



Zanieczyszczenie wód produktami naftowymi

Janina Piekutin
Politechnika Białostocka

1. Wstęp

W analizie możliwości zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami ropopochodnymi należy m.in. brać pod uwagę: rodzaj i stan zagospodarowania terenu, w tym jego podatność na erozję spowodowaną spływami powierzchniowymi, zanieczyszczenie opadu atmosferycznego, rodzaj nawierzchni dróg, placów, parkingów, itp., rodzaj i natężenie ruchu pojazdów [2, 5]. Na stężenie zanieczyszczeń powierzchniowych spływów opadowych wpływa ponadto: częstotliwość i sposób czyszczenia zlewni (dróg, placów), sposób zwalczania gołoledzi, roboty budowlane na obszarze zlewni, charakterystyka zjawiska opadowego (intensywność, czas trwania, długość przerwy pomiędzy opadami), pora roku [2].

Położenie województwa podlaskiego w geograficznym środku Europy sprawia, iż może ono spełniać istotną rolę w krajowym i międzynarodowym systemie komunikacyjnym. Przygraniczne położenie województwa podlaskiego, w wąskim przesmyku łączącym kraje nadbałtyckie z resztą Europy sprawia, iż jest ono ważnym terenem tranzytowym. Białystok usytuowany jest na styku dwóch dróg ekspresowych S8 i S19, realizujących powiązania międzynarodowe z krajami nadbałtyckimi, Bia-

lorusią i Rosją oraz z południem Europy [4]. Niestety wzrastający ruch tranzytowy stanowi w województwie coraz większy problem ze względu na niedostosowanie parametrów dróg do aktualnego ruchu. Krajowe i międzynarodowe znaczenie tras przebiegających przez województwo podlaskie podkreślają wskaźniki wzrostu ruchu pojazdów w latach 2000÷2005, które wyniosły w kategorii dróg:

- międzynarodowych – 1,44 (najwyższy wskaźnik w kraju),
- pozostałych krajowych – 1,25,
- krajowych ogółem – 1,31 (najwyższy wskaźnik w kraju), w stosunku do średniej krajowej 1,18 wynoszącej dla każdej z kategorii dróg [9].

Ze względu na znaczne nasilenie ruchu i niedostosowanie standardu nawierzchni dróg do obciążeń oraz ograniczone środki finansowe dla potrzeb remontowych, następuje przyspieszony proces degradacji nawierzchni dróg – największy na drogach wojewódzkich o charakterze tranzytowym. Na tych drogach wystąpił stan krytyczny w zakresie równości podłużnej oraz stan krytyczny nośności.

Rzeka Supraśl jest prawobrzeżnym dopływem Narwi [1]. Rzeka przyjmuje 18 dopływów, z czego prawobrzeżnych jest 11 a lewobrzeżnych 7. Dopływy prawobrzeżne odwadniają 70% obszarów, podczas gdy lewobrzeżne zaledwie 30% [10]. W zlewni znajduje się Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej. Jej zlewnia objęta jest pośrednią strefą ochronną. Rzeka Supraśl jest gęsto poprzecinana szlakami komunikacyjnymi o różnym natężeniu ruchu [10, 11], do których należą: droga krajowa nr 19, 8 i 65, droga wojewódzka nr 676, oraz linia kolejowa Warszawa – Sankt Petersburg.

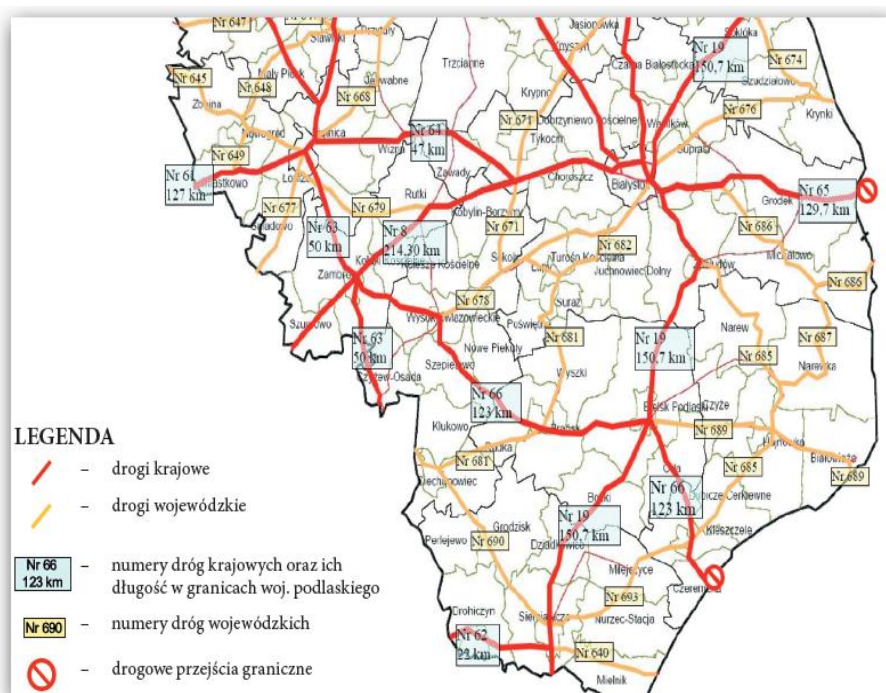
Wyrazem głębokiej świadomości tego problemu są liczne prace naukowe, konferencje i szkolenia poświęcone zagadnieniom oczyszczania wody z substancji ropopochodnych. W przypadku rzeki Supraśl dane dotyczące zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi w dostępnej literaturze są skąpe [9] a warunki ich migracji nierozpoznane. W związku z tym celowym wydaje się podjęcie badań nad występowaniem zanieczyszczeń komunikacyjnych na badanym terenie, szczególnie iż Supraśl stanowi źródło zaopatrzenia w wodę pitną aglomeracji Białostockiej (ujęcie powierzchniowe).

Przedmiotem pracy jest oszacowanie ilościowe produktów naftowych w wodach Supraśli i wodzie podziemnej w pobliżu rzeki.

2. Materiały i metody

Na terenie zlewni do badań wytypowano 10 punktów pomiarowych w przypadku wody powierzchniowej i 2 dla wody podziemnej. Wytypowane miejsca poboru miały na celu określić odprowadzane zanieczyszczenia z zlewni i dróg. [7].

Wodę badano pod kątem zawartości substancji ropopochodnych (ekstrakt eterowy i suma węglowodorów C₆-C₃₅), ponadto oznaczano zawiesinę, chemiczne zapotrzebowanie tlenu metodą nadmanganianową (ChZT_{Mn}) i odczyn według obowiązujących norm i metodyk.



Rys. 1. Drogi w województwie podlaskim [9]

Fig. 1. Roads in Podlasie Province [9]

Badania wody powierzchniowej planowano prowadzić przez rok, aby próbkę pobierać raz w miesiącu, jednak w wyniku intensywnych opadów śnieżnych ilość pokrywy śnieżnej uniemożliwiła prawidłowe pobranie próbek w styczniu i lutym. Badanie wody podziemnej wykona-

no tylko dwukrotnie w czerwcu i listopadzie ze względu na powolną infiltrację zanieczyszczeń ropopochodnych. Do badań posłużyły również dane z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Białymstoku i Głównego Urzędu Statystycznego [10÷13].

3. Wyniki i dyskusja

Z przeprowadzonych badań [15] dotyczących sływu zanieczyszczeń z dróg wynika, że Polska, mimo najmniejszego natężenia ruchu, (tabela 1) charakteryzuje się bardzo wysokimi zawartościami zanieczyszczeń w sływach opadowych z dróg.

Tabela 1. Średnie stężenia zanieczyszczeń w sływach opadowych z dróg [15]
Table 1. Average pollutants concentrations in precipitation flows from roads [15]

| Kraj Country | Natężenie ruchu (pojazd/ dobę) Traffic density (vehicles per day) | Stężenie zanieczyszczeń [g/m ³] pollution concentration | | | | | |
|---------------------------|--|--|-------------|-------------------------|--|-------------------|-----------------|
| | | Zawiesiny ogólne Suspensions | ChZT COD | BZT ₅ BOD | Węglowodory aromatyczne Aromatic hy- drocarbons | N _{NH4+} | P og. P tot. |
| Szwajcaria Switzerland | 32000 | 150 | 120 | 9 | 0,0045 | 1,2 | 0,35 |
| Niemcy Germany | 41000 ÷ 90000 | 140 ÷ 310 | 107 ÷ 230 | 5 ÷ 11 | 0,0026 ÷ 0,048 | 0,01 ÷ 2,2 | 0,25 ÷ 1,9 |
| Francja France | b.d. | 205 | 83 | 9,2 | b.d. | 1,45 | b.d. |
| USA | 24000 ÷ 149000 | 53 ÷ 540 | 34 ÷ 240 | 4 ÷ 46 | b.d. | b.d. | 0,5 ÷ 1,69 |
| Polska Poland | 12000 | 292 | 362 | b.d. | 0,004 | 0,98 | b.d. |

Przyczyną są złe stany sporej części nawierzchni dróg, duży stosunek liczby starych samochodów do nowych jeżdżących po drogach źle skonstruowane systemy odwadniania nawierzchni dróg.

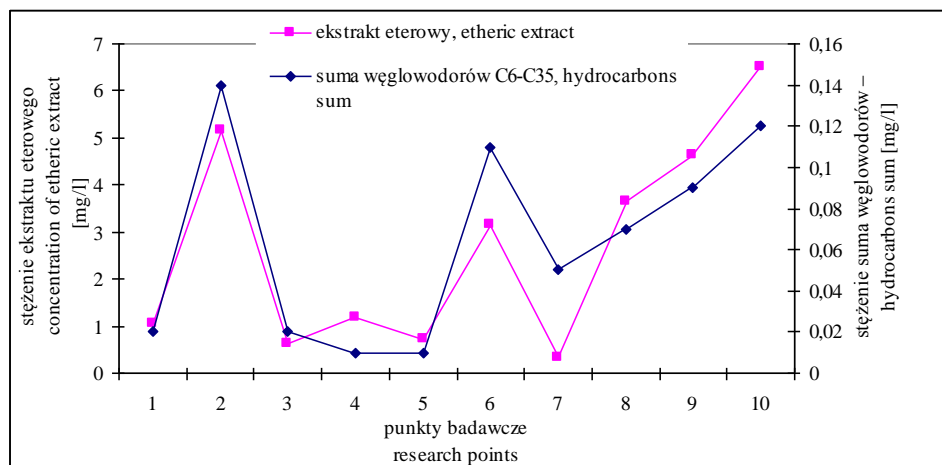
Pojawienie się substancji ropopochodnych w wodzie wynika również prawdopodobnie z dużej ilości pojazdów (tab. 2) na drogach przebiegających przez badany teren.

W badanych próbkach wody stwierdzono substancje ropopochodne jak i całkowitą zawartość substancji organicznych ekstrahujących się eterem naftowym.

Tabela 2. Zestawienie dróg wojewódzkich o największym natężeniu ruchu [4]

Table 2. List of province roads with biggest traffic density [4]

| Nr i przebieg drogi Number and course of road | Opis odcinka Description of Road section | Pojazdy samo- chodowe ogółem Amount of vehicles |
|---|--|--|
| 673 Lipsk – Dąbrowa Białostocka | Sokółka Dąbrowa Białostocka- Sokolany | 2190 |
| | Sokolany-Sokółka | 4096 |
| 674 Sokółka – Krynki | Sokółka /przejście/ Sokółka-Krynki 2209 | 6656 |
| | | |
| 676 Białystok – Supraśl – Krynki – granica państwa | Porosły-Białystok | 13446 |
| | Białystok-Supraśl | 5400 |

**Rys. 2.** Zawartość substancji ropopochodnych w zlewni rzeki Supraśl**Fig. 2.** Content of oil derivative substances in river Supraśl catchment

Najwyższe stężenia badanych substancji organicznych stwierdzono w punkcie badawczym 2, 6, 9 i 10 (rys. 2). Punkty te są zlokalizowane w niewielkiej odległości od dróg o najwyższym natężeniu ruchu na badanym terenie. Pozostałe punkty poboru znajdowały się w dużych odległościach od tych dróg lub przy drogach o niewielkim ruchu. Punkty poboru wody podziemnej znajdowały się w pobliżu drogi krajowej nr 19, 8 i rzeki Supraśli. Badanie wody podziemnej wykazało niską zawartość

substancji ekstrahujących się eterem (tab. 4). W okresie jesiennym w punkcie nr 1 (punkt poboru w pobliżu drogi nr 19) stężenie substancji organicznych wynosiło zaledwie 0,004 mg/l.

Tabela 4. Stężenie zanieczyszczeń w wodzie podziemnej

Table 4. Pollutants concentration in underground water

| Punkt badawczy Research point | Zawiesina Suspensions [mg/l] | Ekstrakt eterowy Ethereic extract [mg/l] |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| czerwiec | | |
| 1 | 3 | 0,209 |
| 3 | 4 | 0,342 |
| listopad | | |
| 1 | 2 | 0,004 |
| 3 | 4 | 0,017 |

Tabela 3. Jakość wody w badanych punktach rzeki Supraśl (n = 10).

Table 3. Water quality in test points of river Suprasl (n = 10).

| Punkt badawczy Research point | Odczyn pH | Zawiesiny Suspension [mg/l] | ChZT _{Mn} COD [mg/l] |
|----------------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 7,27 | 17,8 | 17,2 |
| 2 | 7,21 | 26,3 | 27,8 |
| 3 | 6,95 | 15,4 | 24,1 |
| 4 | 7,32 | 18,2 | 25,6 |
| 5 | 7,91 | 17,8 | 25,4 |
| 6 | 7,25 | 18,4 | 17,9 |
| 7 | 7,36 | 23,1 | 17,2 |
| 8 | 7,85 | 18 | 16,8 |
| 9 | 7,86 | 15,6 | 16,1 |
| 10 | 7,26 | 15,6 | 29,6 |

Na podstawie badań stwierdzono, że pH wody w rzece wahała się od 6,95 do 7,91, zawartość zawiesiny w wodzie tylko w punkcie 2 była wyraźnie wyższa. Woda w badanych punktach Supraśli ma podwyższone stężenie ChZT_{Mn}, co świadczy o związkach organicznych [1]. W punktach badawczych 2 i 10 ekstrakt eterowy, suma węglowodorów C₆-C₃₅ i ChZT_{Mn} osiągnęły najwyższą wartość [tab. 3]. Stwierdzone stężenia

substancji ropopochodnych w Supraśli nie zakłócają jednak procesu samoczyszczania, ponieważ związki humusowe zwiększają rozpuszczalność węglowodorów nasyconych około dwukrotnie a rzeka ta jest bogata w związki humusowe [8, 14].

Zaobserwowane stężenia badanych zanieczyszczeń świadczą o ich migracji z dróg do wody powierzchniowej, należy więc przypuszczać, że ich ilość będzie rosła w miarę przyrostu natężenia ruchu, mimo licznych w obecnym czasie remontów i budowy nowych dróg. Jednak, aby móc przeciwdziałać zanieczyszczeniu wody substancjami ropopochodnymi należy znać ich ilość i właściwości w środowisku wodno-gruntowym [6, 15]. W zależności od własności fizycznych podłoża, zanieczyszczenie płynie po powierzchni lub infiltruje przez strefę aeracji do warstwy wodonośnej, w efekcie część produktu zostaje zaabsorbowana na materiale skalnym, reszta natomiast osiąga zwierciadło wody gruntowej.

Wody roztopowe, które spływają z nawierzchni drogi po zimie są znacznie zanieczyszczone, z topniejącego śniegu po dłuższym jego zaleganiu na poboczu drogi. W śniegu i lodzie następuje znaczna akumulacja zanieczyszczeń, w tym duże ilości zawiesin, ołowiu, cynku [5], substancji ekstrahujących się eterem naftowym (oleje i inne substancje ropopochodne). Węglowodory nie podlegają w warunkach zimowych intensywnym procesom rozkładu, jak to ma miejsce w okresach ciepłych. Największe spływy zanieczyszczeń z wód roztopowych występują na wiosnę i maleją z upływem miesięcy, do momentu kompletnego stopienia się lodu i śniegu [2, 5].

W przypadku wystąpienia nadmiernego opadu atmosferycznego lekkie frakcje ropy częściowo powracają do głębszych poziomów, a częściowo wypływają wraz z wodą na powierzchnię ziemi i utrzymują się na wodzie [3].

Na obszarach objętych specjalną ochroną konieczne jest jednak całkowite wyeliminowanie tych zagrożeń za pomocą rozwiązań nadzwyczajnych. Z uwagi na opóźnienie reakcji środowiska wód podziemnych na zanieczyszczenie, także podczas poważnych awarii. Wysoka wrażliwość środowiska biotycznego nie toleruje tego opóźnienia i wymaga całkowitego wyeliminowanie zagrożeń zanieczyszczenia geosrodowiska [2].

Przenikanie substancji ropopochodnych do wody może zostać ograniczone poprzez usprawnienie infrastruktury drogowej, budowę, przebudowę i remont sieci drogowej w głównych miastach regionu: Bia-

łystok, Łomża, Suwałki oraz dróg wojewódzkich, rozprawdzających ruch z przebudowywanych dróg ekspresowych S8, S19 oraz drogi krajowej nr 61, modernizowanych w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego.

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Dokonane badania pokazały, że największe stężenie produktów ekstrahujących się eterem naftowym można zaobserwować w pobliżu źródła zanieczyszczenia – drogi.
2. Obecność substancji ropopochodnych w wodzie podziemnej w żadnym punkcie nie przekroczyła normy jakości wód podziemnych, jednak sam fakt obecności tych substancji dowodzi, że należy prowadzić monitoring, ponieważ ilość ich może się zwiększyć w miarę natężenia transportu.
3. Otrzymane w pracy zależności między ekstraktem eterowym a sumą węglowodorów C₆-C₃₅ wymagają dalszych badań w celu weryfikacji.
4. Przeprowadzone badanie wody pod kątem ChZT – Mn daje jedynie możliwość stwierdzenia substancji łatwo rozkładalnych, w przypadku substancji ropopochodnych należałoby wykonać oznaczenie ChZT – Cr.
5. Stwierdzone stężenia substancji ropopochodnych na obszarach specjalnie chronionych wymagają monitorowania jakości i ilości tych zanieczyszczeń oraz prowadzenia badań w kierunku powstałych produktów ich rozpadu oraz wpływu na chemizm wód powierzchniowych i podziemnych.

Literatura

1. **Banaszuk P.:** *Wodna migracja rolniczych zanieczyszczeń obszarowych do wód powierzchniowych w zlewni górnej Narwi*. Wyd. PB. Białystok 2007. 182 ss.
2. **Bohatkiewicz J.:** *Wytyczne prognozowania stężenia zawiesin ogólnych i węglowodorów ropopochodnych w ściekach z dróg krajowych*. Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego „EKKOM”, Kraków 2006. 143 ss.

3. **Dojlido J.R.:** *Chemia wód powierzchniowych*. Wyd. Ekonomia i Środowisko. Białystok 1995. 342 ss.
4. Raport Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Białymstoku – z syntezy wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z 2005 r.
5. **Liszkowska E., Kaczyńska E.:** *Uwarunkowania przyrodnicze i geośrodowiskowe – główne determinanty koncepcji odwodnienia autostrady (na przykładzie autostrady A-2 na odcinku od Strykowa (km 362+700) do granicy woj. mazowieckiego (km 411+465,8)*. Mat. konf. nauk. „Ochrona wód powierzchniowych, podziemnych oraz gleb wzdłuż dróg i autostrad”. Krzyżowa 2004. 17–19 XI 2004.
6. **Liszkowska E., Ratyńska H.:** *Podręcznik dobrych praktyk wykonywania pracowań środowiskowych dla dróg krajowych*. Monogr. – Zagadnienia wykonywania pracowań środowiskowych dla dróg krajowych w odniesieniu do wód powierzchniowych i podziemnych. EKKOM, 2008. 461 ss.
7. Ocena stanu czystości wód w zlewni rzeki Supraśl w 2008 r. WIOŚ. Białystok 2009.
8. **Piekutin J.:** *Występowanie zanieczyszczeń komunikacyjnych w wodach zlewni Supraśli*. Ochr. Środ. Zasobów Nat. Nr 40: 533÷541. 2009.
9. Regionalny Program Operacyjny Województwa Podlaskiego na lata 2007÷2013, Narodowe strategiczne ramy odniesienia 2007÷2013, Urząd Marszałkowski Białystok 2010.
10. Rocznik Statystyczny Województwa Podlaskiego. Białystok 2003.
11. Rocznik Statystyczny Województwa Podlaskiego. Białystok 2007.
12. Rocznik Statystyczny Województwa Podlaskiego. Białystok 2009.
13. Rocznik Statystyczny GUS. 2003, 2006, 2009.
14. **Szczepocka A., Prędecka A., Pawlak A., Dmochowski D.:** *Wpływ infrastruktury drogowej na zanieczyszczenie gleb WWA i substancjami ropopochodnymi na przykładzie giełdy samochodowej w Słomczynie*. Ochr. Środ. Zasobów Nat. nr 31, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2007. 149÷154.
15. **Tracz M., Radosz S., Stręk J.:** *Oceny oddziaływania dróg na środowisko*. Cz. 2, Wyd. Ekodrog. Kraków 1999. 188 ss.

Water Pollution with oil Products

Abstract

During analysis of the possibility of contamination of surface waters with petroleum compounds the type and condition of land including its susceptibility to erosion caused by surface run-off, pollution, precipitation, type of roads, squares, parks, etc., the type and intensity of traffic should be taken into account. The concentration of pollutants of surface runoff is also influenced by rainfall: the frequency and method of cleaning the catchment area (roads, squares), method of de-icing, works in the catchment area, the characteristics of the precipitation phenomenon (intensity, duration, length of intervals between rain), time of year.

Subject of this work was to define the concentration of oil derivative substances in the river Suprasl water, which is main potable water supply source in Bialystok agglomeration. The river catchment is covered by indirect protection zone, which is cut by many traffic routes. Transit location of the province caused road and rail transport intensification, which increased the risk of water environment pollution with oil derivatives.

On the catchment area 10 measuring points in the case of surface water and 2 for underground water were selected for investigations. Sampling points were selected in order to determine the pollution discharged from the catchment area and roads.

In researched water oil derivative substances were determined using reference method, total content of extractable organic substances, COD-Mn, suspension and pH. The results of conducted research was content of the oil derivative substances and extractable organic substances in analyzed water samples, also high concentration of easily decomposable substances. Content of oil derivative substances signals that research should be continued and also the condition of its migration should be recognized.