

Liczebność *Escherichia coli* jako potencjalny wskaźnik użytkowania zlewni Górnej Narwi

¹Magdalena Frąk, ²Urszula Jankiewicz

¹Katedra Kształtowania Środowiska, ²Katedra Biochemii
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, Polska

Abstrakt. Sposób zagospodarowania zlewni wpływa na warunki siedliskowe ekosystemu wodnego. Poprzez analizę jakościową wód rzeki można określić przypuszczalne źródło jej zanieczyszczenia, a tym samym zdefiniować sposób użytkowania terenu. W wodach górnego odcinka rzeki Narwi analizowano liczebność *Escherichia coli*. Wyniki zestawiono z poziomem wybranych wskaźników jakości chemicznej wody oraz danymi hydromorfologicznymi. Uzyskane dane dowodzą, że sposób użytkowania zlewni wpływa znacząco także na zanieczyszczenie fekalne rzeki. Jego źródłem są procesy naturalne i antropogeniczne. Istotną przyczyną zanieczyszczenia bakteriologicznego rzeki jest zrzut z lokalnych oczyszczalni ścieków. W okresie wiosennym wzrost liczebności *E. coli* do ponad 2400 NPL/100 cm³ wynika z licznego występowania ptactwa wodnego na obszarze Narwiańskiego Parku Narodowego. Latem wzrost liczebności *E. coli* związany jest ze spływem z terenu sąsiadujących z rzeką gospodarstw i licznych pastwisk bydła mlecznego.

słowa kluczowe: *Escherichia coli*, zanieczyszczenia, stan sanitarny, zlewnia

WSTĘP

Ekosystemy rzeczne w istotnym stopniu zależne są od charakteru zlewni. Spływ powierzchniowy i punktowy wpływa na zmiany chemizmu wód, a zatem także na zmiany warunków siedliskowych. Stopień zanieczyszczenia wód rzecznych, determinowany przez sposób zagospodarowania i użytkowania zlewni, określa możliwości utrzymania różnorodności biologicznej. Wielość taksonomiczna jest istotna w regulacji procesów samooczyszczania cieków, ale i dla zachowania cennych przyrodniczo ekosystemów.

Autor do kontaktu:

Magdalena Frąk
e-mail: magdalena_frak@sggw.pl
tel. +48 22 5935345

Praca wpłynęła do redakcji 30 czerwca 2013 r.

Zanieczyszczenie cieków może być wynikiem dopływu substancji chemicznych i biologicznych z lokalnych oczyszczalni ścieków, terenów zabudowy stałej i rekreacyjnej, obszarów użytkowanych rolniczo, a także z stref zamieszkiwanych licznie przez zwierzęta dzikie. Określenie rzeczywistych na danym terenie źródeł zanieczyszczenia pomocne jest w zaplanowaniu odpowiedniej strategii ochrony ekosystemów i umożliwia wdrożenie zasad właściwej gospodarki wodnej. W badaniach monitoringowych wód jako wskaźniki jakościowe często przyjmuje się liczebność bakterii kałowych, głównie *Escherichia coli*. Jej obecność w badanych ciekach świadczy o dopływie fekalii, a to ogranicza możliwości wykorzystania wód. Z punktu widzenia gospodarowania wodą ważne jest jednak sprecyzowanie, który ze sposobów użytkowania zlewni istotnie wpływa na stopień zanieczyszczenia cieków zbiorczych.

W niniejszych badaniach podjęto zatem próbę oceny, czy liczebność *Escherichia coli* w badanym ekosystemie wodnym może stanowić kryterium określania sposobu użytkowania jego zlewni. Określono ponadto stan sanitarny badanego cieków oraz wyznaczono odcinki szczególnie narażone na zanieczyszczenia bakteriologiczne.

OBSZAR BADAWCZY

Badania prowadzono na obszarze Górnej Narwi, od profilu Bondary do profilu Strękowa Góra (tab. 1, rys. 1). Na odcinku Suraż (pkt. 3) – Żółtki (pkt. 6) rzeka wraz z terenami przylegającymi objęta jest ochroną prawną. Obszar Narwiańskiego Parku Narodowego (NPN) i jego otulina są wykorzystywane przez lokalną społeczność. Zlokalizowane są tam liczne gospodarstwa rolne, miejsca wypasu bydła mlecznego oraz zabudowa rekreacyjna. Tereny mokradłowe NPN są ponadto miejscem licznego występowania ptactwa wodno-błotnego (Starzyńska, 2004). Rzeka jest pod silnym wpływem wód zrzucanych ze zbiornika zaporowego Siemianówka (Jekaterińczuk-Rudczyk i in.,

2008), zlokalizowanego tuż przy granicy Polski z Białorusią. Narew jest także odbiornikiem (bezpośrednim lub pośrednim) oczyszczanych ścieków komunalnych m.in. z miejscowości Narewka, Narew, Suraż, Łapy, Tykocin. Odbiera również wody z dopływów – powyżej NPN: Rudnik, Narewka, Olszanka, Młynka, Czarna, Łokitnica, Orłanka; na terenie NPN: Liza, Turośnianka; poniżej NPN: Supraśl, Nereśl, Biebrza (Wysocka-Czubaszek, Banaszuk, 2003; Pusłowska-Tyszewska i in., 2005).

MATERIAŁ I METODY

Próbki wody do badań pobierano do sterylnych pojemników zgodnie z PN-EN ISO 5667-1:2008 i PN-EN ISO 5667-3:2005, z głównego nurtu rzeki Narwi. Siedem punktów pomiarowych (pkt. 2–8) zlokalizowano wzdłuż biegu rzeki (tab. 1), poniżej zbiornika zaporowego. Dodatkowo pobrano próbkę ze Zbiornika Siemianówka, w punkcie w pobliżu wyznaczonego miejskiego terenu rekreacyjnego (kąpielisko

– pkt. 1). Obserwacje terenowe, pobór próbek oraz badania laboratoryjne wykonano w 3 terminach – w czerwcu, lipcu i wrześniu 2010 r. Zebrano również informacje dotyczące parametrów hydromorfologicznych badanego obszaru.

Analizom laboratoryjnym poddano zbiorcze próbki wody z trzech pobranych w każdym punkcie badawczym.

Występowanie i liczebność *Escherichia coli* oznaczono metodą NPL wg PN-ISO 9308:2002, w zalecanej temperaturze inkubacji 44°C (wynik podano w NPL/100 cm³). Określono także poziom wybranych parametrów chemicznych, zgodnie z zalecanymi wytycznymi: stężenia azotanów (NO₃⁻, mg·dm⁻³) i amoniaku (NH₄⁺, mg·dm⁻³) oznaczone zostały metodą chromatografii jonowej (Dionex ICS – 1000) wg PN-ISO 10304-1:2009E i PN-ISO 14911:2002, a stężenia fosforanów (PO₄⁻³, mg·dm⁻³) oznaczono spektrofotometrycznie z molibdenianem amonu. Wartości pięciodobowego biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT₅, mg O₂·dm⁻³) oznaczono metodą Oxi-Top, z zatrzymaniem nityfikacji.

Tabela 1. Lokalizacja punktów pomiarowych na rzece Narwi
Table 1. Location of measurements points on the Narew River.

Punkt pomiarowy (numer i nazwa); Measurement point (number and name)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Zbiornik Siemianówka	Bondary	Narew	Suraż	Bokiny	Żółtki	Tykocin	Strękowa Góra
Kilometr rzeki; Kilometer of the Narew river							
432,0	431,7	410,0	355,3	338,0	302,2	281,9	261,7

Tabela 2. Jakość wody w badanych punktach pomiarowych (chemiczna i bakteriologiczna)
Table 2. Water quality in the measurement points (chemical and bacteriological).

Data/parametr Date/parameter	Jednostka Unit	Nr punktu; No. of point							
		1	2	3	4	5	6	7	8
07.06.2010									
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	1,5	1,5	2,1	2,3	3,5	3,8	6,8	4,2
NH ₄ ⁺	mg/dm ³	0,355	0,348	0,854	0,492	0,511	0,395	0,461	0,375
NO ₃ ⁻	mg/dm ³	0,100	0,124	0,560	0,825	0,562	0,399	2,106	2,193
PO ₄ ⁻³	mg/dm ³	0,025	0,020	0,060	0,018	0,016	0,010	0,019	0,022
<i>E. coli</i>	NPL/100 cm ³	5	5	60	230	130	230	>2 400	>2 400
31.07.2010									
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	2,8	2,6	2,3	1,8	3,6	4,1	4,8	5,6
NH ₄ ⁺	mg/dm ³	1,056	0,854	0,947	0,826	0,532	0,443	0,611	0,650
NO ₃ ⁻	mg/dm ³	0,247	0,251	0,615	0,259	0,215	0,086	2,541	2,074
PO ₄ ⁻³	mg/dm ³	0,011	0,008	0,070	0,015	0,009	0,000	0,020	0,017
<i>E. coli</i>	NPL/100 cm ³	6	6	240	600	600	600	>2 400	>2 400
11.09.2010									
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	2,5	2,5	2,6	2,2	4,2	5,6	6,2	5,8
NH ₄ ⁺	mg/dm ³	1,212	1,142	0,989	0,953	0,485	0,499	0,672	0,649
NO ₃ ⁻	mg/dm ³	0,299	0,306	0,740	0,125	0,106	0,025	2,624	1,856
PO ₄ ⁻³	mg/dm ³	0,004	0,004	0,088	0,000	0,008	0,004	0,018	0,012
<i>E. coli</i>	NPL/100 cm ³	240	240	700	>2 400	700	700	>2 400	>2 400

WYNIKI

We wszystkich badanych próbkach stwierdzono obecność *Escherichia coli*, od 5 NPL/100 cm³ do ponad 2 400 NPL/100 cm³ (tab. 2). Jej liczebność zwiększała się wraz z biegiem rzeki. Wzrost liczebności *E. coli* notowano również w okresie lipca i września, w stosunku do wyników w czerwcu. W okresie pomiarowym w pkt. 1 liczebność wzrosła 48-krotnie: z 5 NPL/100 cm³ w czerwcu do 240 NPL/100 cm³ we wrześniu. Wyniki pomiarów dla punktów 1 i 2 są zbliżone. Pomiędzy punktami 2 i 3 następuje regularny, wielokrotny wzrost liczebności *Escherichia coli*. Na odcinku objętym ochroną Parku Narodowego, od pkt. 3 do pkt. 6, stopień zanieczyszczenia bakteriologicznego jest podwyższony, jednak utrzymuje się na względnie stałym poziomie. Pomiędzy punktami 6 i 7 następuje wzrost liczebności *Escherichia coli*, jednak w drugim terminie pomiarowym 10-krotny, a w okresie późniejszym kilkukrotny. W punktach poniżej Parku Narodowego (pkt. 7 i 8), we wszystkich terminach pomiarowych, liczebność *E. coli* była największa (ponad 2 400 NPL na 100 cm³ wody) (tab. 2).

Podobnej zmienności podlegały mierzone parametry jakości chemicznej wody. Ogólne zanieczyszczenie chemiczne (łączna ocena) wody wzrastało z biegiem rzeki, przy czym poniżej punktu 6 zawsze ulegało podwyższeniu. Wzrost zanieczyszczenia wody stwierdzono ponadto w lipcu i wrześniu. W tym okresie od pkt. 1 do pkt. 6 stężenie jonów amonowych zmniejszało się (tab. 2), natomiast stężenie jonów azotanowych na tym odcinku – zwiększało. Wzrost zanieczyszczenia pomiędzy punktami 6 i 7 jest znaczący (stężenie azotanów i fosforanów oraz BZT₅). Największe zanieczyszczenie chemiczne stwierdzono w punktach 7 i 8, poniżej Parku Narodowego.

DYSKUSJA

Wody Górnej Narwi, od Zbiornika Siemianówka (pkt. 1) po profil Strękowa Góra (pkt. 8), są zanieczyszczone bakteriami *Escherichia coli*. Stała obecność tych bakterii zwraca szczególną uwagę na problem zrzutów ścieków komunalnych wnoszących do rzeki zanieczyszczenia bakteriologiczne. Wpływ może mieć także nieprawidłowa gospodarka wodna w pobliżu gospodarstw rolnych i zabudowań rekreacyjnych użytkowanych okresowo (Pusłowska-Tyszewska i in., 2005; Frąk, 2010; Frąk i in., 2012). Szczególny wzrost liczebności *Escherichia coli* następuje w okresie lata i wczesnej jesieni, co zgodne jest z sezonowością występowania i utrzymywania się w ekosystemach wodnych zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Ich liczebność może jednak wzrastać wskutek nielegalnych zrzutów z zabudowy rekreacyjnej lub terenów wypasu bydła mlecznego. Przypuszcza się, że na obecność *Escherichia coli* w wodach Zbiornika Siemianówka mogą mieć wpływ właśnie oba te czynniki. Potwierdzają to wyniki uzyskane

w czerwcu – świadczące o nikłym zanieczyszczeniu wód Zbiornika, i w późniejszym okresie – zwłaszcza we wrześniu – potwierdzające wzrost zanieczyszczenia bakteriologicznego. W okresie letnim i wczesnojesiennym, poza okresami „zakwitu” sinic (koniec sierpnia – wrzesień), wody Zbiornika są wykorzystywane do pojenia bydła, wypasane w pobliżu.

Podwyższone w lipcu i wrześniu ilości *Escherichia coli* na obszarze objętym ochroną Parku Narodowego mogą być wynikiem dopływu zanieczyszczeń fekalnych z terenów obfitujących w zwierzęta dzikie. Późna wiosna i wczesna jesień roku 2010 były okresem z silnymi opadami deszczu, co mogło spotęgować spływ powierzchniowy zbierający zanieczyszczenia z otaczających terenów. Ponadto, wiosna jest okresem liczego występowania na obszarach mokradłowych Narwiańskiego Parku Narodowego ptactwa wodno-błotnego (Starzyńska, 2004) – jego obecność także może wpływać na podwyższenie wartości wskaźnika zanieczyszczeń kałowych. Zarejestrowana szczególnie wysoka liczebność bakterii *E. coli* w pkt. 7 i 8 jest z pewnością związana z wpływem licznych terenów uprawnych i hodowlanych w tym rejonie.

Fakty stwierdzone podczas obserwacji terenowych oraz zebrane dostępne materiały źródłowe w zestawieniu z danymi analiz bakteriologicznych potwierdzają wpływ zanieczyszczeń wód rzeki Narwi ze źródeł naturalnych (ostoje zwierząt) lub antropogenicznych (chów bydła, ścieki bytowe i rolnicze). Uzyskane wnioski nie pozwalają jednoznacznie określić źródeł zanieczyszczenia kałowego. Uwzględniono zatem wyniki badań chemicznej jakości wody.

Zmierzone wartości BZT₅ wskazują na nieznaczne podwyższenie ilości biodegradowalnej substancji organicznej w wodach rzeki, zwłaszcza w okresie ciepłym (Frąk, 2010; Frąk i in., 2012). Może to sugerować dopływ ścieków z zabudowy mieszkalnej, w tym rekreacyjnej (Pusłowska-Tyszewska i in., 2005). Jednak podwyższone ilości węgla organicznego mogą wynikać również ze specyfiki obszaru Górnej Narwi. Gleby tego terenu zawierają spore ilości związków humusowych, co wpływa na charakterystyczny dla terenów mokradłowych skład chemiczny spływów (Wysocka-Czubaszek, Banaszuk, 2003; Roj-Rojewski i in., 2012). Obecność związków węgla pochodzenia glebowego w wodach górnego odcinka rzeki Narwi potwierdza często spotykane ich lekko brunatno-żółte zabarwienie. Z sąsiedztwa gleb o charakterze mokradłowym mogą wynikać także podwyższone ilości amoniaku w wodzie (Wysocka-Czubaszek, Banaszuk, 2003).

Zwiększone stężenie jonów amonowych w okresie od lipca do września zarejestrowano w punktach 1, 2, 3 i 4, przy czym w pkt. 1 było ono najwyższe. Wyniki te sugerują wpływ wód zrzucanych do rzeki Narwi ze Zbiornika Siemianówka (Frąk, Stelmaszczyk, 2007). Zbiornik ten charakteryzuje się silnymi procesami eutroficznymi, skutkującymi corocznymi silnymi zakwitami *Plantho-*

trix sp. (Grabowska, Mazur-Marzec, 2011). Pogarsza to warunki panujące w zbiorniku, powoduje jego okresowe niedotlenienie oraz wzrost ilości produktów przemian beztlenowych (Bednarz i in., 2002; Jekaterińczuk-Rudczyk i in., 2008). Masowe namnażanie się sinic powoduje nie tylko wzrost ilości substancji organicznych w wodzie, ale i wzrost ilości amoniaku, szczególnie wysoki w okresie zamierania zakwitu (Bednarz i in., 2002; Frąk, Stelmaszczyk, 2007; Grabowska, Mazur-Marzec, 2011). Natomiast wzrastające stężenie azotanów na odcinku pkt. 1 – pkt. 3 może świadczyć o utlenianiu amoniaku pochodzącego ze Zbiornika, a tym samym procesach samooczyszczania cieku (Frąk, 2010; Frąk i in., 2012). Znaczący spadek zawartości azotanów w rzece na odcinku objętym ochroną (pkt. 3–6) może być wynikiem ich asymilacji przez roślinność wodną, bujnie rozwijającą się w obszarze Parku Narodowego (Szewczyk i in., 2003; Hutorowicz i in., 2004; Frąk, Stelmaszczyk, 2007). Utrzymywanie się podwyższonych stężeń amoniaku i azotanów na początku czerwca świadczy o ograniczonej jeszcze w tym okresie wegetacji i namnażaniu się bakterii nitryfikacyjnych (Bednarz i in., 2002; Frąk i in., 2012). Ponowny wzrost stężenia w wodzie azotanów poniżej pkt. 6 sugeruje wpływ spływów z terenów rolniczych.

Podobnej dynamice ulega stężenie jonów fosforanowych. Podwyższone ich ilości oznaczono na całej długości badanego cieku w czerwcu. Natomiast w okresie cieplejszym, w wyniku wzmoczonej wegetacji makrofitów i fitoplanktonu, następuje spadek zawartości fosforu wykrywanego w wodzie (Hutorowicz i in., 2004). Także poniżej pkt. 6 zarejestrowano podwyższone stężenia fosforanów, na co również mogły mieć wpływ dopływy z terenów rolniczych.

Analizując zebrane dane wnioskować można, że na zanieczyszczenie *Escherichia coli* wód rzeki Narwi mogą mieć wpływ spływy z terenów zamieszkiwanych przez ludność (stale lub okresowo), z terenów wypasu bydła mlecznego oraz obszarów licznego występowania zwierząt dzikich (Pusłowska-Tyszewska i in., 2005). Jednoznaczne określenie źródeł zanieczyszczenia przy zestawieniu informacji hydromorfologicznych z parametrami jakości chemicznej i bakteriologicznej także nie jest możliwe. Zwłaszcza identyfikacja ich w punkcie 3 nastęrcza wiele trudności. W górnym odcinku Parku Narodowego rejestruje się wpływ zrzutów z lokalnej oczyszczalni ścieków, okresowych i nielegalnych z zabudowań mieszkalnych, a także spływ z terenów pastwisk i ostoi ptactwa (wszystkie parametry w pkt. 3 są podwyższone). Określić jedynie można, że liczebność *Escherichia coli* przekraczająca 7000 NPL/100 cm³ (we wrześniu w pkt. 3, wzrastająca do > 24 000 NPL/100 cm³ w pkt. 4) wskazuje na dopływ ścieków fekalnych, jednakże bez możliwości dokładnego określenia źródła pochodzenia (człowiek, zwierzę). Znaczna liczebność tych bakterii może jedynie sugerować niewłaściwą gospodarkę ściekową zlewni lub liczne zasiedlanie terenu przez człowieka i zwierzęta.

Znalezienie korelacji pomiędzy liczebnością *Escherichia coli* a sposobem użytkowania zlewni mogą umożliwić badania pokrewieństwa genetycznego izolowanych z wód rzeki Narwi szczepów bakterii. Należy zatem zaplanować badania określające genotypy izolatów, z wykorzystaniem amplifikacji genu kodującego 16S rRNA metodą triplex PCR (Renter i in., 2003; Orsi i in., 2007; Łuczkiwicz i in., 2010). Sekwencjonowanie produktów PCR umożliwi określenie przynależności genetycznej szczepów, wyodrębnionych z odchodów określonych gatunków zwierząt, charakterystycznych dla badanego obszaru. W przypadku badań zanieczyszczenia rzeki Górnej Narwi, proponuje się poddać analizie szczepy charakterystyczne dla *Homo sapiens*, *Bos taurus* oraz *Sus scrofa* i *Anser anser* (dominanty wg Starzyńska, 2004).

Powiązanie wyników regularnego monitoringu oparte go na wskaźnikach hydromorfologicznych, chemicznych, bakteriologicznych i genetycznych pozwoli na sprecyzowanie nie tylko zagrożeń funkcjonowania ekosystemu, ale także przyczyn zanieczyszczenia sanitarnego. Umożliwi także ocenę prowadzonego aktualnie zarządzania wodami na tym terenie oraz zaplanowanie właściwych zasad gospodarowania wodą. Określenie rzeczywistych źródeł zanieczyszczenia *Escherichia coli* zapewni wdrożenie właściwych zasad gospodarowania wodą, co jest szczególnie istotne w przypadku cieków objętych ochroną prawną.

WNIOSKI

1. W zakresie zanieczyszczeń *Escherichia coli* nie stwierdzono wpływu wód zrzucanych ze Zbiornika Siemianówka do wód Górnej Narwi.
2. Powyżej i w obrębie Parku Narodowego rejestruje się niskie i przeciętne zanieczyszczenie sanitarne (poza punktem 4, we wrześniu) – w okresie letnim i wczesnojesiennym liczebność *E. coli* są wyższe, co zgodne jest z sezonowością występowania zanieczyszczeń sanitarnych w wodach powierzchniowych.
3. W obrębie Parku Narodowego, okresowo w punkcie 4 obserwuje się wysokie ilości zanieczyszczeń sanitarnych, dopływających prawdopodobnie z lokalnej oczyszczalni ścieków lub terenu siedlisk ptaków. Podwyższone wskaźniki jakości chemicznej wody potwierdzają to przypuszczenie.
4. W punktach poza granicami NPN wykazano bardzo wysoką liczebność *E. coli* (> 2 400 NPL/100 cm³), co świadczy o stałym dopływie zanieczyszczeń fekalnych, prawdopodobnie z sąsiadujących terenów wypasu bydła lub terenów gospodarczych.
5. Liczebność *Escherichia coli* w wodach badanego cieku odzwierciedla sposób użytkowania terenów sąsiadujących. Zatem uwzględniając liczebność *E. coli* można domniemywać, czy na badanym terenie występują źródła zanieczyszczenia pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego, jednak bez precyzyjnego ich zdefiniowania.

6. Dla sprecyzowania przyczyn zanieczyszczenia sanitarnego ciekę należy określić przynależność genetyczną izolowanych szczepów *E. coli*.

PIŚMIENNICTWO

- Bednarz T., Starzecka A., Mazurkiewicz-Boroń G., 2002.** Procesy mikrobiologiczne towarzyszące glonowym i sinicowym zakwitom wody. *Wiad. Bot.*, 46(1/2): 45-55.
- Frąk M., 2010.** Zanieczyszczenia bakteriologiczne w ocenie jakości wód rzeki Biebrzy. *Woda – Środ. – Obsz. Wiejs.*, 10, 2(30): 73-82.
- Frąk M., Kardel I., Jankiewicz U., 2012.** Occurrence of nitrogen cycle bacteria in the Biebrza River. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci. – SGGW, Land Recl.*, 44(1): 55-62.
- Frąk M., Stelmaszczuk S., 2007.** Organizmy fitoplanktonowe a jakość wód rzeki Narwi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 519: 77-86.
- Grabowska M., Mazur-Marzec H., 2011.** The effect of cyanobacterial blooms in the Siemianówka Dam Reservoir on the phytoplankton structure in the Narew River. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.*, 40(1): 19-26.
- Jekatierynczuk-Rudczyk E., Górniak A., Zieliński P., Grabowska M., Suchowolec T., Cudowski A., 2008.** Specyfika jakości wody zaporowego zbiornika Siemianówka na Górnej Narwi. W: *Rozwój obszarów przyrodniczo cennych; 57. Zjazd Towarzystwa Geograficznego: przewodnik sesji terenowych* (E. Jekatierynczuk-Rudczyk, M. Stepaniuk, eds.). Białystok: Ekopress, ss. 39-48.
- Hutorowicz A., Krzywosz W., Hutorowicz J., 2004.** Glony planktonowe na tle fizycznych i chemicznych właściwości wody. W: *Flora Narwiańskiego Parku Narodowego*; Wyd. NPN, ss. 262-280.
- Luczkiewicz A., Baldy-Chudzik K., Jankowska K., Olańczuk-Neyman K., 2010.** Phylogenetic relationship and antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from the Reda River and the Oliwski Stream, Northern Poland. W: *Microorganisms in the environment and environmental engineering from ecology to technology*; K. Olańczuk-Neyman, H. Mazur-Marzec, Lublin: The Committee of Environmental Engineering Polish Academy of Science, 2010(64): 127-136.
- Orsi R., Stoppe N., Sato M., Ottoboni L., 2007.** Identification of *Escherichia coli* from groups A, B1, B2 and D in drinking water in Brazil. *J. Water Health*, 05.2: 323-327.
- PN-ISO 9308:2002: Wykrywanie i oznaczanie ilościowe *Escherichia coli* i bakterii grupy coli. Część 3: metoda wykrywania i oznaczania *E. coli* w wodach powierzchniowych i w ściekach (najbardziej prawdopodobna liczba bakterii).
- PN-EN ISO 5667-1:2008: Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 1: Wytyczne opracowywania programów pobierania próbek i technik pobierania.
- PN-EN ISO 5667-3:2005: Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 3: Wytyczne dotyczące utrwalania i postępowania z próbkami wody.
- EN-ISO 10304-1:2009E: Jakość wody. Oznaczanie rozpuszczalnych anionów za pomocą chromatografii jonowej – oznaczanie bromków, chlorków, fluorków, azotanów, azotynów, fosforanów i siarczanów.
- EN-ISO 14911:2002: Jakość wody – oznaczanie Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} i Ba^{2+} .
- Pusłowska-Tyszewska D. (red.), Gielczewski M., Janica D., Kardel I., Kindler J., Kubrak J., Mioduszewski W., Nowakowski P., Okruszko T., Tyszewski S., 2005.** Identyfikacja antropogenicznych oddziaływań na wody i ocena ich skutków na przykładzie zlewni Górnej Narwi. *Politechnika Warszawska*, 147 ss.
- Renter D., Sargeabt J., Oberst R., Samadpour M., 2003.** Diversity, Frequency and Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in Cow-Calf farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69: 542-547.
- Roj-Rojewski S., Korol A., Zienkiewicz A., 2012.** Wpływ warunków wodnych na właściwości fizyczne i pokrywę roślinną gleb murszowych położonych na odwodnionych siedliskach mułowych. *Inż. Ekol.*, 29: 141-152.
- Sterzyńska M., 2004.** Fauna łądowa. W: *Fauna Narwiańskiego Parku Narodowego*; red. Banaszuk H., wyd. NPN, ss. 281-304.
- Szewczyk M., Oświęcimska-Piasko Z., Dembek W., Siedlecki T., 2003.** Gatunki, zbiorowiska roślinne i siedliska decydujące o różnorodności biologicznej Doliny Górnej Narwi. *Woda – Środ. – Obsz. Wiejs.*, t. 3, z. 1(7).
- Wysocka-Czubaszek A., Banaszuk P., 2003.** Migracja składników azotowych i bariery biogeochemiczne w zalewowych dolinach rzecznych na przykładzie doliny górnej Narwi. *Acta Agrophys.*, 1(2): 349-354.

M. Frąk, U. Jankiewicz

THE QUANTITY OF *ESCHERICHIA COLI* AS A POTENTIAL INDICATOR OF LAND USE OF THE UPPER NAREW CATCHMENT

Summary

Catchment land-use has an impact on the aquatic ecosystem habitat conditions. Through analysis of the water quality (of the river), one can specify the probable origin of contamination, and thus define how land use. The waters of the Upper Narew river were analysed for the number of *Escherichia coli*. The results were compared with the level of selected parameters of the water quality, chemical and hydro-morphological data. The land use also significantly affected the degree fecal contamination of the river. Natural and anthropogenic processes are the sources of *Escherichia coli* in the freshwater. An important cause of bacteriological pollution of the river comes from the local sewage treatment plant. In the spring, an increase in the number of *E. coli* of up to over 2400 MPN/cm³ results from the numerous presence of waterbirds in the National Park. In the summer increase in the number of *E. coli* is associated with runoff from the area adjacent to the river with many dairy farm pastures.

key words: *Escherichia coli*, contamination, sanitary, catchment