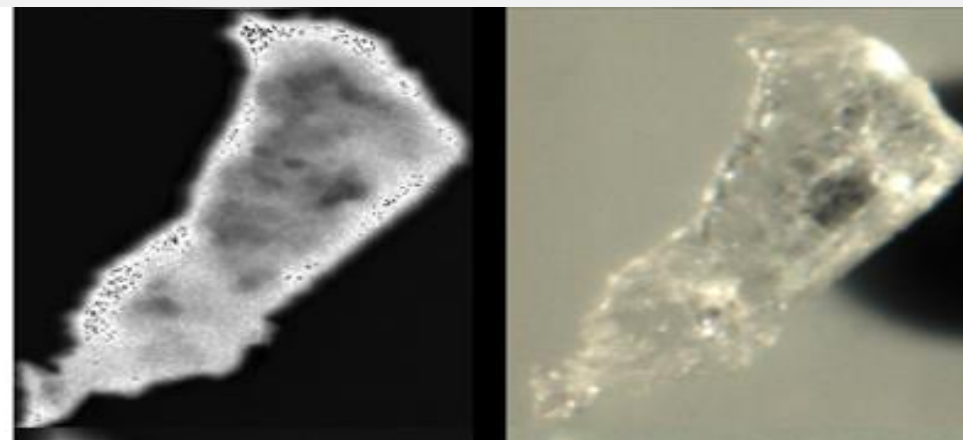






# Analiza LDIR

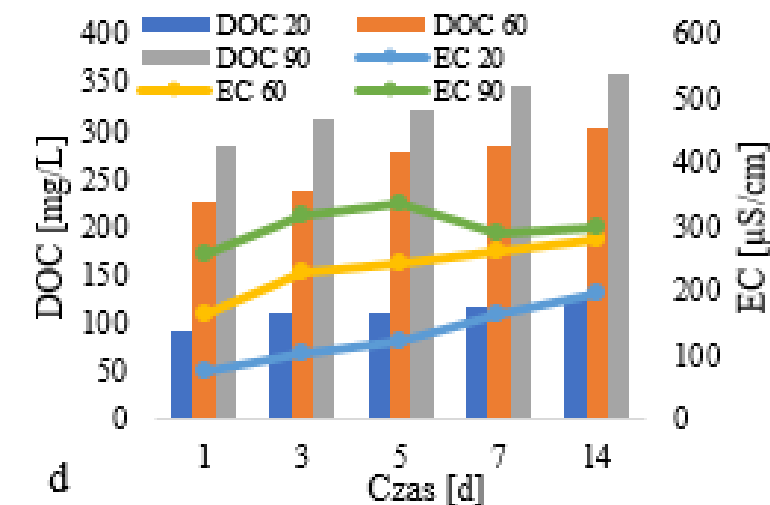
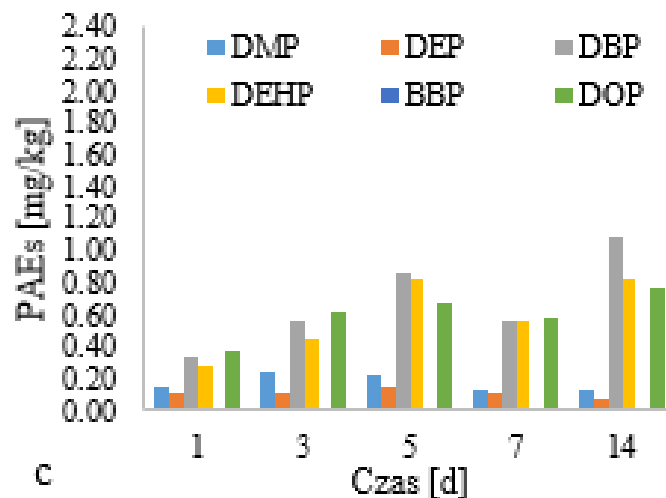
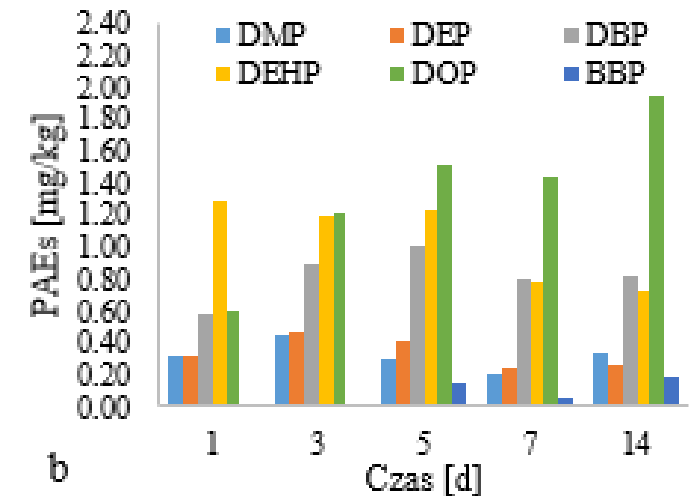
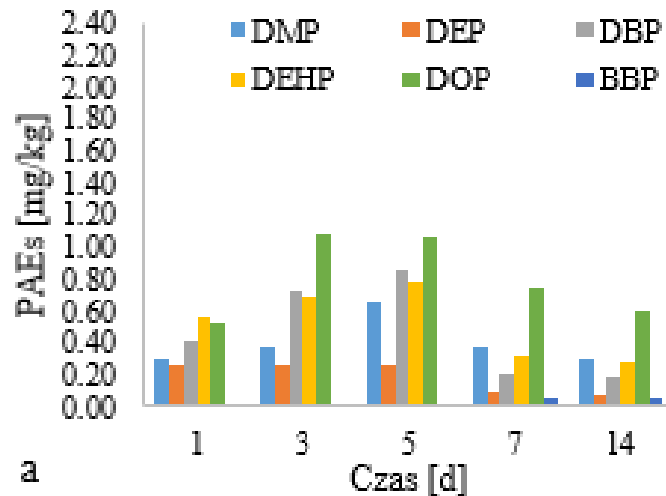
| Parametr     | Jednostka       | Uszczelka | Folia   |
|--------------|-----------------|-----------|---------|
| Szerokość    | μm              | 964       | 1470    |
| Wysokość     | μm              | 898       | 3394    |
| Średnica     | μm              | 913       | 1932    |
| Powierzchnia | μm <sup>2</sup> | 655025    | 2933100 |
| Kolistość    | -               | 0.67      | 0.35    |
| Zwartość     | -               | 0.96      | 0.82    |



# WYNIKI BADAŃ

## Emisja plastyfikatorów z uszczelki

- a) 20°C
- b) 60°C
- c) 90°C
- d) OWO i przewodnictwo właściwe

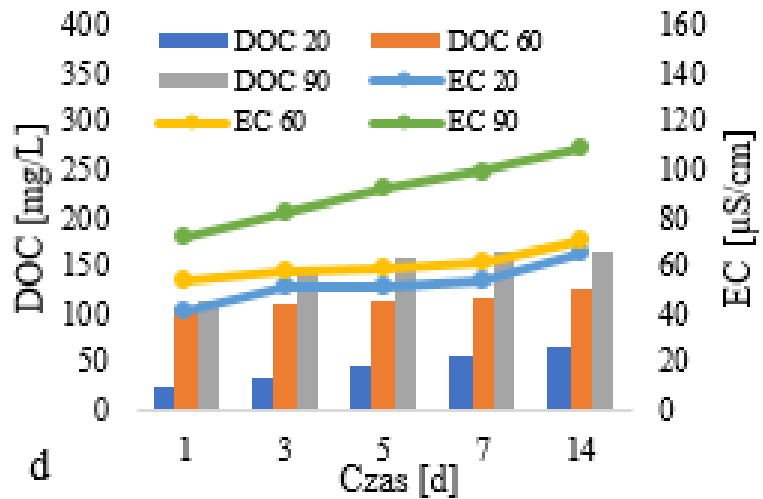
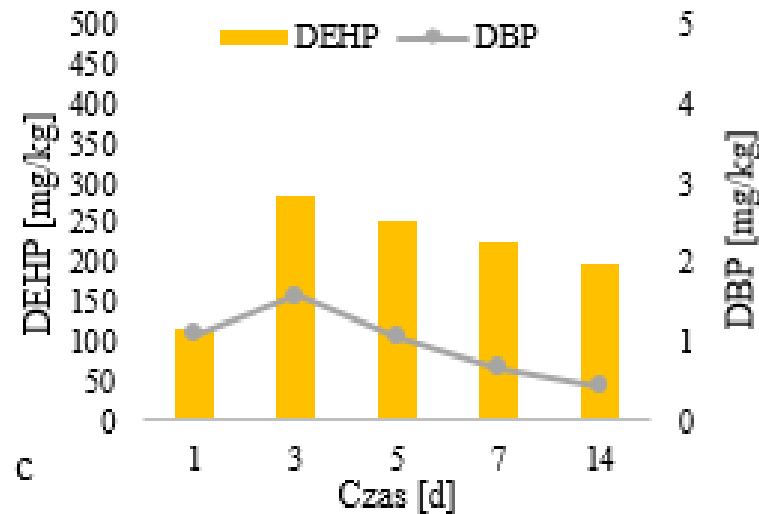
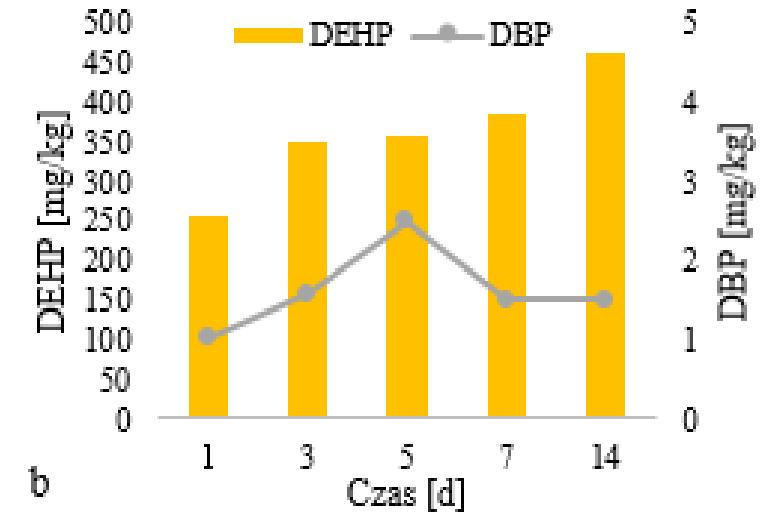
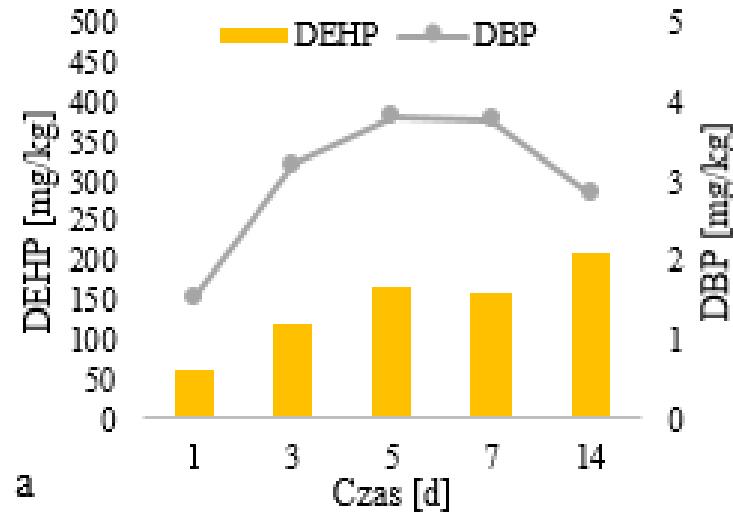


## Wpływ temperatury i czasu

# WYNIKI BADAŃ

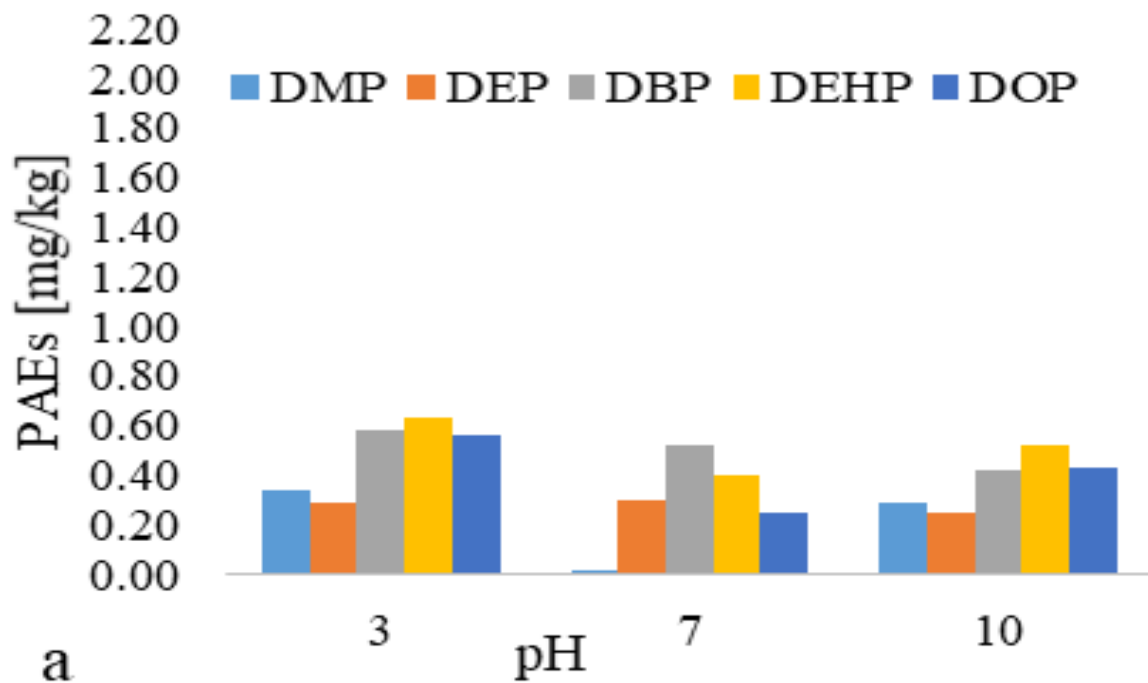
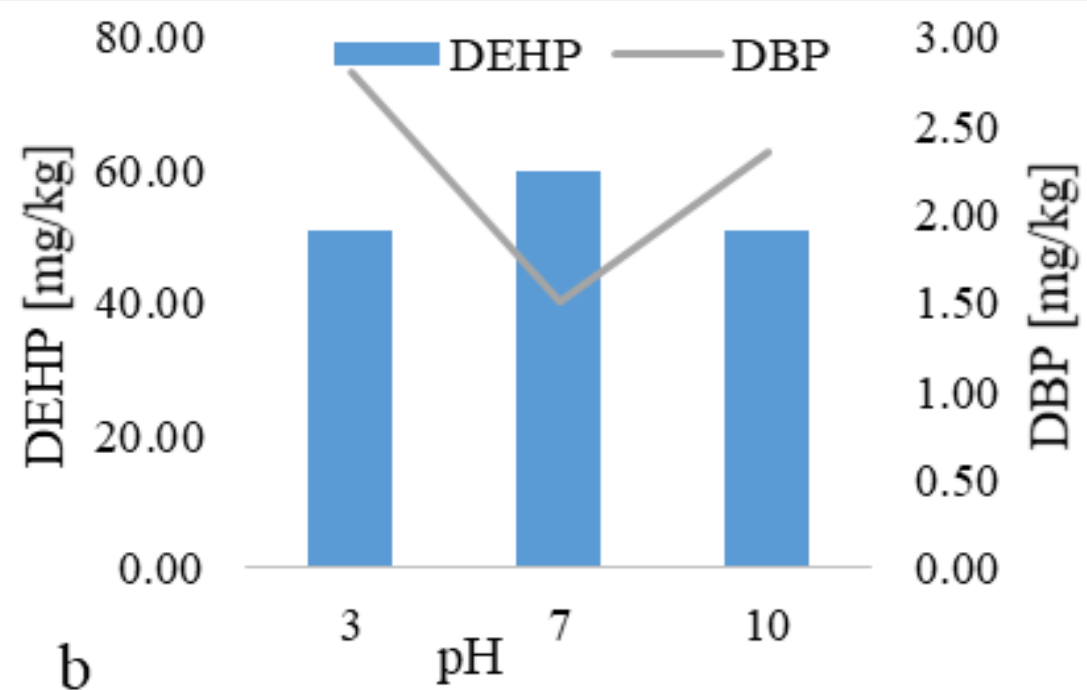
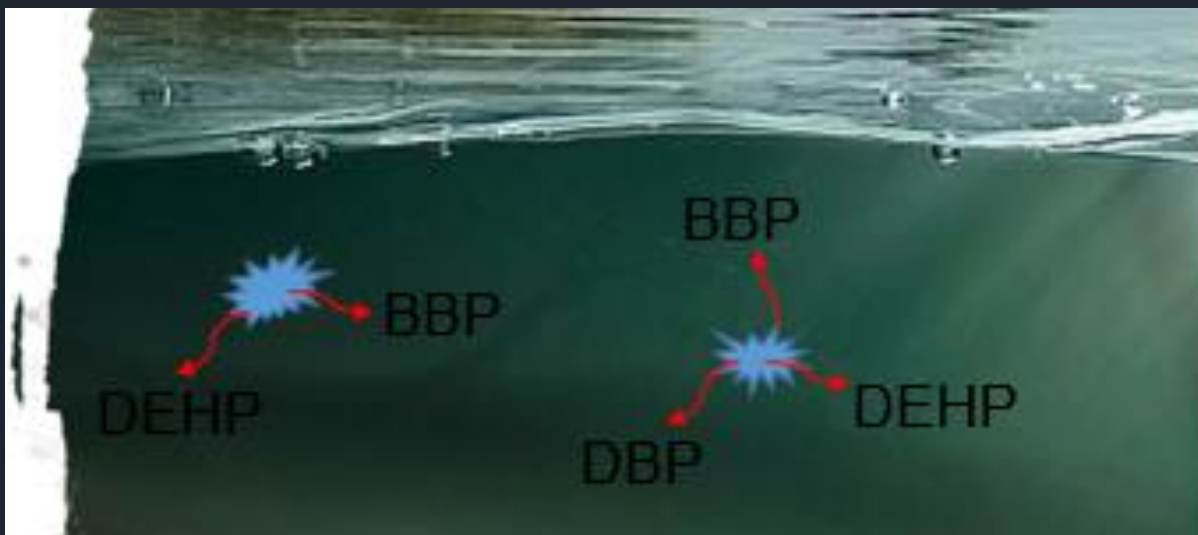
## Emisja plastyfikatorów z folii przemysłowej

- a) 20°C
- b) 60°C
- c) 90°C
- d) OWO i przewodnictwo właściwe

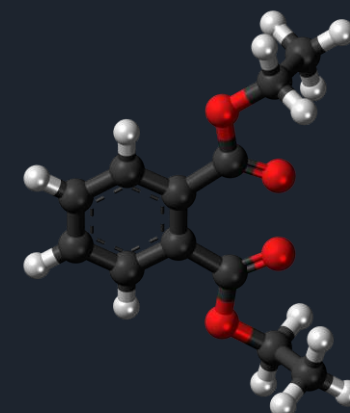


## Wpływ temperatury i czasu

# WYNIKI BADAŃ



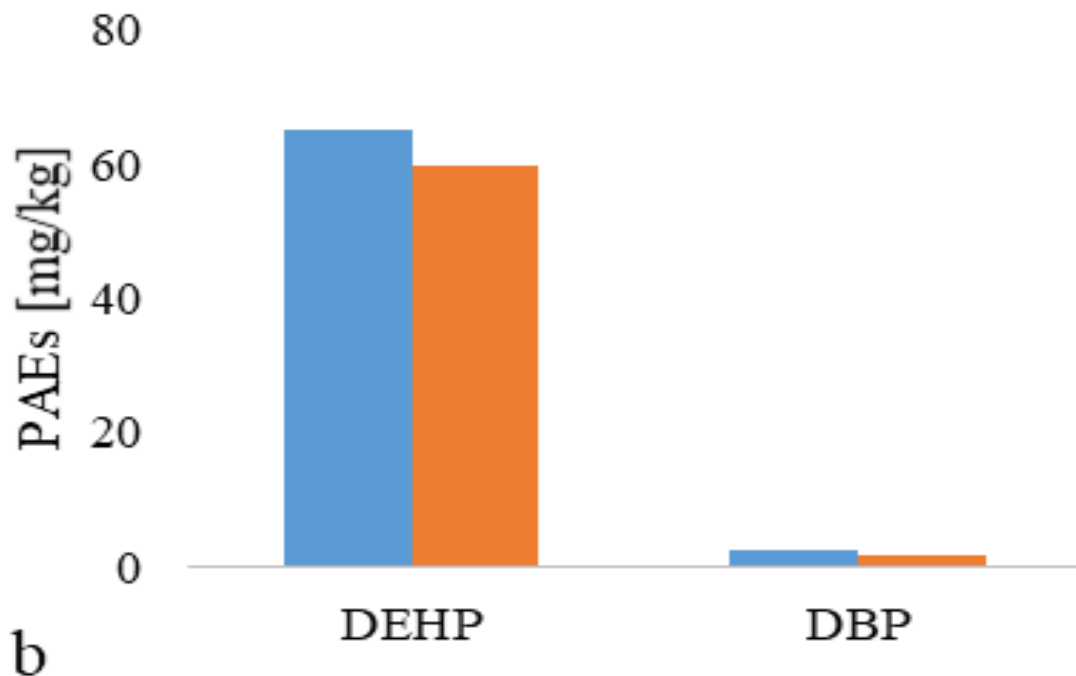
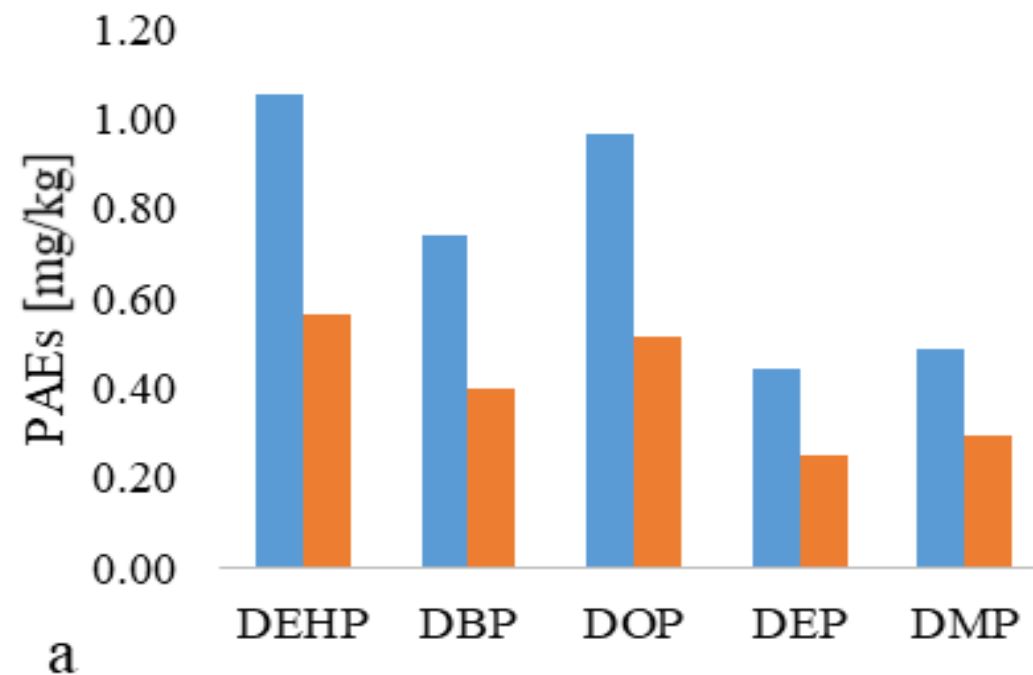
## Wpływ pH



a) uszczelka; b) folia przemysłowa;  
Parametry: 1d, 20°C

## WYNIKI BADAŃ

# Wpływ warunków hydrologicznych



a) uszczelka;  
b) folia przemysłowa;  
Parametry: 1d, 20°C

■ warunki dynamiczne  
■ warunki statyczne

# Wnioski

- ❑ Zanieczyszczenie cząstkami tworzyw sztucznych jest poważnym problemem środowiskowym o wymiarze globalnym.
- ❑ Emisja plastyfikatorów i degradacja polimerów to złożony proces, którego przebieg determinowany jest zarówno czynnikami środowiskowymi, jak i właściwościami fizykochemicznymi poszczególnych dodatków.
- ❑ Temperatura medium ma istotny wpływ na emisję analizowanych plastyfikatorów z tworzyw sztucznych. Wzrost temperatury z 20 °C do 60 °C skutkował większą emisją analizowanych plastyfikatorów. Natomiast dla temperatury 90 °C odnotowano niższe stężenia tych substancji, co mogło wynikać z ich rozkładu.
- ❑ pH środowiska reakcji nie miało istotnego wpływu na ilość wymywanych substancji z mikroplastików.