

dr inż. Andrzej Polańczyk

Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

Wpływ temperatury gruntu oraz cieczy na proces prześlania wybranych płynów eksploatacyjnych stosowanych w pojazdach mechanicznych

Abstrakt

Substancje ropopochodne ze względu na właściwości fizykochemiczne blokują pory gleby, powodując powstanie warstwy nieprzepuszczalnej, m.in. dla wody lub powietrza. Gleby o strukturze luźniejszej wykazują niższą odporność na działanie degradującej substancji ropopochodnej. Celem pracy było określenie wpływu temperatury gleby oraz temperatury wybranych płynów eksploatacyjnych na stopień prześlania gleby. W pracy analizowano płyny eksploatacyjne stosowane w pojazdach silnikowych, z którymi jednostki ochrony przeciwpożarowej mają najczęściej do czynienia podczas interwencji w zdarzeniach drogowych.

Badaniu poddano płyn chłodniczy oraz olej silnikowy. Badanie prześlania cieczy przez piasek wykonano w warunkach laboratoryjnych, analizując każdorazowo 150 cm³ piasku, do którego wprowadzano dwukrotnie 100 ml badanej cieczy, co umożliwiło określenie przepuszczalności gleby w funkcji stopnia jej wilgotności. Ciecze były analizowane w trzech temperaturach: 7°C, 23°C i 85°C, natomiast piasek w dwóch temperaturach: 10°C i 25°C.

Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, iż czas prześlania cieczy przez grunt maleje wraz ze wzrostem temperatury cieczy. Co więcej, wraz ze wzrostem temperatury gruntu czas prześlania cieczy przez grunt ulega skróceniu. Jest to związane ze spadkiem lepkości cieczy oraz wzrostem współczynnika filtracji.

Słowa kluczowe: przepuszczalność gruntu, płyny eksploatacyjne

The Influence of Soil and Liquid Temperature on the Process of Permeability of Selected Operating Fluids Used in Motor Vehicles

Abstract

Petroleum substances block the pores of the soil causing an impermeable layer, e.g. for water or air. Soils with a looser structure show lower resistance to the degrading oil-derivative substance.

The purpose of the work was to determine the effect of soil temperature and temperature of selected exploitation fluids on the degree of soil permeability.

Permeability of the liquid through the sand was carried out in the laboratory conditions. Each time to 150 cm³ of sand two volumes of 100 cm³ tested liquid were added. Cooling fluid and engine oil were tested. The liquids were analyzed at three temperatures: 7°C, 23°C and 8°C, and sand was analyzed at two temperatures: 10°C and 25°C.

On the basis of the conducted tests, it was observed that the time of liquid permeability through the soil decreased with the increasing temperature of the liquid. Moreover, as the soil temperature raised, the time the liquid seeped through the ground was reduced. This was related to the decrease in viscosity of the liquid and the increase in the filtration coefficient.

Keywords: soil permeability, operating fluids

1. Wstęp

W 2016 r. Państwowa Straż Pożarna (PSP) podjęła 24 586 działań związanych z wypadkami w transporcie drogowym, które wymagały m.in. neutralizacji, a także sorpcji substancji chemicznych. Według statystyk prowadzonych przez Komendę Główną Policji w 2016 r. odnotowano 440 000 wypadków i kolizji z udziałem środków transportu. Wynika z tego, że w co 16 zdarzeniu dochodziło do wycieku substancji niebezpiecznej dla środowiska, powodując tym samym lokalne skażenie środowiska [1].

Grunt to wielofazowy, drobny ośrodek porowaty, powstający w warunkach naturalnych lub poprzez działalność człowieka [2, 3]. Jednym z typów gruntów jest piasek, czyli grunt składający się z ziaren stanowiących rozdrobniony i pokruszony materiał skalny o średnicy ziaren od 0,25 mm do 2 mm. Oddziaływanie substancji ropopochodnych na środowisko naturalne jest różne i zależne przede wszystkim od właściwości substancji oraz ich stopnia zanieczyszczenia [4, 5]. Najgorsze pod względem zanieczyszczeń są przepracowane oleje silnikowe, gdyż w swojej strukturze posiadają bardzo dużo zanieczyszczeń wynikających z eksploatacji silnika [6]. Olej ze względu na właściwości fizykochemiczne blokuje pory gleby, powodując powstanie warstwy nieprzepuszczalnej dla podstawowych substancji, np. wody lub powietrza, niezbędnych do życia mikroorganizmów [7]. Co więcej, wyciek substancji ropopochodnych do gruntu powoduje obniżenie zawartości ważnych substancji, np. fosforu, azotu czy też tlenu. Grunty o strukturze luźniejszej wykazują niższą odporność na działanie degradującej substancji ropopochodnej. Do takich gleb zaliczamy gleby piaszczyste.

Piasek posiada określoną porowatość, uzależnioną od rozmiaru (średnicy) kanałków i ich kształtów [8]. Ciała porowate posiadają drugą specyficzną cechę, tj. zdolność do magazynowania i transportowania płynów w wyniku działania sił wewnętrznych oraz zewnętrznych. Przepływ płynu jest powiązany z budową geometryczną ośrodka porowatego i zależy od ułożenia oraz rozmiarów kanałków, a także od ich kształtu oraz krętości [9].

Celem niniejszego opracowania było określenie wpływu temperatury gleby oraz temperatury wybranych płynów eksploatacyjnych na stopień przesiąkania gleby. W pracy analizowano płyny eksploatacyjne stosowane w silnikach spalinowych pojazdów samochodowych, z którymi jednostki ochrony przeciwpożarowej mają najczęściej do czynienia podczas interwencji w zdarzeniach drogowych.

2. Metodyka badań

Badanie przesiąkania cieczy przez piasek wykonano w warunkach laboratoryjnych. Analizowano każdorazowo 150 cm³ piasku, do którego dwukrotnie wprowadzano 100 ml badanej cieczy, co umożliwiło określenie przepuszczalności gleby w zależności od stopnia jej wilgotności. Badaniu poddano płyn chłodniczy oraz olej silnikowy (ELF EVOLUTION SXR 5W30). Ciecze były analizowane w trzech temperaturach: 7°C, 23°C i 85°C, natomiast piasek w dwóch temperaturach: 10°C i 25°C.

Badania prowadzono dla stałych warunków otoczenia, tj. w temperaturze otoczenia 23°C, ciśnienia 1010 hPa oraz względnej wilgotności powietrza 60%.

Do obliczeń przesiąkliwości piasku zastosowano następujący wzór:

$$P = \frac{V}{S \cdot t}$$

gdzie:

P – przepuszczalność, [cm/s]

V – objętość przesiąkniętej cieczy, [cm³]

S – powierzchnia wsiąkania, [cm²]

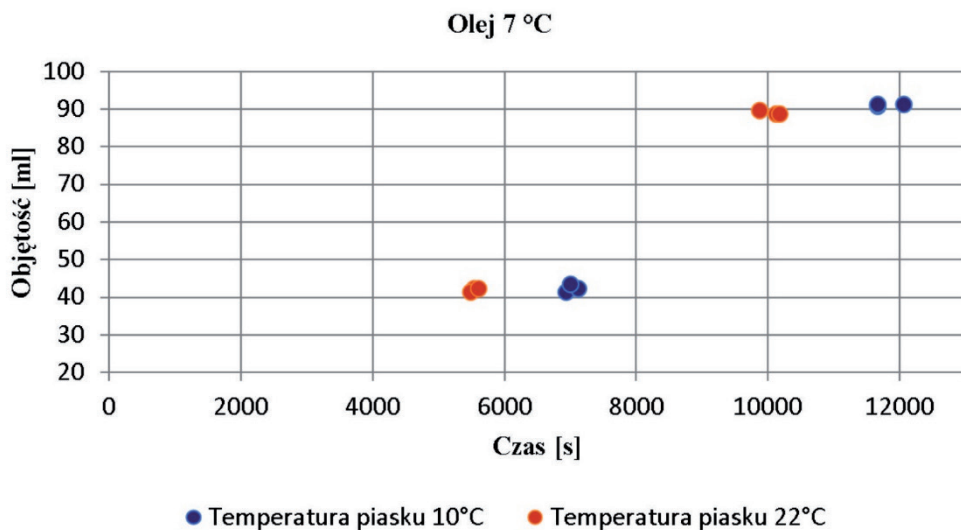
T – czas wsiąkania, [s]

Uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie ± odchylenie standardowe i porównano je z wynikami przesiąkliwości dla płynu referencyjnego (wody).

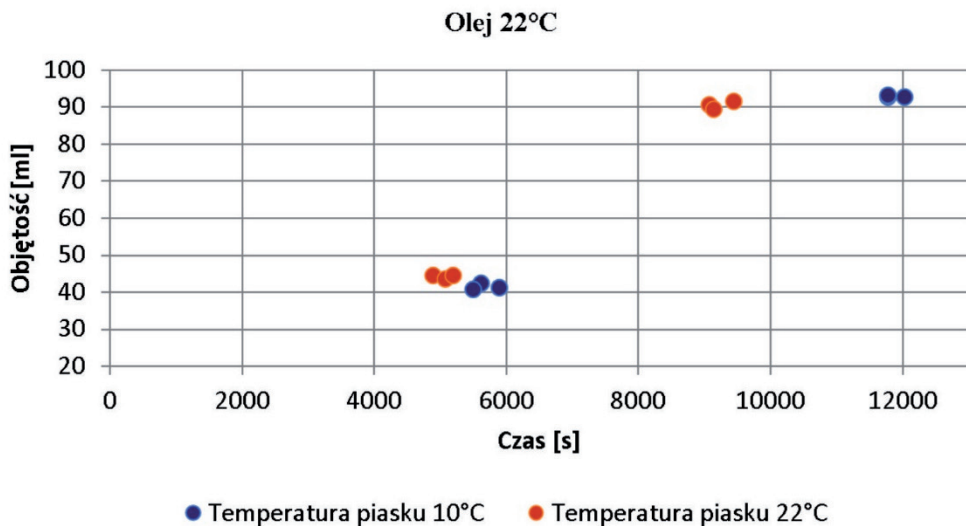
3. Wyniki

Uzyskane wyniki przesiąkliwości oleju napędowego przez piasek w różnych temperaturach przedstawiono na rys. 1–3. Analiza rys. 1 wskazuje, że najdłuższy czas przesiąkania zaobserwowano dla oleju silnikowego w temperaturze 7°C przez grunt o temperaturze 10°C. Wynosił on 12 000 s. Zwiększenie temperatury oleju napędowego do 23°C skróciło czas przesiąkania o około 1 000 s (rys. 2) w porównaniu do oleju silnikowego w temperaturze 7°C (rys. 1). Przesiäkanie oleju silnikowego w temperaturze 85°C przez grunt o temperaturze 22°C skracało czas procesu o 8 000 s.

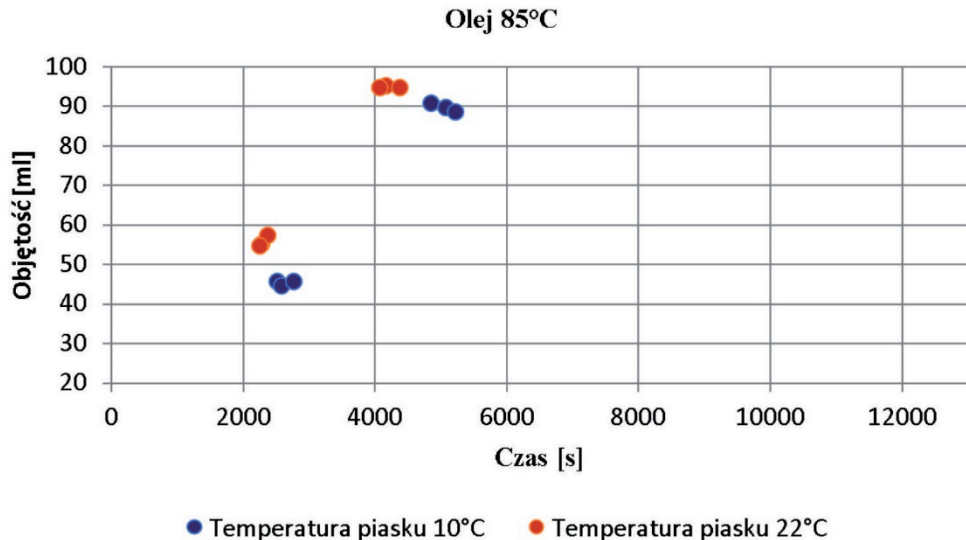
Objętość przesiąkniętego oleju silnikowego o temperaturze 23°C dla temperatury gruntu 10°C wynosiła 55 ml i jest o 10 ml większa w porównaniu z objętością oleju silnikowego przesiäkającego przez grunt o temperaturze 10°C. Natomiast podczas dodania kolejnej objętości oleju silnikowego, objętość przesiąkniętego oleju była na podobnym poziomie i wynosiła około 90 ml (dla dwóch temperatur oleju silnikowego, tj. 7°C i 23°C). Podczas tego badania zaobserwowano mocne nagrzewanie piasku przez gorący olej. Wyniki wskazują, że wraz ze wzrostem temperatury oleju silnikowego, zmniejsza się czas przesiäkania przez piasek.



Rys. 1. Wykres przedstawia objętość przesiąkniętego oleju (w temperaturze 7°C) w funkcji czasu dla dwóch temperatur gruntu. Oś X przedstawia czas mierzony w sekundach. Oś Y przedstawia objętość przesiąkniętej cieczy wyrażoną w mililitrach. Kolorem niebieskim oznaczono piasek w temperaturze 10°C. Kolorem czerwonym oznaczono piasek w temperaturze 22°C.

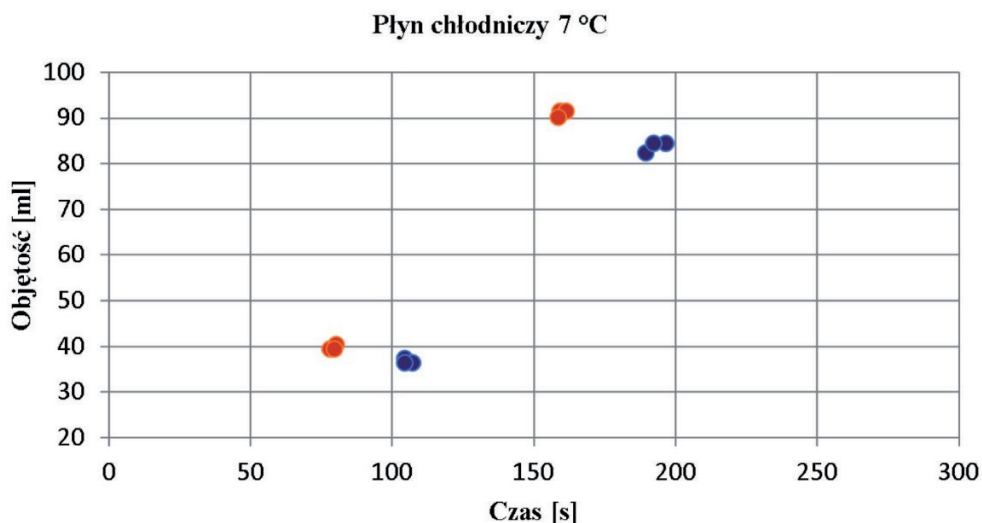


Rys. 2. Wykres przedstawia objętość przesiąkniętego oleju (w temperaturze 22°C) w funkcji czasu przesiąkania dla dwóch temperatur gruntu. Oś X przedstawia czas mierzony w sekundach. Oś Y przedstawia objętość przesiąkniętej cieczy wyrażoną w mililitrach. Kolorem niebieskim oznaczono piasek w temperaturze 10°C. Kolorem czerwonym oznaczono piasek w temperaturze 22°C.

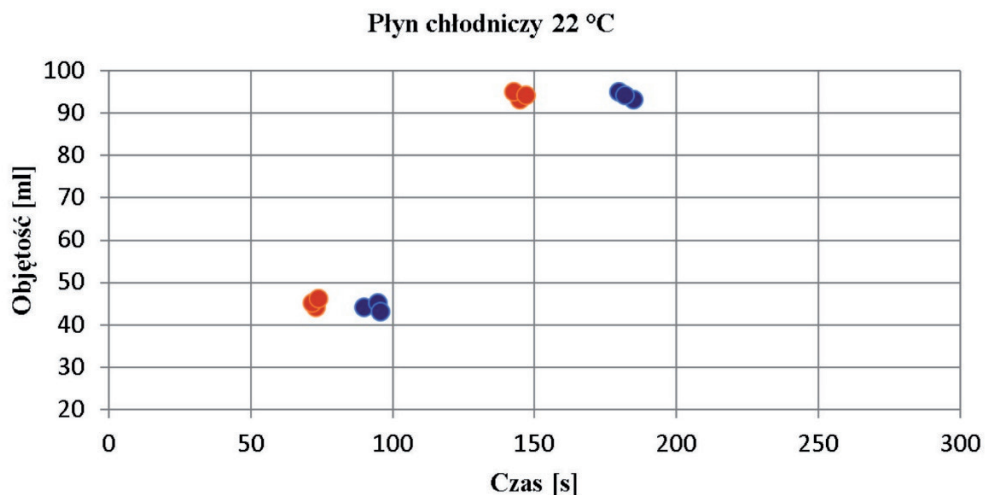


Rys. 3. Wykres przedstawia objętość przesiąkniętego oleju (w temperaturze 85°C) w funkcji czasu przesiąkania dla dwóch temperatur gruntu. Oś X przedstawia czas mierzony w sekundach. Oś Y przedstawia objętość wyrażoną w mililitrach. Oznaczono kolorem niebieskim piasek w temperaturze 10°C. Kolorem czerwonym oznaczono piasek w temperaturze 22°C.

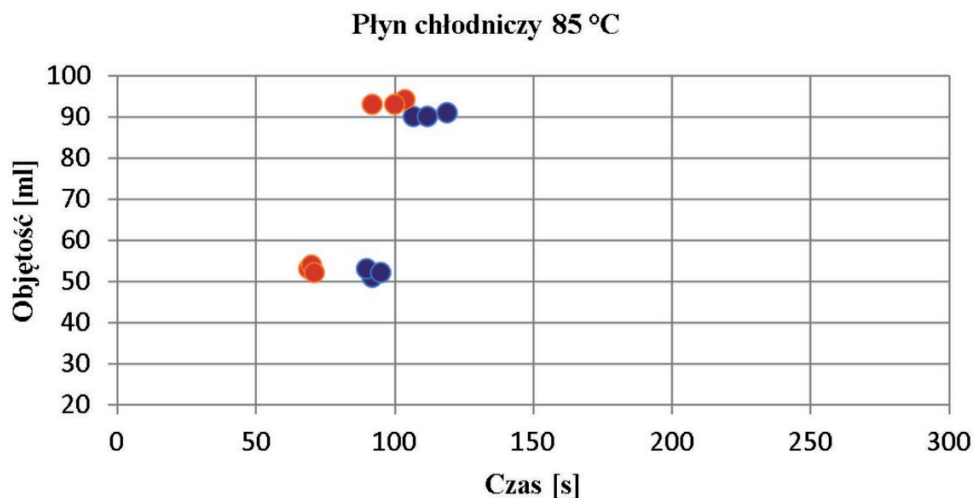
Wraz ze wzrostem temperatury płynu chłodniczego zmniejszał się czas przesiąkania substancji przez piasek. Widoczny na rys. 4 czas przesiąkania płynu chłodniczego przez piasek wynosi niecałe 200 s. Jest to najdłuższy czas przesiąkania dla analizowanych dwóch zakresów temperatur. Zauważyć również można, że zmiana temperatury piasku o 15°C zmniejsza o około 40 s czas potrzebny do przesiąknięcia. Ilość przesiąkniętego płynu jest na podobnym poziomie dla każdej z dwóch prób i wynosi około 45 ml dla próby pierwszej i 93 ml dla drugiej dodanej objętości (dla dwóch zakresów temperatur gruntu). Na rys. 5 zaobserwować można skrócenie czasu przesiąkania płynu chłodniczego o około 20 s dla każdej analizowanej temperatury w porównaniu z wartościami na rys. 4. Poziom przesiąkniętej cieczy w temperaturze 22°C wzrósł o około 5 ml w porównaniu z temperaturą cieczy w 7°C . Z danych przedstawionych na rys. 6 można wnioskować, że czas potrzebny do przesiąknięcia płynu o temperaturze 85°C przez piasek o temperaturze 10°C wynosi 80 s.



Rys. 4 Wykres przedstawia objętość przesiąkniętego płynu chłodniczego (w temperaturze 7°C) w funkcji czasu dla dwóch temperatur gruntu. Oś X przedstawia czas mierzony w sekundach. Oś Y przedstawia objętość wyrażoną w mililitrach. Kolorem niebieskim oznaczono piasek w temperaturze 10°C . Kolorem czerwonym oznaczono piasek w temperaturze 22°C .



Rys. 5. Wykres przedstawia objętość przesiąkniętego płynu chłodniczego (w temperaturze 22°C) w funkcji czasu dla dwóch temperatur gruntu. Oś X przedstawia czas mierzony w sekundach. Oś Y przedstawia objętość wyrażoną w mililitrach. Kolorem niebieskim oznaczono piasek w temperaturze 10°C. Kolorem czerwonym oznaczono piasek w temperaturze 22°C.



Rys. 6. Wykres przedstawia objętość przesiąkniętego płynu chłodniczego (w temperaturze 85°C) w funkcji czasu dla dwóch temperatur gruntu. Oś X przedstawia czas mierzony w sekundach. Oś Y przedstawia objętość wyrażoną w mililitrach. Kolorem niebieskim oznaczono piasek w temperaturze 10°C. Kolorem czerwonym oznaczono piasek w temperaturze 22°C.

Olej napędowy, jako ciecz o znacznie większej gęstości niż płyn chłodniczy, znacznie dłużej przesiąka przez piasek. Różnica w czasie wynosi ponad 10 000 s. Największe skrócenie czasu można zaobserwować dla oleju między temperaturą 22°C a 85°C. Skrócenie czasu wynosi około 6 000 s. Wraz ze wzrostem temperatury cieczy przesiąkliwość wzrasta. Przesiąkliwość płynu chłodniczego w stosunku do oleju w temperaturach 7°C i 22°C jest około 60-krotnie większa. Natomiast w temperaturze 85°C przesiąkliwość jest 35-krotnie większa dla płynu chłodniczego w porównaniu do oleju (tabela 1).

Tabela 1. Średnia wartość przesiąkania oleju oraz płynu chłodniczego w temperaturach 7°C, 22°C i 85°C dla dwóch temperatur ziemi 10°C i 22°C.

Płyn	Piasek w 10°C	Piasek w 22°C
olej w 7°C	0,001074	0,001292
płyn chłodniczy 7°C	0,061618	0,084170
olej w 22°C	0,001194	0,001459
płyn chłodniczy 22°C	0,078489	0,100704
olej w 85°C	0,002734	0,003664
płyn chłodniczy 85°C	0,093325	0,130094

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, iż czas przesiąkania cieczy przez piasek maleje wraz ze wzrostem temperatury cieczy. Co więcej, wraz ze wzrostem temperatury piasku, czas przesiąkania cieczy ulega skróceniu. Jest to związane ze spadkiem lepkości cieczy oraz wzrostem współczynnika filtracji piasku.

Literatura

- [1] *Wypadki drogowe w Polsce w 2016 roku*, Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu Drogowego, Warszawa 2017.
- [2] Dmochowska A., Skuneczny K., Polańczyk A., Jarosz W., Ciuka-Witrylak M., *Zagrożenia wynikające z emisji pyłu zawieszonego z liniowych źródeł komunikacji*, Zeszyty Naukowe SGSP 2018, nr 68/4/2018, s. 51–80.

- [3] Muszyński M., *Ogólna klasyfikacja skał osadowych* [w:] A. Manecki, M. Muszyński (red.), *Przewodnik po petrografii*, Kraków 2008.
- [4] Polańczyk A., Majder-Łopatka M., Ciuka-Witrylak M., Matuszkiewicz R., *Zastosowanie specjalistycznych mobilnych urządzeń do identyfikacji substancji niebezpiecznych w miejscu zdarzenia*, *Zeszyty Naukowe SGSP* 2019, nr 69/1/2019, s. 49–58.
- [5] Polańczyk A., Salamonowicz Z., Dmochowska A., Makowski R., *Numerical Modeling of Dispersion Process for Different Density of Gas Mixtures – 2d and 3d Numerical Approach*, *Zeszyty Naukowe SGSP* 2018, nr 66 (tom 1)/2/2018, s. 23–38.
- [6] Malina G., Szczepański A., *Likwidacja zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi w środowisku wodno-gruntowym*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1994.
- [7] Polańczyk A., Majder-Łopatka M., Jarosz W., Matuszkiewicz R., *Application of the Regression Function for the Description of Sorption Process*, *Zeszyty Naukowe SGSP* 2018, nr 66 (tom 1)/2/2018, s. 39–48.
- [8] Dmochowska A., Polańczyk A., Jarosz W., Ciuka-Witrylak M., Matuszkiewicz R., *Zagrożenia związane z pyłem zawieszonym na terenie przyległym do zamkniętego składowiska odpadów komunalnych*, *Zeszyty Naukowe SGSP* 2019, nr 69/1/2019, s. 7–18.
- [9] Polańczyk A., Dmochowska A., Salamonowicz Z., Jarosz W., *Przewidywanie zasięgu stref zagrożenia dla wycieku amoniaku z przemysłowej instalacji chłodniczej*, *Zeszyty Naukowe SGSP* 2019, nr 69/1/2019, s. 37–47.