

WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ ODPROWADZANYCH Z AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ NA JAKOŚĆ WODY W RZEKACH NER I WARTA

Józef Mosiej¹, Hubert Komorowski¹, Agnieszka Karczmarczyk¹,
Agnieszka Suska²

¹ SGGW w Warszawie

² Departament Polityki Regionalnej, Urząd Marszałkowski
woj. wielkopolskiego w Poznaniu

Streszczenie. Określono wpływ ładunku wybranych zanieczyszczeń (BZT₅, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego i fosforu ogólnego) odprowadzanych do rzeki Ner, prawostronnego dopływu Warty, przed uruchomieniem oczyszczalni ścieków miejskich w Łodzi oraz w okresie jej rozruchu i późniejszej eksploatacji. Mimo niewielkiego przepływu wody, Ner wprowadza corocznie do Warty relatywnie wysoki ładunek zanieczyszczeń. W okresie badań (1995–2003) średni roczny przepływ Neru wynosił ok. 10% średniego rocznego przepływu Warty w przekroju poniżej ujścia tego dopływu, a udział ładunków zanieczyszczeń niesionych przez Ner stanowił średnio 27% w przypadku azotu ogólnego, 37% – fosforu, 39% – BZT₅ i 28% – zawiesiny ogólnej w wodzie Warty. W latach 1995–2000, przed uruchomieniem biologicznej i chemicznej części oczyszczalni, udział ten wynosił odpowiednio 29, 41, 44 i 37%, a po 2000 r. zmniejszył się do 23% (azot ogólny), 29% (fosfor), 25% (BZT₅) i 16% (zawiesina ogólna).

Słowa kluczowe: jakość wody, ładunki zanieczyszczeń, odbiornik ścieków, rekultywacja

WSTĘP

Likwidacja wielu zakładów przemysłowych w rejonie Łodzi i budowa grupowej oczyszczalni ścieków (GOŚ) przyczyniły się do znacznego polepszenia jakości wody w rzece Ner, ale woda ta nadal nie spełnia wymaganych kryteriów jakościowych. Jeszcze w czasie budowy oczyszczalni ścieków uprzedzono, że po jej uruchomieniu sytuacja radykalnie się nie poprawi, bowiem odpływy z oczyszczalni, ponad 10-krotnie przekraczające wówczas naturalny przepływ wody w odbiorniku, mogą spowodować utrudnienie rekultywacji rzeki, a nawet jej degradację [Urbaniak 1997, Urbaniak i Przybiński 1997].

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. inż. Józef Mosiej, prof. SGGW, Katedra Kształtowania Środowiska, Zakład Kształtowania Środowiska i Melioracji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: jozef_mosiej@sggw.pl

Istotną rolę w kształtowaniu jakości wody w Nerze oraz stanu środowiska w dolinie odgrywało nawadnianie pól wodami rzeki, pokrywające zarówno niedobory wilgoci w glebie, jak i potrzeby nawozowe użytków zielonych. Ocenia się, że w latach 1980–1995 na nawadnianej powierzchni ok. 4300 ha zużywano do nawodnień roślinnych w roku wilgotnym 13% ścieków odpływających z Łodzi, a w roku bardzo suchym – 34% [Mosiej 1999]. Wykorzystywanie zanieczyszczonych ściekami wód rzeki do nawadniania sprzyjało z jednej strony polepszeniu jakości wody w rzece, z drugiej zaś – gromadzeniu się osadów w korycie i dolinie. W efekcie na nawadnianych ściekami lekkich piaskach w dolinie powstały gleby antropogeniczne o dużej zawartości substancji organicznej (nawet do 5% w warstwie 0–20 cm), zagrożone akumulacją toksycznych substancji [Somorowski i in. 1991, Multan 1993, 1996, Multan i Szatyłowicz 1993, Mosiej i Komorowski 2004].

Stan zanieczyszczenia wód Neru i ich oddziaływanie na jakość wód Warty wymagają podjęcia środków na miarę roli, jaką zasoby wodne tej rzeki pełnią w całym regionie. Mimo wybudowania GOŚ dla łódzkiej aglomeracji miejskiej (ŁAM) nadal konieczne są działania, które poprzez racjonalizację istniejących i zastosowanie nowych rozwiązań pozwoliłyby polepszyć jakość wód obu rzek [Ilnicki i in. 2003].

Praca ma na celu określenie wpływu ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych z aglomeracji łódzkiej do rzeki Ner na jakość wody Warty w okresie rozruchu i późniejszej eksploatacji oczyszczalni ścieków w Łodzi.

MATERIAŁ I METODY

Charakterystyka obszaru badań

Ner jest prawostronnym dopływem III rzędu rzeki Warty. Wypływa na wysokości 208 m n.p.m. w pobliżu Wiśniowej Góry położonej na południowy wschód od Łodzi, a uchodzi do Warty w 444,4 kilometrze jej biegu. Całkowita długość Neru wynosi 125,9 km. Zlewnia rzeki (rys. 1), stanowiąca 3,5% dorzecza Warty, zajmuje powierzchnię 1866,5 km² i leży w środkowej części Polski [Bednarczyk 1997]. W południowej, przywodziałowej części zlewni znajdują się trzy duże miasta: Łódź, Pabianice i Konstantynów Łódzki liczące łącznie ok. 0,9 mln mieszkańców.

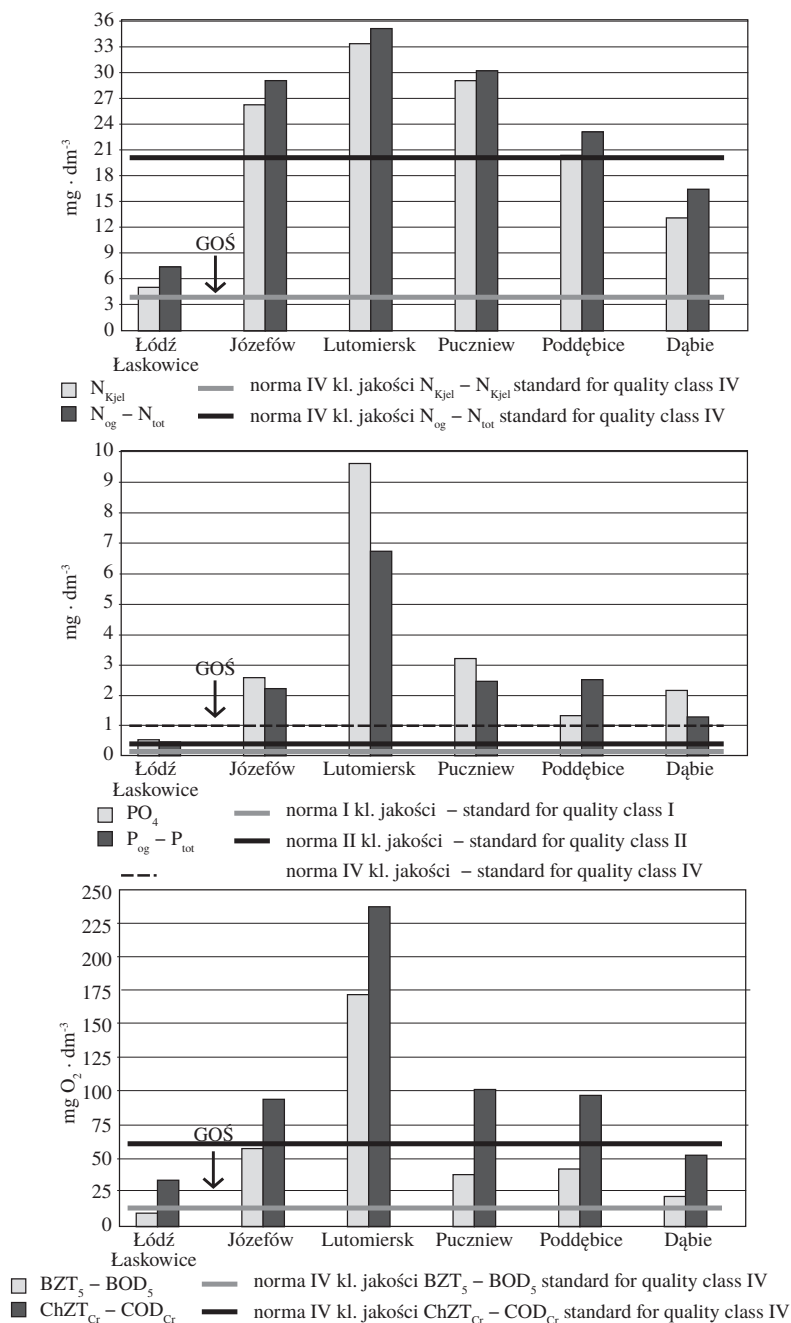
Do punktowych źródeł zanieczyszczeń wód w zlewni Neru należą zrzuty ścieków z kanalizacji miast, zbiorczej kanalizacji wsi oraz zakładów przemysłowych. Ścieki z łódzkiej aglomeracji miejskiej po oczyszczeniu w GOŚ są odprowadzane do rzeki wspólnym kolektorem ściekowym. W latach kalendarzowych 1994–1999 ilość ścieków pochodzących z Łodzi zmniejszyła się z 318 000 do 225 000 m³ na dobę. W 1996 r. rozpoczęto rozruch eksploatacyjny biologicznej części pierwszego ciągu technologicznego GOŚ o przepustowości 150 000 m³ na dobę. Od roku 1998 ok. 50%, a od 2001 ponad 90% ścieków z ŁAM było oczyszczanych biologicznie. W 2003 r. dopływ ścieków do GOŚ wynosił średnio 203 500 m³ na dobę (w czasie pogody bezdeszczowej szacunkowo 188 000 m³ na dobę). Średnie roczne wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń na odpływie z GOŚ kształtowały się następująco: BZT₅ – 10,1 mg O₂ · dm⁻³, stężenie fosforu ogólnego – 1,1 mg · dm⁻³, azotu ogólnego – 23,8 mg · dm⁻³, zawiesiny – 25,5 mg · dm⁻³, przy redukcji wynoszącej odpowiednio 96, 85, 53 i 88%. Obecnie ścieki w GOŚ są poddawane fizycznym, biologicznym i chemicznym procesom oczyszczania.



Rys. 1. Mapa zlewni Neru z lokalizacją punktów pomiarowo-kontrolnych (ppk) jakości wody; GOS – grupowa oczyszczalnia ścieków dla aglomeracji łódzkiej

Fig. 1. Map of Ner river catchment showing location of water quality measurement-and-control points (ppk); GOS – combined sewage treatment plant for Łódź conurbation

Na wykresach przedstawiających zmiany niektórych wskaźników zanieczyszczeń (średnie dla 2004 r.) na długości rzeki Ner zaznaczono punkt (między przekrojami Łódź i Józefów), w którym odprowadzane są ścieki z GOS w Łodzi (rys. 2). Wyraźnie widać znaczny wzrost wartości w przekroju Józefów, wywołany zrzutem oczyszczonych ścieków z GOS. Do przekroju Lutomiersk wartości te nadal się zwiększają, a w dalszym biegu rzeki wyraźnie maleją. W przekroju Lutomiersk stężenie azotu ogólnego prawie dwukrotnie przekracza wartość dopuszczalną dla IV klasy czystości wód powierzchniowych, stężenie fosforu ogólnego – niemal siedmiokrotnie, a wartość BZT₅ – kilkunastokrotnie. W związku z tym, głównym celem planowanych działań rekultywacyjnych powinno być doprowadzenie zawartości substancji organicznej oraz stężenia fosforu w rzece do postulowanego stanu odpowiadającego wymaganiom III klasy czystości wód. Zadanie to mogą utrudniać wewnętrzne oddziaływania między nagromadzonymi w korycie osadami dennymi a przepływającą wodą, będące prawdopodobnie przyczyną zwiększania się stężenia fosforu na długości rzeki Ner.



Rys. 2. Zmiany stężenia związków azotowych i fosforowych oraz wartości wskaźników tlenochłonności (BZT_5 i $ChZT$) na długości rzeki Ner w 2004 r. (na podstawie danych WIOŚ 2005); GOŚ – grupowa oczyszczalnia ścieków dla aglomeracji łódzkiej

Fig. 2. Changes in concentrations of nitrogen and phosphorus compounds and in values of oxygen demand indicators (BOD_5 and COD) along Ner river (based on data from WIOŚ 2005); GOŚ – combined sewage treatment plant for Łódź conurbation

Metody

Aby ocenić zmiany jakości wód Neru w latach 1995–2003 na odcinku od GOŚ do ujścia, porównano wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni i w wodzie rzecznej w przekroju Chełmno. Określając wpływ Neru na jakość wód Warty, wzięto pod uwagę azot ogólny, fosfor ogólny, biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5) i zawiesinę ogólną. Wskaźniki te (w przypadku Warty zazwyczaj decydujące o klasie czystości wody) są systematycznie analizowane.

Ładunki wprowadzanych zanieczyszczeń obliczono na podstawie wartości ich stężeń oraz objętości przepływu wody w przekrojach Wilamów i Koło na Warcie oraz Chełmno na Nerze (rys. 1). Średni roczny ładunek zanieczyszczeń obliczano jako iloczyn średniego rocznego przepływu w danym przekroju pomiarowym i średniego rocznego stężenia danego zanieczyszczenia. Wykorzystano wyniki pomiarów zanieczyszczeń publikowane przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska w Łodzi, Koninie i Poznaniu [Raporty ... 1994–2005]. Średnie roczne przepływy z lat 1995–2003 były obliczone w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Poznaniu: dla profilu Chełmno (rz. Ner) – na podstawie przepływów dla wodowskazu Dąbie, dla miejscowości Wilamów (rz. Warta) – na podstawie przepływów dla wodowskazu Uniejów, a dla miejscowości Koło (rz. Warta) – na podstawie przepływów dla wodowskazów Dąbie i Uniejów [Suska 2005].

W latach objętych analizą wydzielono trzy okresy odpowiadające kolejnym etapom rozruchu GOŚ: lata 1995–1997 – funkcjonowanie jedynie części mechanicznej oczyszczalni, lata 1998–2000 – rozruch części biologicznej (50% odprowadzanych ścieków) oraz lata 2001–2003 – pełna sprawność części biologicznej.

WYNIKI

Wpływ Neru na jakość wody w Warcie

W okresie 1995–2003 średni roczny przepływ wody w rzece Ner w przekroju Chełmno wynosił $11,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 1) i stanowił ok. 10% przepływu w Warcie poniżej ujścia Neru (ppk Koło). Udział ładunków badanych zanieczyszczeń był znacznie wyższy i stanowił średnio 27% w przypadku azotu ogólnego, 37% – fosforu, 39% – BZT_5 i 28% – zawiesiny ogólnej. W latach 1995–2000, przed osiągnięciem pełnej sprawności przez oczyszczalnię ścieków w Łodzi, udział tych ładunków był wyższy od tej średniej i wynosił odpowiednio 29, 41, 44 i 37% wartości dla Warty. Od 2001 r. udział ładunków zanieczyszczeń zmniejszył się do wartości poniżej średniej dla całego okresu badań i kształtował się na poziomie 23% w przypadku azotu ogólnego, 29% – fosforu ogólnego, 25% – BZT_5 i 16% – zawiesiny ogólnej.

Tabela 1. Średnie roczne przepływy oraz wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń wody w Nerze (przekrój Chełmno) i w Warcie (przekroje Wilamów i Koło) w latach 1995–2003
 Table 1. Mean annual discharges and values of chosen indicators of water pollution in Ner river (gauging section Chełmno) and in Warta river (sections Wilamów and Koło) in years 1995–2003

| Rok Year | Ner (Chełmno) | | | Warta (Wilamów) | | | Warta (Koło) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | przepływ discharge $m^3 \cdot s^{-1}$ | stężenie concentration $mg \cdot dm^{-3}$ | ładunek Mg·rok ⁻¹ load $Mg \cdot year^{-1}$ | przepływ discharge $m^3 \cdot s^{-1}$ | stężenie concentration $mg \cdot dm^{-3}$ | ładunek Mg·rok ⁻¹ load $Mg \cdot year^{-1}$ | przepływ discharge $m^3 \cdot s^{-1}$ | stężenie concentration $mg \cdot dm^{-3}$ | ładunek Mg·rok ⁻¹ load $Mg \cdot year^{-1}$ |
| Azot ogólny – Total nitrogen | | | | | | | | | |
| 1995 | 9,92 | 13,9 | 4348 | 43,3 | 4,08 | 5571 | 81 | 5,55 | 14177 |
| 1996 | 8,89 | 10,8 | 3027 | 43,4 | 3,34 | 4571 | 79,6 | 4,85 | 12174 |
| 1997 | 9,83 | 9,9 | 3068 | 57,7 | 3,25 | 5913 | 103 | 4,15 | 13480 |
| 1998 | 12,1 | 9,93 | 3789 | 63,2 | 2,84 | 5660 | 115 | 4,39 | 15920 |
| 1999 | 18,5 | 11,04 | 6440 | 62,8 | 2,03 | 4020 | 123 | 3,92 | 15205 |
| 2000 | 10,1 | 8,73 | 2780 | 53,1 | 2,30 | 3851 | 96,2 | 3,23 | 9799 |
| 2001 | 14,7 | 6,6 | 3092 | 72,8 | 2,44 | 5601 | 133 | 3,24 | 13589 |
| 2002 | 13 | 4,8 | 1967 | 61,2 | 2,20 | 4246 | 113 | 3,15 | 11225 |
| 2003 | 7,59 | 7,9 | 1905 | 39,6 | 2,09 | 2610 | 70,9 | 3,13 | 6998 |
| Średnia Mean | 11,6 | 9,3 | 3380 | 55,2 | 2,70 | 4672 | 101,6 | 3,96 | 12508 |
| Fosfor ogólny – Total phosphorus | | | | | | | | | |
| 1995 | 9,92 | 2 | 625 | 43,3 | 0,17 | 232 | 81 | 0,58 | 1481 |
| 1996 | 8,89 | 2,3 | 644 | 43,4 | 0,25 | 342 | 79,6 | 0,57 | 1430 |
| 1997 | 9,83 | 1,3 | 402 | 57,7 | 0,18 | 327 | 103 | 0,49 | 1591 |
| 1998 | 12,1 | 1,61 | 614 | 63,2 | 0,36 | 717 | 115 | 0,51 | 1849 |
| 1999 | 18,5 | 1,14 | 665 | 62,8 | 0,11 | 217 | 123 | 0,29 | 1124 |
| 2000 | 10,1 | 1,1 | 350 | 53,1 | 0,12 | 200 | 96,2 | 0,29 | 879 |
| 2001 | 14,7 | 0,63 | 292 | 72,8 | 0,10 | 229 | 133 | 0,26 | 1090 |
| 2002 | 13 | 0,52 | 213 | 61,2 | 0,13 | 250 | 113 | 0,19 | 677 |
| 2003 | 7,59 | 0,6 | 143 | 39,6 | 0,11 | 137 | 70,9 | 0,21 | 469 |
| Średnia Mean | 11,6 | 1,2 | 439 | 55,2 | 0,17 | 295 | 101,6 | 0,38 | 1177 |
| BZT ₅ – BOD ₅ | | | | | | | | | |
| 1995 | 9,92 | 21,1 | 6600 | 43,3 | 4,8 | 6554 | 81 | 6,8 | 17370 |
| 1996 | 8,89 | 48,4 | 13569 | 43,4 | 4,3 | 5885 | 79,6 | 7,2 | 18073 |
| 1997 | 9,83 | 25,39 | 7870 | 57,7 | 3,9 | 7096 | 103 | 7,3 | 23711 |
| 1998 | 12,1 | 20,99 | 8009 | 63,2 | 4 | 7972 | 115 | 7,3 | 26474 |
| 1999 | 18,5 | 16,79 | 9795 | 62,8 | 3,63 | 7189 | 123 | 4,7 | 18230 |
| 2000 | 10,1 | 12,9 | 4108 | 53,1 | 3,57 | 5978 | 96,2 | 4,5 | 13651 |
| 2001 | 14,7 | 8,8 | 4079 | 72,8 | 3,14 | 7208 | 133 | 2,5 | 10485 |
| 2002 | 13 | 3,7 | 1516 | 61,2 | 2,49 | 4805 | 113 | 2,6 | 9265 |
| 2003 | 7,59 | 6,2 | 1486 | 39,6 | 2,35 | 2934 | 70,9 | 3,3 | 7378 |
| Średnia Mean | 11,6 | 18,3 | 6337 | 55,2 | 3,6 | 6181 | 101,6 | 5,1 | 16071 |
| Zawiesina ogólna – Total suspended solids | | | | | | | | | |
| 1995 | 9,92 | 32 | 10010 | 43,3 | 11 | 15020 | 81 | 14 | 35761 |
| 1996 | 8,89 | 68 | 19064 | 43,4 | 7 | 9580 | 79,6 | 9 | 22592 |
| 1997 | 9,83 | 35,8 | 11097 | 57,7 | 10 | 18196 | 103 | 12 | 38978 |
| 1998 | 12,1 | 37,4 | 14305 | 63,2 | 12 | 23916 | 115 | 17 | 61652 |
| 1999 | 18,5 | 23,7 | 13879 | 62,8 | 13,9 | 27528 | 123 | 9 | 34910 |
| 2000 | 10,1 | 22 | 7007 | 53,1 | 12,2 | 20429 | 96,2 | 13 | 39438 |
| 2001 | 14,7 | 16 | 7417 | 72,8 | 9,8 | 22499 | 133 | 10 | 41942 |
| 2002 | 13,0 | 8 | 3279 | 61,2 | 11,2 | 21616 | 113 | 6 | 21381 |
| 2003 | 7,59 | 13 | 3115 | 39,6 | 13,8 | 17233 | 70,9 | 9 | 20123 |
| Średnia Mean | 11,6 | 28,4 | 9908,1 | 55,2 | 11,2 | 19557,4 | 101,6 | 11,0 | 35197,4 |

Średnie roczne stężenie azotu ogólnego w wodzie Neru (ppk Chełmno) w okresie objętym badaniami wynosiło $9,3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). W latach poprzedzających uruchomienie drugiego stopnia oczyszczania ścieków wartości stężenia azotu w wodzie rzeki w tym przekroju kwalifikowały ją do IV klasy czystości. Po 2000 r. stężenie azotu zmniejszyło się do poziomu odpowiadającego klasie III. W wodzie Warty poniżej ujścia Neru (ppk Wilamów) stężenie azotu ogólnego jest wyższe o ok. 50% niż powyżej ujścia tej rzeki, co nie powoduje jednak zmiany klasy czystości.

Średnie w okresie badań stężenie fosforu ogólnego w wodzie Neru (ppk Chełmno) wynosiło $1,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Do 2000 r. wartości stężenia fosforu kwalifikowały wodę do V klasy czystości. Po uruchomieniu drugiego stopnia oczyszczania ścieków w GOŚ stężenie tego składnika zmniejszyło się, a czystość wody mieściła się w klasie III. Poniżej ujścia Neru stężenie fosforu ogólnego w wodzie Warty jest o ok. 50% wyższe niż powyżej ujścia, ale klasa czystości pozostaje ta sama.

Średnia wartość BZT_5 w wodzie Neru w profilu Chełmno wynosiła $18,3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Do 2000 r. wartości BZT_5 kwalifikowały tę wodę do V klasy czystości, a w późniejszych latach – do klasy III i IV. Poniżej ujścia Neru do Warty wartość wskaźnika wzrasta, co powoduje obniżenie jakości wody Warty o jedną klasę.

W okresie obserwacji stężenie zawiesiny ogólnej w wodzie Neru wynosiło $28,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Pod względem stężenia zawiesiny, w latach 1995–1998 woda ta kwalifikowała się do III klasy czystości, a po uruchomieniu mechanicznej części oczyszczalni – do klasy II i I. W przypadku tego wskaźnika nie zaobserwowano wpływu rzeki Ner na jakość wody w Warcie.

Wpływ ścieków odpływających z Łodzi na jakość wody w Nerze

Ładunki badanych zanieczyszczeń odprowadzanych z GOŚ zmniejszały się w okresie obserwacji (tab. 2). W 2000 r. ładunek zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do rzeki był większy od ich ładunku w wodzie w profilu zamykającym (Chełmno), co mogłoby świadczyć o samooczyszczaniu się rzeki. Od 2001 r. jednak, po dalszej redukcji ładunku zanieczyszczeń w ściekach, ich ładunek w wodzie rzecznej był przeważnie większy od ładunku zawartego w ściekach.

Można zauważyć, że niskiemu stężeniu fosforu w ściekach (poniżej $4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$) odprowadzanych z oczyszczalni nie towarzyszy adekwatnie lepsza jakość wody przy ujściu Neru do Warty (ppk Chełmno) (tab. 3). W latach 2002–2004, mimo dalszej redukcji stężenia fosforu w ściekach, stężenie PO_4 nie spada poniżej poziomu $0,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w wodzie rzeki, a w 2004 r. nawet wzrasta do $1,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Podobne tendencje występują w przypadku pozostałych analizowanych wskaźników.

Tabela 2. Sumy ładunków wybranych zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do Neru z GOŚ oraz w wodzie tej rzeki w przekroju Chełmno (dane według WIOŚ)

Table 2. Total loads of chosen pollutants in sewage discharged from GOŚ into Ner river and in river water at Chełmno gauging section (data from WIOŚ)

| Rok Year | Dopływ ścieków Sewage inflow $m^3 \cdot s^{-1}$ | Średni przepływ roczny w Nerze Mean annual discharge in Ner (Chełmno) $m^3 \cdot s^{-1}$ | BZT ₅ Mg·rok ⁻¹ BOD ₅ Mg·year ⁻¹ | | Zawiesina ogólna Mg·rok ⁻¹ Total suspended solids Mg·year ⁻¹ | | P ^{og} Mg·rok ⁻¹ P ^{tot} Mg·year ⁻¹ | | N ^{og} Mg·rok ⁻¹ N ^{tot} Mg·year ⁻¹ | |
|-------------|---|---|---|------------------|---|------------------|--|------------------|--|------------------|
| | | | ścieki sewage | Ner (Chełmno) | ścieki sewage | Ner (Chełmno) | ścieki sewage | Ner (Chełmno) | ścieki sewage | Ner (Chełmno) |
| | | | | | | | | | | |
| 1999 | 2,8 | 18,5 | 7285 | 9795 | 10954 | 13879 | 336 | 665 | 2922 | 6440 |
| 2000 | 2,9 | 10,1 | 9752 | 4108 | 10936 | 7007 | 584 | 350 | 3359 | 2780 |
| 2001 | 2,7 | 14,7 | 3719 | 4079 | 4290 | 7417 | 271 | 292 | 2698 | 3092 |
| 2002 | 2,7 | 13 | 3438 | 1516 | 4639 | 3279 | 97 | 213 | 1752 | 1967 |
| 2003 | 2,4 | 7,6 | 820 | 1486 | 1930 | 3115 | 83 | 143 | 1800 | 1905 |
| 2004 | 2,3 | bd | 672 | bd | bd | bd | 78 | bd | 1687 | bd |

GOŚ – grupowa oczyszczalnia ścieków dla aglomeracji łódzkiej – combined sewage treatment plant for Łódź conurbation

bd – brak danych – no data available

Analiza zmian wartości badanych wskaźników zanieczyszczeń w wybranych przekrojach pomiarowo-kontrolnych na rzece Ner wykazała, że znaczne zmniejszenie ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych przez GOŚ nie przekłada się w równym stopniu na obniżenie ich stężeń w przekrojach położonych poniżej oczyszczalni (rys. 3 i 4). Średnie stężenia fosforu i wartości BZT₅ w kolejnych przekrojach położonych powyżej ujścia głównych dopływów Neru – Pisi i Pisy (Józefów, Lutomiersk i Puczniew) nie maleją z biegiem rzeki, lecz w niektórych latach się zwiększają. Redukcja wartości tych wskaźników występowała do 2000 r., gdy z GOŚ był odprowadzany znaczny ładunek zanieczyszczeń. W późniejszych latach na tym 25-kilometrowym odcinku obserwowano ich wzrost. Świadczy to o zaniku potencjału rzeki do samooczyszczania i o możliwej intensyfikacji procesów uwalniania zanieczyszczeń (głównie związków fosforu) z osadu dennego.

Tabela 3. Stężenia wybranych zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do Neru z GOŚ oraz w wodzie tej rzeki w przekroju Chełmno (dane według WIOŚ)

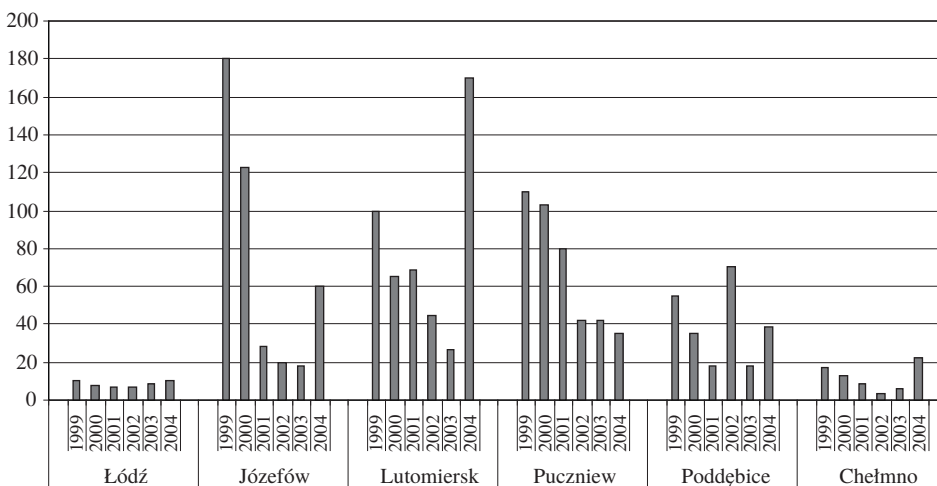
Table 3. Concentrations of chosen pollutants in sewage discharged from GOŚ into Ner river and in river water at Chełmno gauging section (data from WIOŚ)

| Rok Year | Dopływ ścieków Sewage inflow $m^3 \cdot s^{-1}$ | Średni przepływ roczny w Nerze Mean annual discharge in Ner (Chełmno) $m^3 \cdot s^{-1}$ | BZT ₅ – BOD ₅ $g O_2 \cdot m^{-3}$ | | Zawiesina ogólna Total suspended solids $g \cdot m^{-3}$ | | P _{og} – P _{tot} $g \cdot m^{-3}$ | | N _{og} – N _{tot} $g \cdot m^{-3}$ | |
|-------------|---|--|---|---------------|--|---------------|--|---------------|--|---------------|
| | | | ścieki sewage | Ner (Chełmno) | ścieki sewage | Ner (Chełmno) | ścieki sewage | Ner (Chełmno) | ścieki sewage | Ner (Chełmno) |
| | | | 1999 | 2,8 | 18,5 | 83 | 16,8 | 124 | 23,8 | 3,8 |
| 2000 | 2,9 | 10,1 | 107 | 12,9 | 120 | 22,0 | 6,4 | 1,1 | 37 | 8,7 |
| 2001 | 2,7 | 14,7 | 44 | 8,8 | 50 | 16,0 | 3,2 | 0,6 | 32 | 6,7 |
| 2002 | 2,7 | 13 | 40 | 3,7 | 54 | 8,0 | 1,1 | 0,5 | 21 | 4,8 |
| 2003 | 2,4 | 7,6 | 11 | 6,2 | 25 | 13,0 | 1,1 | 0,6 | 24 | 7,9 |
| 2004 | 2,3 | bd | 9 | bd | | bd | 1,1 | bd | 23 | bd |

GOŚ – grupowa oczyszczalnia ścieków dla aglomeracji łódzkiej – combined sewage treatment plant for Łódź conurbation

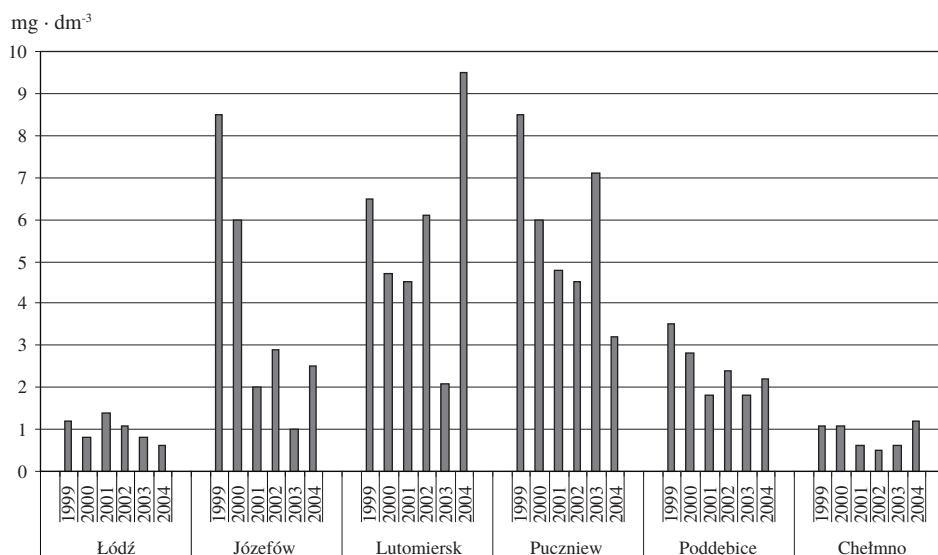
bd – brak danych – no data available

$mg O_2 \cdot dm^{-3}$



Rys. 3. Zmiany wartości BZT₅ w wodzie Neru w latach 1999–2004 (dane według WIOŚ)

Fig. 3. Changes in BOD₅ values in Ner river water during 1999–2004 (data from WIOŚ)



Rys. 4. Zmiany stężenia fosforu ogólnego w wodzie Neru w latach 1999–2004 (dane według WiOŚ)

Fig. 4. Changes in total phosphorus concentration in Ner river water during 1999–2004 (data from WiOŚ)

PODSUMOWANIE

Mimo niewielkiego przepływu wody Ner wprowadza corocznie do Warty relatywnie wysoki ładunek zanieczyszczeń. Średni roczny przepływ wody w tej rzece w okresie 1995–2003 wynosił ok. 10% przepływu Warty w przekroju poniżej ujścia Neru (ppk Koło), a ładunki badanych zanieczyszczeń stanowiły średnio: w przypadku azotu ogólnego – 27%, fosforu – 37%, BZT₅ – 39% i zawiesiny ogólnej – 28% ładunków w Warcie. W pierwszej części tego okresu, przed uruchomieniem biologicznej i chemicznej części oczyszczalni ścieków w Łodzi (1995–2000), udział tych ładunków był wyższy i wynosił odpowiednio 29, 41, 44 i 37%, a po 2000 r. zmniejszył się do 23% w przypadku azotu ogólnego, 29% – fosforu, 25% – BZT₅ i 16% – zawiesiny ogólnej.

Po roku 1997 (zakończenie rozruchu I ciągu technologicznego grupowej oczyszczalni ścieków łódzkiej aglomeracji miejskiej) w przekroju ujściowym rzeki Ner obserwowano zwiększanie się ładunków wszystkich czterech rodzajów zanieczyszczeń. Było to spowodowane wyłączeniem starych oczyszczalni i wylotów, a przesyłaniem ścieków do GOŚ. Po 2000 r. (przekazanie do eksploatacji II ciągu technologicznego GOŚ ŁAM) ładunki tych zanieczyszczeń się zmniejszyły. Skład jakościowy wód Neru systematycznie się polepsza zarówno pod względem stężenia zanieczyszczeń, jak i liczby wskaźników obniżających klasę wody. Z każdym rokiem coraz mniejsza liczba wskaźników decyduje o jej pozaklasowym charakterze. W 2002 r. o dyskwalifikacji wody przesądziły cztery parametry, podczas gdy w 1999 r. było ich aż dwanaście.

Obniżenie się stężeń poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń od 2000 r. w wodzie Neru (ppk Chełmno) pociągnęło za sobą także zmniejszenie zanieczyszczenia Warty (ppk Koło). Wynika stąd, że uruchomienie GOŚ ŁAM, a następnie oddanie do eksploatacji kolejnych ciągów oczyszczania biologicznego miało decydujące znaczenie dla czystości obu rzek. Spadek ładunków w wodzie Warty w kolejnych latach zaobserwowano także w przekroju Wilamów, tj. przed ujściem Neru do tej rzeki.

Na 25-kilometrowym odcinku Neru od GOŚ do Puczniewa wartości BZT₅ i stężenia fosforu obniżały się tylko do czasu uruchomienia biologicznej części oczyszczalni. Mimo znacznego zmniejszenia się w 2001 r. wartości BZT₅ (poniżej 45 mg O₂ · dm⁻³) i stężenia fosforu (poniżej 4 mg · dm⁻³) w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni, wartości tych parametrów zwiększały się od ppk Józefów do ppk Puczniew. Świadczy to o zaniku zdolności rzeki do samooczyszczania i o możliwej intensyfikacji procesów uwalniania się zanieczyszczeń (głównie związków fosforu) z osadu dennego. Stężenia fosforanów w rzece w latach 2001–2004 były kształtowane w znacznej mierze przez procesy autochtoniczne, które miały większy wpływ niż zanieczyszczenia odprowadzane z GOŚ. Oznacza to, że woda ulega wtórnemu zanieczyszczeniu przez nagromadzone w korycie rzeki osady. W związku z tym nawet wysokoefektywne oczyszczanie ścieków w GOŚ ŁAM nie przekłada się na radykalne polepszenie jakości wody w Nerze. Wodę o dobrej jakości będzie można uzyskać tylko poprzez zintegrowanie działań obejmujących rzekę i dolinę, tak aby włączyć dolinę w system oczyszczania ścieków z Łodzi. Dzięki wykorzystywaniu zanieczyszczonej wody z Neru do nawadniania pól jakość wody w rzece znacznie się polepsza, dlatego w ogólnym bilansie rolnictwo ma pozytywny wpływ na ładunek zanieczyszczeń w badanej zlewni.

PIŚMIENNICTWO

- Bednarczyk J., 1997. Wpływ miejskich i przemysłowych ścieków zrzucanych przez aglomerację łódzką na degradację środowiska naturalnego i wody w zlewni rzeki Ner oraz w rzece Warcie. [W:] Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa. Mat. Konf. Wyd. IMUZ Falenty, 139–146.
- Ilnicki P., Banaszekiewicz H., Bukowski Ł., 2003. Źródła, stężenie i ładunki azotu i fosforu w wodach rzeki Ner w latach hydrologicznych 1992–1997. Acta Sci. Pol., Form. Circ. 2 (1), 23–34.
- Mosiej J., 1999. Przyrodniczo-techniczne uwarunkowania gospodarowania wodą w dolinie rzeki Ner. Rozprawy i monografie nr 222, Wyd. SGGW Warszawa.
- Mosiej J., Komorowski H., 2004. Rola nawodnień ściekami w kształtowaniu warunków środowiskowych doliny i rzeki Ner. Zesz. Nauk. AR Krak., Inż. Środ. 25, 69–80.
- Multan H., 1993. Efekty i ograniczenia nawodnień wodami ściekowymi. [W:] Współczesne problemy melioracji, red. Cz. Somorowski. Wyd. SGGW Warszawa, 223–233.
- Multan H., 1996. Zastosowanie systemów nawadniających do redukcji zanieczyszczeń ze ścieków. [W:] Ochrona i zrównoważony rozwój środowiska wiejskiego, red. T. Brandyk, P. Hewelke. Wyd. SGGW Warszawa, 268–289.
- Multan H., Szatyłowicz J., 1993. Sprawność systemu nawodnień wodami ściekowymi w dolinie rzeki Ner. [W:] Współczesne problemy melioracji, red. Cz. Somorowski. Wyd. SGGW Warszawa, 244–256.
- Raporty o stanie środowiska w Wielkopolsce w latach 1997–2003, woj. łódzkim w latach 1994–2005, woj. konińskim w latach 1995–1997 i woj. poznańskim w latach 1995–1996. WIOŚ Poznań, WIOŚ Łódź, WIOŚ Konin.

- Somorowski C., Multan H., Mosiej J., Szatyłowicz J., 1991. Wpływ nawodnień ściekami na plonowanie i elementy bilansu wodnego gleby użytków zielonych w dolinie rzeki Ner. Zesz. Nauk. AR Krak., Sesja Nauk. 28, cz. I, 81–101.
- Suska A., 2005. Wpływ ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych rzeką Ner na jakość wód rzeki Warty w latach 1995–2003. Praca magisterska. SGGW Warszawa (maszynopis).
- Urbaniak M., 1997. Rekultywacja odbiornika ścieków miejskich. Ekoinżynieria 11/12, 8–12.
- Urbaniak M., Przybiński J., 1997. O etapowym rozruchu oczyszczalni ścieków i problemach z ustaleniem efektu ekologicznego. Ekoinżynieria 5, 19–23.

EFFECT OF POLLUTANTS DISCHARGED FROM ŁÓDŹ CONURBATION ON QUALITY OF WATER IN NER AND WARTA RIVERS

Abstract. The study assesses the influence of the loads of some pollutants (BOD₅, suspended solids, total nitrogen and total phosphorus), discharged to the Ner river, the right-bank tributary of the Warta river, before the construction of a municipal sewage treatment plant in Łódź, and during its start-up and further operation. Despite its low natural flow, Ner discharges annually a relatively high load of pollutants into Warta. In the research period (1995–2003), the annual average flow of Ner constituted 10% of the annual average flow of Warta below the mouth of the tributary, while the contaminant loads carried by Ner averaged 27% of total nitrogen, 37% of phosphorus, 39% of BOD₅, and 28% of suspended solids loads in Warta. In the years 1995–2000, before the start-up of the biological and chemical sections of the treatment plant, the respective values were 29, 41, 44, and 37%, and then, after the plant reached its full capacity, they decreased to 23, 29, 25, and 16%.

Key words: water quality, pollutant loads, sewage receiver, reclamation

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.04.2007