

Daniel SZEJBA, Juliusz SZEJBA

Rekultywacja skażonego produktami ropopochodnymi koryta rzeki na przykładzie rzeki Zielona Struga

Abstract

Reclamation of river polluted by oil products in example of Zielona Struga river. In 23 May 1995 offenders did illegal bore-hole in piping, which is supplying oil products from Płock to CPN Base in Nowa Wieś Wielka near Bydgoszcz. Bore-hole was done in piping crossing the bed of the Zielona Struga river near Złotniki Kujawskie. Two hundred fifty thousands litres of oil product outflowed from piping to the river. Then the oil products flowed by river to the water weir, which is located about 2.5 km from the illegal bore-hole. Water, river flora and river bed were polluted. The paper presents the activities undertaken in order to reclaim polluted river environment. Stable and floating protective-filtration barrier system was done on the river. River reclamation was possible after removal of stored water from the river reservoir. The efficient method of oil pollutions removal from river bed, bank and water are presented.

Key words: water pollution, oil products, reclamation.

Wstęp

Przedsiębiorstwo Eksploatacji Rurociągów Naftowych „Przyjaźń” (PERN) w Płocku jest administratorem systemu rurociągów naftowych produktów surowych i finalnych na terenie Polski, który schematycznie został przedstawiony na rysunku 1 (Energia 2000, 1995). Ruro-

ciągi z terenu Rosji i portu w Gdańsku dostarczają ropę naftową do rafinerii w Płocku. Z rafinerii Płock do Bazy CPN w Nowej Wsi Wielkiej w woj. bydgoskim doprowadzony jest rurociąg produktów finalnych, z którego zaopatrywana jest część północna i zachodnia kraju w produkty naftowe. Ropociąg przecina rzekę Zieloną Strugę, będącą w administracji Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Bydgoszczy. Przez rzekę rurociąg przechodzi w rurze ochronnej, zlokalizowanej 50 cm nad dnem, mierząc od dolnej krawędzi rury. Koryto Zielonej Strugi zaprojektowane zostało na przepływy średnie niskie, a dla przeprowadzenia wód średnich i wysokich został równolegle wykonany kanał ulgi. Omawiany rurociąg przechodzi tuż pod jego dnem, które jest ubezpieczone płytami betonowymi.

W dniu 23 maja 1995 r. dokonano nielegalnego odwiertu na rurociągu dostarczającym produkty ropopochodne do Bazy CPN w Nowej Wsi Wielkiej koło Bydgoszczy. Odwiertu dokonano na 28,8 km, licząc od ujścia Zielonej Strugi do Wisły, w miejscowości Gniewkówiec gmina Złotniki Kujawskie, w miejscu przechodzenia pod kanałem ulgi. Ze względu na

duże ciśnienie panujące w ropociągu sprawcy nie opanowali wypływu z nawierconego otworu, i w wyniku tego nastąpił wyciek oleju napędowego w ilości ok. 250 000 l. Do chwili zlokalizowania miejsca odwiertu i jego likwidacji wypływający produkt dopłynął korytem rzeki do jazu w Bronimierzu położonego 2,5 km poniżej dokonanego odwiertu. Było to największe i najbardziej niebezpieczne skażenie, jakie powstało na skutek kradzieży produktów naftowych z rurociągów administrowanych przez PERN w Płocku. Dotychczasowe nielegalne odwierty dokonywane były na użytkach rolnych, wywołując skażenie gleby.

Ropa i produkty naftowe są bardzo szkodliwe dla wód powierzchniowych, ponieważ utrzymują się przez długi czas na powierzchni lustra wody, ograniczając dostęp tlenu i światła do niższych warstw toni wodnej. Uniemożliwiają w ten sposób zachodzące w środowisku wodnym procesy biologiczne. W następnym etapie ropa rozwarstwia się i około $\frac{1}{3}$ jej ilości ulega wyparowaniu, po czym – spadając wraz z deszczem – może powodować wtórne skażenie. Rozkład ropy w wodzie wiąże się z pobieraniem z niej tlenu i zależy od temperatury, zasolenia (woda morska), składu chemicznego, odczynu i wielu innych czynników. Rozlana na powierzchni lustra wody ropa stopniowo przekształca się w cienką warstewkę, hamującą absorpcję CO_2 z atmosfery przez rośliny środowiska wodnego, tworząc emulsję, pianę, a w końcu osady denne (Nowakowski 1993).

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie działań mających na celu likwidację skutków skażenia wód powie-

rzchniowych produktami ropopochodnymi na konkretnym przykładzie rzeki Zielona Struga.

Charakterystyka zlewni i sposobu gospodarowania wodą

Zielona Struga jest lewobrzeżnym dopływem Wisły, który ma duży udział w zasilaniu wód podziemnych Niziny Nieszawskiej, gdzie znajdują się ujęcia wód ze studni głębinowych dla Torunia i Inowrocławia. Długość rzeki wynosi 34 km, a jej całkowita powierzchnia zlewni wynosi 223,4 km². Powierzchnia zlewni cząstkowej, gdzie zatrzymało się skażenie na jazu w Bronimierzu wynosi 40,1 km².

Regulację Zielonej Strugi wykonano na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych w celu kompleksowego uregulowania stosunków wodnych w zlewni, szczególnie na obszarze użytków zielonych. Na rysunku 2 przedstawiono zlewnię cząstkową, gdzie nastąpiło skażenie.

W ramach prowadzonych prac melioracyjnych wykonano melioracje odwadniające, jak i urządzenia piętrzące na rowach szczegółowych dla realizacji nawodnień podsiąkowych. W korycie rzeki wykonano dwa stopnie piętrzące i trzy jazy, umożliwiające spiętrzenie zwierciadła wody do 2 metrów. W latach osiemdziesiątych zmeliorowano około 3 tys. hektarów użytków zielonych, wykonując systemy odwadniająco-nawadniające.

Zlewnia pozbawiona jest jezior i innych zbiorników wodnych, gdzie można by retencjonować i korzystać z nich w

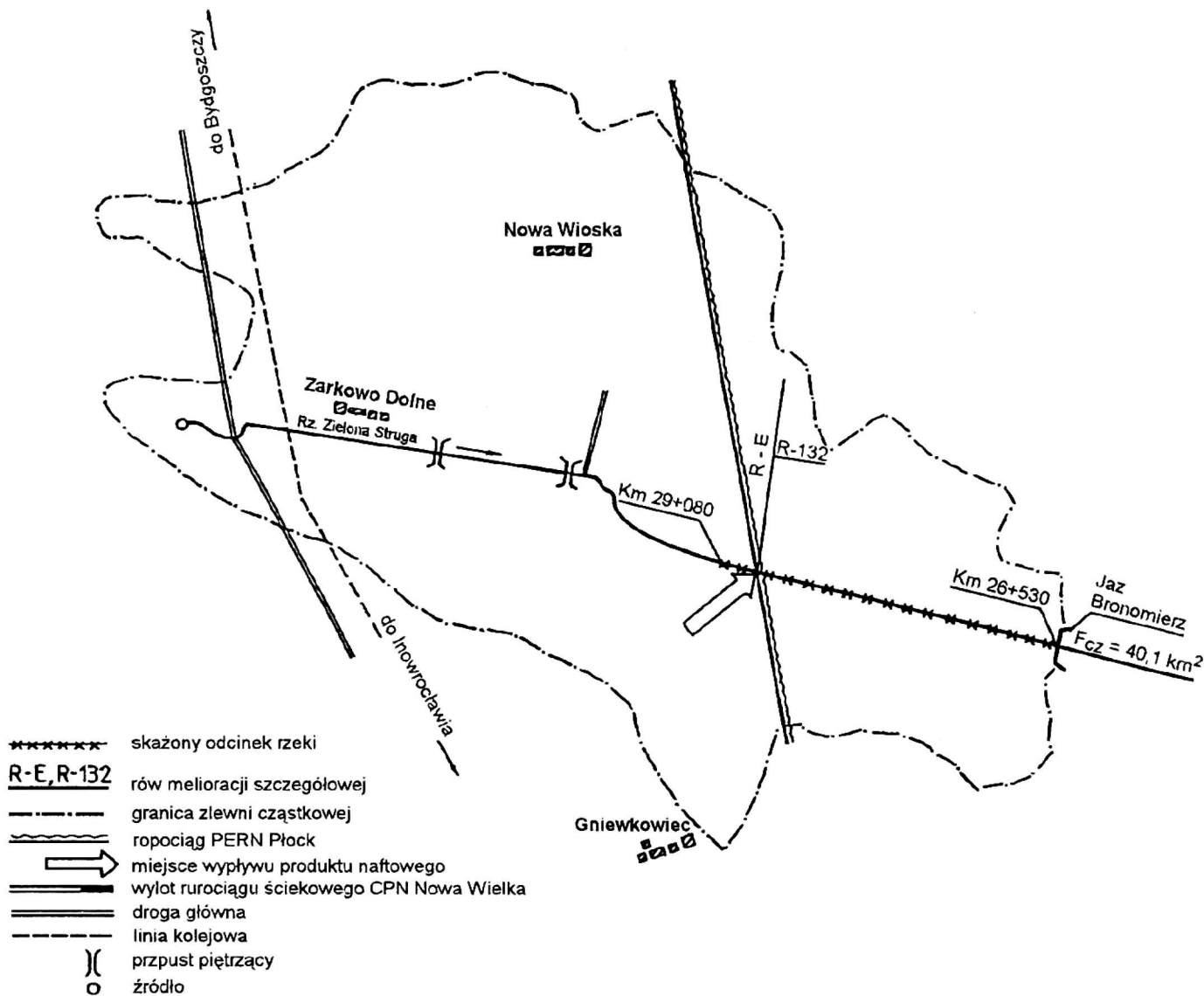


- rurociągi ropy naftowej
- rurociągi produktów fi.nalnych
- bazy przeładunkowe lądowe
- bazy przeładunkowe morskie
- bazy maszynowe
- rafinerie

- Rurociąg relacji Płock-Koluszki-Bornów, średnica 400 i 270 mm, długość 262 km
- Rurociąg Płock-Mościska-Emilianów, średnica 250 mm, długość 132 km
- Rurociąg Płock-Nowa Wieś Wlk.-Rejowiec, średnica 350 i 270 mm, długość 216 km

- 1 Płock
- 2 Gdańsk
- 3 Czechowice
- 4 Trzebinia
- 5 Gorlice
- 6 Jasło
- 7 Jedlicze
- 8 Kędzierzyn-Koźle (projekt)

RYSUNEK 1. Schemat tras rurociągów ropy i produktów naftowych w Polsce (Energia 2000, 1995)



RYSUNEK 2. Schemat zlewni częściowej rzeki Zielona Struga

okresie wegetacyjnym. Dlatego też z początkiem marca zamykane są jazy i przechwytywana zostaje woda pochodząca ze spływów wiosennych, wypełniając koryto i uzupełniając zapasy retencji glebowej w zlewni. Średnio w okresie wegetacyjnym uzyskuje się spiętrzenie zwierciadła wody na jazach o ok. 1,5 m, co umożliwia zgromadzenie zapasu wody glebowej, niezbędnej dla pokrycia potrzeb wodnych użytków zielonych w okresie wegetacyjnym. Po 15 września zasuwy na jazach zostają stopniowo podnoszone,

umożliwiając zrzut pozostałej objętości wody na Nizinę Nieszawską, a następnie do Wisły, co umożliwi przeprowadzenie konserwacji ciekłu (Prażuch 1978).

Szerokość dna Zielonej Strugi na odcinku, który uległ skażeniu, wynosi 1,40 m. Projektowane nachylenie skarp wynosi 1:2, jednakże na skutek długotrwałych piętrzeń po piętnastu latach eksploatacji skarpy uległy deformacji i obecnie przekrój poprzeczny posiada kształt nieregularny. Głębokość koryta waha się od 2 do 3 metrów. Ubezpieczenie stopy skarpy

stanowi kieszka faszynowa $2 \times \Phi 20$. Skarpy są porośnięte mieszką traw, a dolne jej partie turzycami.

Jaz w Bronimierzu wybudowany na kilometrze 26 + 530, na którym zatrzymało się skażenie, posiada następujące parametry:

- przepływ obliczeniowy $Q_{1\%} = 1,67 \text{ m}^3/\text{s}$,
- światło jazu $b = 2,0 \text{ m}$,
- maksymalna wysokość piętrzenia $h = 2,0 \text{ m}$,
- konstrukcja jazu – dokowa, żelbetowa,
- zamknięcie – zasowa stalowa dwudzielna (Prażuch 1978).

W dolinie Zielonej Strugi w przeszłości powstawały zastoiska wodne zasilane wodami powierzchniowymi i wodami gruntowymi wysiękowymi, zasobnymi w węglan wapnia. Zastoiska te uległy zamuleniowi głównie węglanem wapnia oraz namułami naniesionymi w okresie przepływu wielkich wód. Po wypłytceniu zbiorniki wodne zarosły roślinnością bagienną. Powstały torfowiska turzycowiskowe i szuwarowe, zasobne w węglan wapnia i związki żelaza. Po osuszeniu bagien na początku XIX wieku torf uległ murszeniu i osiadaniu. Ze względu na dużą deniwelację podłoża mineralnego powstały tu gleby torfowo-murszowe węglanowe średnio głębokie i płytkie oraz na dużych obszarach mineralno-murszowe, murszowate i murszaste na utworach węglanowych i na piaskach z domieszką węglanów. Pod utworami organicznymi zalegają warstwy mineralne węglanowe o zawartości węglanu wapnia od 5 do 95%. Głębsze warstwy stanowią przeważnie piaski zamulone węglanami wa-

pnia oraz piaski luźne (Cieśliński i in. 1994).

Inwentaryzacja skażenia

Do dnia powstania wycieku w korycie Zielonej Strugi powyżej jazu w Bronimierzu zgromadzono około $10\,000 \text{ m}^3$ wody do nawodnień. W chwili skażenia poziom lustra wody na górnym stanowisku na wodowskazie wynosił 150 cm. Zasowa jazu podniesiona była tylko 2 cm, zapewniając przepływ biologiczny. Z chwilą pojawienia się produktów ropopochodnych na powierzchni lustra wody jaz w Bronimierzu został całkowicie zamknięty, dzięki czemu skażenie zatrzymało się na stalowych zasuwach jazu i wypełniło wierzchnią warstwę lustra wody na długości około 2,5 km, tj. od km 26 + 530 do km 29 + 080. Skażenie nie przedostało się poniżej jazu w Bronimierzu (Szejba, Kapczyński 1995).

Do chwili zlokalizowania powstałego odwiertu i jego likwidacji wyciekło z ropociągu około 250 000 litrów produktów naftowych. Cała zretencjonowana woda została skażona, przez co pozbawiono rolników możliwości nawodnień i to już na początku okresu nawodnień podsiąkowych.

Ponieważ konserwacja Zielonej Strugi prowadzona jest dopiero w drugim półroczu, całe skażenie przyjęła w zasadzie roślinność szuwarowa porastająca dolne strefy skarp, porost trawiasty powyżej lustra wody i roślinność korzeniująca się w dnie, tzw. kozuch roślinny. Dla środowiska przyrodniczego fakt ten miał bardzo korzystne znaczenie, gdyż produkty na-

ftowe miały ograniczoną możliwość przeniknięcia do wód gruntowych

Całkowitemu skażeniu uległo:

- około 10 000 m³ wody zretencjonowanej do nawodnień,
- roślinność porastająca obydwie skarpy do wysokości 0.5 m nad lustrem wody,
- roślinność korzeniująca się w dnie i pływająca w korycie.

Częściowemu skażeniu uległ namuł denny zalegający w korycie rzeki oraz warstwa gruntu tworząca skarpy, gdzie miejscowa ludność – wynosząc zebrane z lustra wody produkty w pojemnikach – rozlewała je w sposób przypadkowy. Uszkodzenia skarp powstały głównie na km 27 + 500 do km 28 + 850.

Inwentaryzację skażeń przedstawiono na fotografiach 1–3 (Szejba, Kapczyński 1995).

Likwidacja skażeń i rekultywacja koryta rzeki

Z chwilą opanowania i zamknięcia wycieku przystąpiono do prac mających na celu likwidację skażenia i następnie rekultywację. Prace te można podzielić na trzy etapy: doraźny, rekultywacyjny i profilaktyczny.

Równolegle z likwidacją wycieku z rurociągu całkowicie zamknięto jaz, ażeby pływający produkt i skażona woda nie przedostały się do dolnego stanowiska. Profesjonalne jednostki Ratownictwa Technicznego, Straży Pożarnej oraz CPN za pomocą specjalistycznego sprzętu zbierały z powierzchni lustra wody produkty naftowe do cystern samochodowych,

które po napełnieniu odwoziły zawartość do bazy CPN celem przeróbki. Równolegle w sposób nie kontrolowany miejscowa ludność dostępnymi pojemnikami zbierała produkt do metalowych beczek. Osoby te poczyniły jednak duże straty na skarpach poprzez wydeptanie porostu traw oraz rozlewając przez nieostrożność i pośpiech zebrany produkt. Fakt ten spowodował skażenie powierzchni skarp.

Administrator rzeki w uzgodnieniu z Wojewódzkim Inspektorem Ochrony Środowiska i Katedrą Ekologii Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy zaproponował następujące działania w celu likwidacji skażenia i rekultywacji ciek:

- wykonanie stałych i pływających przesłon filtracyjnych,
- odprowadzenie zmagazynowanej wody powyżej jazu w Bronimierzu,
- przygotowanie odpowiedniego składowiska dla skażonej roślinności,
- wykoszenie skażonej roślinności ze skarp i dna rzeki, wydobycie jej z koryta i wywiezienie na przygotowane składowisko,
- rekultywacja skażonych skarp rzeki,
- przeprowadzenie utylizacji skażonej roślinności zgromadzonej w przyzmachach.

Przed rozpoczęciem jakichkolwiek prac w korycie trzeba było dokonać dowolnego zrzutu zmagazynowanej wody. Fakt ten był o tyle istotny, że w miesiącu czerwcu odnotowano wielkość opadu przewyższającą średnią z wielolecia i na wodowskazie poziom wody systematycznie się podnosił. Dlatego też, dla zapobieżenia nie kontrolowanym spływom wody wraz z produktami naftowymi ponad główną zasuwę jazu, a przez to



FOTOGRAFIA 1. Rozwidlenia koryta Zielonej Strugi i kanału ulgi – miejsce wycieku produktu naftowego



FOTOGRAFIA 2. Skażenie lustra wody w rzece

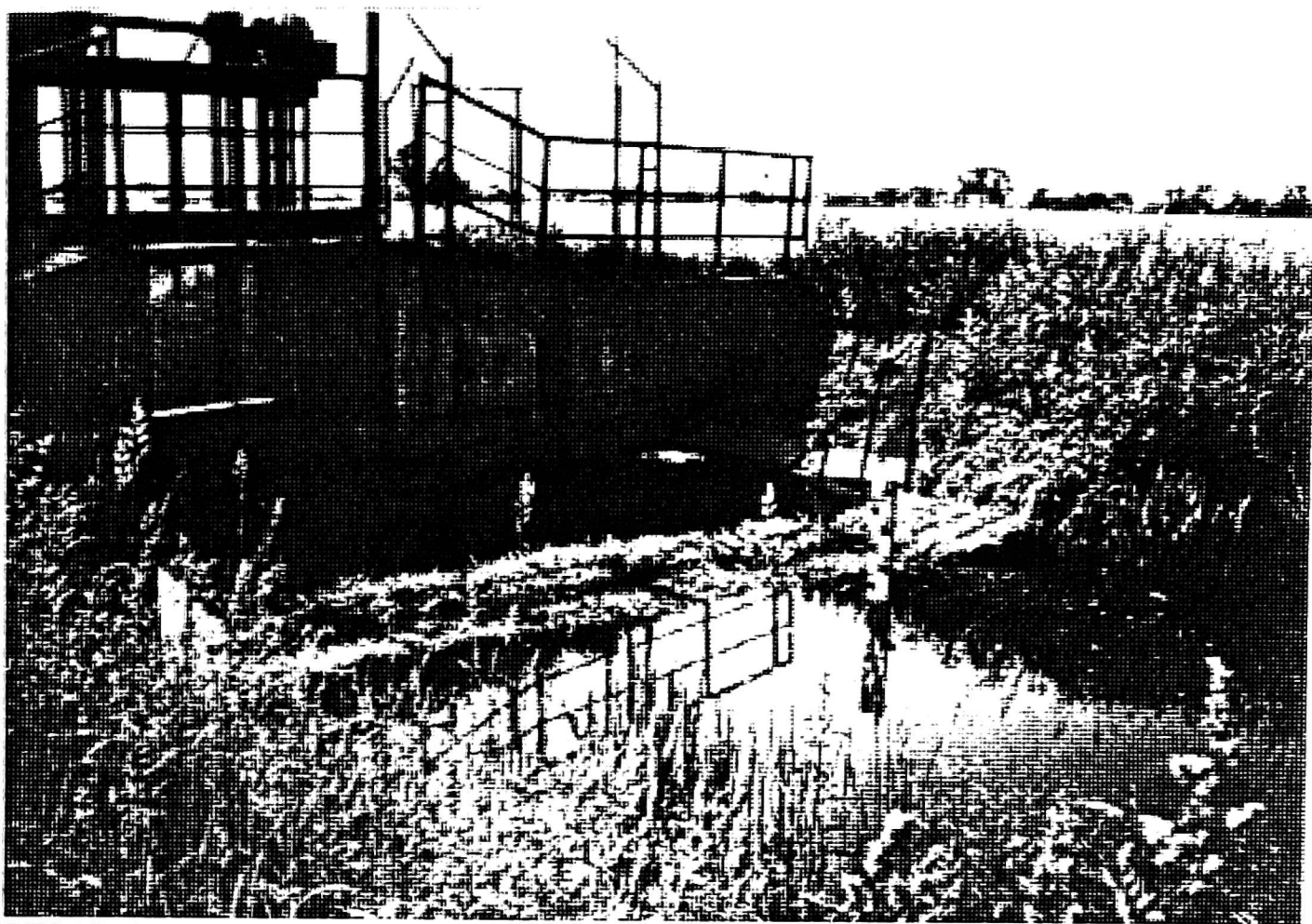


FOTOGRAFIA 3. Skazyona roślinność porastająca skarpy i koryto rzeki

skażenia rzeki na całym jej odcinku, kontrolowany zrzut stał się jedyną alternatywą.

W celu zatrzymania produktów ropopochodnych i filtrowania skażonej wody podczas zrzutów wykonano na górnym stanowisku jazu ekran filtracyjny z powiązanych balotów słomy (fot. 4), który zasłonił cały przekrój zwilżony rzeki (od dna do 0,5 m powyżej zwierciadła wody). Na całym skażonym odcinku w odległościach co około 200 m wykonano ekrany filtracyjne z balotów słomy, pływające na powierzchni wody. Profilaktycznie poniżej jazu wykonano również cztery ekrany filtracyjne w odstępach co 100 m. Mając tak przygotowane zabezpieczenie rozpoczęto zrzut, podnosząc zasuwę na jazie o 2 cm i uzyskując w ten sposób wypływ spod zasuw w granicach od 20 do 50 l/s.

Zrzut prowadzono przez około 10 dni, w wyniku czego na wodowskazię uzyskano odczyt 40 cm i obniżenie lustra wody w korycie cieku do poziomu ubezpieczenia faszynowego. Z chwilą rozpoczęcia zrzutów skażona woda – filtrując poprzez ekrany ze słomy – pozostawiała na niej produkty naftowe. W ciągu pierwszych dwóch dni ekrany były wymieniane codziennie. W następnych dniach ekrany wymieniano z chwilą pojawienia się kolorowych plam poniżej ekranów, co było oznaką nasączenia się balotów produktami ropopochodnymi. W czasie zrzutu wody powyżej każdego ekranu tworzyły się kilkunastometrowe zastoiska produktów naftowych, które były systematycznie zbierane przez cysternę i wywożone do bazy CPN.



FOTOGRAFIA 4. Jaz w Bronimierzu oraz bariera ochronna wykonana z balotów słomy

Ze względu na trudności w znalezieniu miejsca na składowanie skażonej roślinności w dolinie przygotowano trzy składowiska o wymiarach 20×10 m, około 10 km od miejsca skażenia. Przygotowanie składowiska obejmowało wyrównanie terenu, wykonanie wykopu głębokości 40 cm i szczelne wyłożenie go grubą folią.

Po obniżeniu lustra wody przystąpiono do usuwania skażonej roślinności z koryta na odcinku od 26 + 530 do 29 + 080 km. Skażona roślinność porastająca skarpy była wykaszana ręcznie i składowana w korycie rzeki. Następnie wraz z roślinnością denną usuwana specjalnie skonstruowanym chwytakiem w kształcie wideł i ładowana bezpośrednio na wy-

wrotki, a następnie wywożona na przygotowane składowiska.

Skażona roślinność została złożona na przygotowanym podłożu w przyzmy wysokości do 2 m. Przez dwa miesiące, tj. lipiec i sierpień, które charakteryzowały się małymi opadami, przyzmy były polewane systematycznie wodą, ażeby umożliwić procesy biochemiczne. We wrześniu, październiku i listopadzie przyzmy będą dwa razy w miesiącu przerzucane i za każdym razem będą dodawane szczepy bakteryjne (osad czynny) pochodzące z oczyszczalni ścieków. Zabiegi te pozwolą na pełną utylizację skażonej roślinności. W roku 1996 przyzmy zostaną skompostowane z obornikiem i po dwóch latach zastosowane jako nawóz.

Namuł z dna rzeki nie został usunięty, zgodnie z sugestiami Katedry Ekologii Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy. Zostało to podyktowane obawą, że nie uda się wydobyć skażonego namułu z koryta bez naruszenia jego struktury i przeniesienia go na składowisko. Przepuszcza się, że namuł będzie działać jako sorbent i po okresie 1 roku zostaną przeprowadzone badania dotyczące jego szkodliwości, a następnie zostanie podjęta decyzja o ewentualnym jego usunięciu. Po wykonaniu wymienionych czynności jaz pozostał otwarty i do końca roku 1995 nie przewiduje się piętrzenia wody.

Jako działanie profilaktyczne wykonano komplet zapór filtracyjnych, które będą przechwytywać ewentualne zanieczyszczenia, które pozostały jeszcze w kiszkach faszynowych. Zapory zostaną usunięte przed końcem grudnia 1995 r. Miejsca na skarpach, gdzie nastąpiło skażenie podczas wnoszenia produktów ropopochodnych, zostały we wrześniu dwukrotnie spulchnione glebogryzarką. Miało to na celu uaktywnienie działania glebowej flory bakteryjnej rozkładającej związki ropopochodne. Wiosną 1996 r. miejsca te zostaną obsiane mieszanką traw.

Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono problem rekultywacji koryta rzeki skażonego produktami ropopochodnymi. Zagadnienie to przedstawiono na przykładzie rzeki Zielona Struga, gdzie nielegalny odwiert w ropociągu spowodował lokalną katastrofę ekologiczną. Przestępcy wykorzystują do wykonania nielegalnych odwiertów

miejsca, gdzie jest łatwy dostęp do ropociągu, tj., gdzie ropociąg jest położony płytko pod powierzchnią terenu, na przejściach pod dnem cieków, na przejściach ponad dnem cieków, gdzie ropociąg przechodzi w rurze osłonowej. Dla uniemożliwienia łatwego dostępu ropociągi prowadzone pod dnem cieków powinny być całkowicie zabudowane i zabezpieczone ubezpieczeniem ciężkim.

Odwiert i skażenie rzeki na tak dużą skalę był pierwszym w historii działalności PERN w Płocku. Gdyby nie zbudowane na rzece jazy i szybko podjęte zabiegi rekultywacyjne – to szkody w środowisku naturalnym byłyby jeszcze większe. Wykonane bariery ochronne z balotów słomy skutecznie sorbowały produkty ropopochodne i filtrowały zrzucaną wodę. Generalnie należy stwierdzić, że podjęte działania skutecznie usunęły powstałe skażenie.

W literaturze brak jest opisów skutecznych sposobów działania i likwidacji tego typu skażeń w środowisku rzeczonym. Wszystkie podjęte prace na Zielonej Strudze prowadzone były na podstawie doświadczenia i dotychczasowej wiedzy zawodowej osób zaangażowanych w likwidację skażenia. Istnieje zatem potrzeba opracowania podstaw naukowych dla likwidacji skażeń wód powierzchniowych i koryt cieków produktami ropopochodnymi.

Literatura

- CIEŚLIŃSKI Z., MIATKOWSKI Z., ROGUSKI W., 1994: *Właściwości fizyczno-wodne gleb mineralnych węglanowych oraz rozwój i planowanie runi łąkowej w zależności od stoso-*

wanych zabiegów agromelioracyjnych. Wiadomości IMUZ, Tom XVIII - zeszyt 3.

ENERGIA 2000 – dodatek miesięczny do Rzeczypospolitej, czerwiec 1995r.

NOWAKOWSKI L. 1993: Zanieczyszczenie środowiska morskiego, *Aura* 12/93, s.19–21

PRAŻUCH J. 1978: *Projekt regulacji rzeki Zielona Struga*. Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Bydgoszczy.

SZEJBA J., KAPCZYŃSKI Z. 1995: *Projekt rekultywacji i oczyszczenia skażonego koryta*

Zielonej Strugi. Zakład Usług Melioracyjnych w Inowrocławiu.

Adresy autorów

D. Szejba

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW
02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166

J. Szejba

Wojewódzki Urząd Melioracji i Urządzeń Wodnych – Rejonowy Oddział
Inowrocław, ul. Toruńska 25