

**Robert Woźniak\***

**ZARZĄDZANIE RYZYKIEM ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA  
GRUNTOWO-WODNEGO NA LOTNISKACH WOJSKOWYCH:  
ZABEZPIECZENIE, OCHRONA, MINIMALIZACJA SKUTKÓW**

**ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT SYSTEM FOR  
CONTAMINATED SOIL AND GROUNDWATER AT MILITARY AIRBASES  
IN POLAND: SECURITY, PROTECTION, MINIMISATION OF IMPACTS**

**Słowa kluczowe:** tereny zdegradowane, lotnisko wojskowe, zarządzanie ryzykiem.

**Key words:** degraded areas, military airport, risk management.

*An integrated system was developed for environmental risk management at the military airbases, with special attention to contaminated soil and groundwater. The criteria system and set of activities required for running such a system was discussed. The activities related to preparing, adjusting and verifying integrated management programmes were based on the classical structure of the Deming's cycle. The control-decision system for reduction/elimination of risk was demonstrated for groundwater contaminated with oil hydrocarbons that was applied at selected military airbases in Poland.*

## **1. WPROWADZENIE**

Lotniska wojskowe ze względu na charakter funkcjonalny stanowią zagrożenie dla środowiska, zwłaszcza gruntowo-wodnego (g-w) z powodu zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi (SR).

Pierwsze badania stopnia skażenia środowiska g-w substancjami ropopochodnymi obiektów wojskowych na terytorium Polski przeprowadzono na zlecenie Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska w latach 1992–1993 na terenach stacjonowania byłej Armii Radzieckiej. Ich wynikiem było opracowanie „Raportu...”, w którym stwierdzono występowanie szkód ekologicznych oraz określono udział poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń w globalnej

---

\* *Plk dr inż. Robert Woźniak – Dowództwo Sił Powietrznych; e-mail: robert.wozniak68@op.pl*

wycenie [Kamieński 1994]. Podobne badania przeprowadzono w latach następnych na lotniskach Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej (obecnie Sił Powietrznych). Wykazały one, że zanieczyszczenia koncentrują się głównie wokół takich elementów infrastruktury lotnisk wojskowych, stanowiących potencjalne ogniska zanieczyszczeń, jak: magazyny materiałów pędnych i smarów (MPS), płaszczyzny postoju samolotów (PPS), hangary, warsztaty remontowe, rampy przeładunkowe paliwa, drogi startowe i drogi kołowania [Woźniak 2006].

Przeprowadzone badania pokazały, że zarządzanie tego rodzaju terenami zdegradowanymi powinno być realizowane w sposób zintegrowany, tzn. z uwzględnieniem powiązań zachodzących między poszczególnymi elementami środowiska (grunt, woda, powietrze) oraz gospodarki: sposób wykorzystania terenu lotniska wojskowego, wartość terenu w razie przekazania go poza resort obrony narodowej, koszty rekultywacji (Malina i in. 2003),

Program rządowy przyjęty przez Radę Ministrów w 2004 r., dotyczący zarządzania terenami zdegradowanymi, odnosi się przede wszystkim do terenów przemysłowych, definiując je jako: „*zdegradowane, nie użytkowane lub nie w pełni wykorzystane tereny przeznaczone pierwotnie pod działalność gospodarczą, która została zakończona*” i nie uwzględnia terenów wojskowych, a zwłaszcza lotnisk [Program Rządowy... 2004].

Badania stopnia zanieczyszczenia lotnisk wojskowych pokazały, że są to tereny zdegradowane w stopniu ograniczającym możliwości rozwoju i/lub przywrócenia im funkcji gospodarczych czy rolnych. W celu przywrócenia im ww. funkcji niezbędne wydaje się opracowanie i wdrożenie specjalnego programu zarządzania terenami wojskowymi, ze szczególnym uwzględnieniem lotnisk. Jego realizacja powinna przebiegać w następujących obszarach, które powinny się wzajemnie uzupełniać: (i) identyfikacja zanieczyszczeń, (ii) inwentaryzacja ognisk zanieczyszczeń, (iii) ocena przewidywanych zagrożeń, (iv) określenie poziomu ryzyka zdrowotnego i środowiskowego możliwego do zaakceptowania [Woźniak 2006].

Do realizacji takiego programu niezbędny jest system zarządzania lotniskami wojskowymi, kompatybilny z rejestrami prowadzonymi przez organy samorządu terytorialnego (starostowie) lub szczebla rządowego (województwie). W obecnym stanie prawnym opartym na ustawie – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2001 r. Nr 62 poz. 627, z późn. zm.) odpowiednie organy prowadzą rejestry terenów zdegradowanych oparte na kryterium zanieczyszczenia gruntów, wyłącznie na obszarach przemysłowych i rolnych, dla których istnieje władający (art.10 ww. ustawy). Nie uwzględniają one specyfiki lotnisk wojskowych i dlatego tylko w niewielkim stopniu mogą być wykorzystane w zarządzaniu nimi. Konieczna jest zatem inwentaryzacja zagrożeń na terenach lotnisk wojskowych w skali kraju. Na jej podstawie możliwe będzie [Malina i in. 2003]: (i) opracowanie systemu informacji o terenach zdegradowanych, opartego na bazach danych współdziałających z systemami informacji geograficznej (GIS), umożliwiającymi wykorzystanie modelowania matematycznego, (ii) ustalenie priorytetów i kolejności zadań w zakresie remediacji/rekultywacji, na podstawie ustalonych uprzednio jednolitych kryteriów oceny ryzyka, a tym samym na planowanie i realizację efektywnej polityki ochrony powierzchni ziemi na tych terenach.

System zarządzania terenami wojskowymi, w tym lotniskami, powinien zawierać informacje o planowaniu przestrzennym w gminie odnośnie do obszarów przeznaczonych do rewitalizacji. Efektywne zarządzanie wymaga także wprowadzenia pewnych zmian dotyczących przede wszystkim zakresu i sposobu prowadzenia badań monitoringowych jakości gruntu i wody, zasad prowadzenia rejestru lotnisk zanieczyszczonych, uwzględnienia rezygnacji strony wojskowej z dalszego użytkowania lotniska oraz sposobu dalszego jego wykorzystania po zakończeniu procesu rekultywacji [Woźniak 2006].

Celem podjętych badań było wskazanie potrzeby stosowania zintegrowanego systemu zarządzania terenami lotnisk wojskowych, opartego na analizie ryzyka środowiskowego, szczególnie w zakresie ochrony środowiska g-w, z uwzględnieniem: monitoringu jakości gruntu i wód podziemnych, sprawozdawczości, informacji dla urzędów, wyników badań naukowych oraz kryteriów i kolejności działań niezbędnych do realizacji takiego systemu zarządzania. Opracowany system kontrolno-decyzyjny uwzględniający ww. elementy zarządzania ryzykiem środowiskowym został zastosowany na wybranych lotniskach wojskowych.

## **2. WOJSKOWE REGULACJE FORMALNOPRAWNE W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA NA TERENACH ZANIECZYSZCZONYCH**

Informacje uzyskane w wyniku badań stopnia zanieczyszczenia środowiska g-w na terenach stacjonowania Wojsk Federacji Rosyjskiej na obszarze Polski przyczyniły się do opracowania przez stronę wojskową harmonogramu działań remediacyjnych/rekultywacyjnych na terenach polskich lotnisk wojskowych. Podstawę stanowił Rozkaz Dowódcy Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej (WLOP) nr 65 z 1995 r. Wytypowano w nim lotniska, na których należy przeprowadzić badania rozpoznawcze, rekultywacyjne oraz modernizacyjne elementów infrastruktury [Woźniak 1998]. W wyniku przyjętych we WLOP (obecnie Siły Powietrzne) rozwiązań formalnoprawnych, pogrupowano lotniska wojskowe w zależności od: (i) operacyjnego przeznaczenia, (ii) rodzaju statków powietrznych bazujących na danym lotnisku, (iii) przewidywanego wykorzystania. Następnie, dla poszczególnych grup lotnisk, przeprowadzono wstępne badania identyfikacyjne stopnia zanieczyszczenia gruntów, powietrza i wody. Dla siedmiu lotnisk interoperacyjnych (Powidz, Poznań-Krzesiny, Świdwin, Mirosławiec, Łask, Mińsk Maz., Malbork) przeprowadzono szczegółowe badania identyfikacyjne. Stwierdzono powszechne zanieczyszczenie środowiska g-w SR, w tym lekkimi cieczami organicznymi niemieszającymi się z wodą (LNAPL) i zalegającymi na zwierciadle wód podziemnych jako tzw. wolny produkt. W związku z tym, w pierwszej kolejności przystąpiono do remediacji zanieczyszczonego środowiska g-w, polegającej przede wszystkim na szczyptywaniu wolnego produktu z zastosowaniem aktywnych barier ochronnych. Dla pozostałych lotnisk wykonano badania rozpoznawcze i monitoringowe [Woźniak i in. 2003].

Zainicjowane przez WLOP działania pozwoliły na opracowanie rozporządzenia Ministra Obrony Narodowej z dnia 26 kwietnia 2004 r. w sprawie określenia organów odpowia-

dających za nadzór nad przestrzeganiem przepisów o ochronie środowiska w jednostkach wojskowych i innych jednostkach organizacyjnych podporządkowanych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych (Dz.U. z 2004 r. Nr 94, poz. 917), wydanego na podstawie art. 385 ust. 1 pkt 1, ust. 2 pkt 2 i 3 oraz ust. 3 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 627, z późn. zm.). Określono w nim:

- 1) jednostki i komórki organizacyjne podległe lub nadzorowane przez MON, odpowiadające za nadzór nad przestrzeganiem przepisów o ochronie środowiska w Siłach Zbrojnych RP oraz ich obowiązki i kompetencje w tym zakresie;
- 2) zakres odpowiedzialności innych jednostek i komórek niż wymienione w przywołanym rozporządzeniu, w sprawach organizowania ochrony środowiska w Siłach Zbrojnych;
- 3) kompetencje dowódców, szefów, kierowników jednostek organizacyjnych Sił Zbrojnych w zakresie wykonywania zadań wynikających z przepisów o ochronie środowiska;
- 4) zakres zagadnień o istotnym znaczeniu dla zapewnienia przestrzegania przepisów o ochronie środowiska, objętych obowiązkiem okresowej sprawozdawczości;
- 5) kompetencje dowódców, kierowników jednostek wojskowych, dotyczące prowadzenia prac rekultywacyjnych na terenach zanieczyszczonych oraz modernizacji infrastruktury.

Przepisy, opracowane i wdrożone, najpierw we WLOP, a potem w całych Siłach Zbrojnych RP, pozwoliły na wprowadzenie systemowych rozwiązań dotyczących zarządzania ryzykiem środowiskowym terenów wojskowych, opartych na strukturze tzw. koła Deminga, którego elementami są: (i) planowanie działań, (ii) realizacja planu, (iii) weryfikacja przeprowadzonych działań oraz (iv) korekta działań. Rozwiązania te stanowią elementy zintegrowanego systemu zarządzania ryzykiem środowiskowym na terenach użytkowanych przez jednostki wojskowe, zapewniające uporządkowany proces zarządzania środowiskiem, mający na celu osiągnięcie ciągłej poprawy jego stanu, w stopniu i zakresie określonym przez stronę wojskową, z uwzględnieniem ekonomicznych, operacyjnych i społecznych uwarunkowań. Ustanowienie i funkcjonowanie systemu zarządzania środowiskowego terenów wojskowych nie będzie, samo w sobie, koniecznie doprowadzało do natychmiastowej redukcji ryzyka i eliminacji zagrożeń. Należy sobie uświadomić, że system zarządzania środowiskowego jest narzędziem, które ma umożliwić użytkownikowi wojskowemu systematyczny nadzór nad poziomem działalności środowiskowej.

### **3. ZINTEGROWANY SYSTEM ZARZĄDZANIA RYZYKIEM ŚRODOWISKOWYM NA LOTNISKACH WOJSKOWYCH**

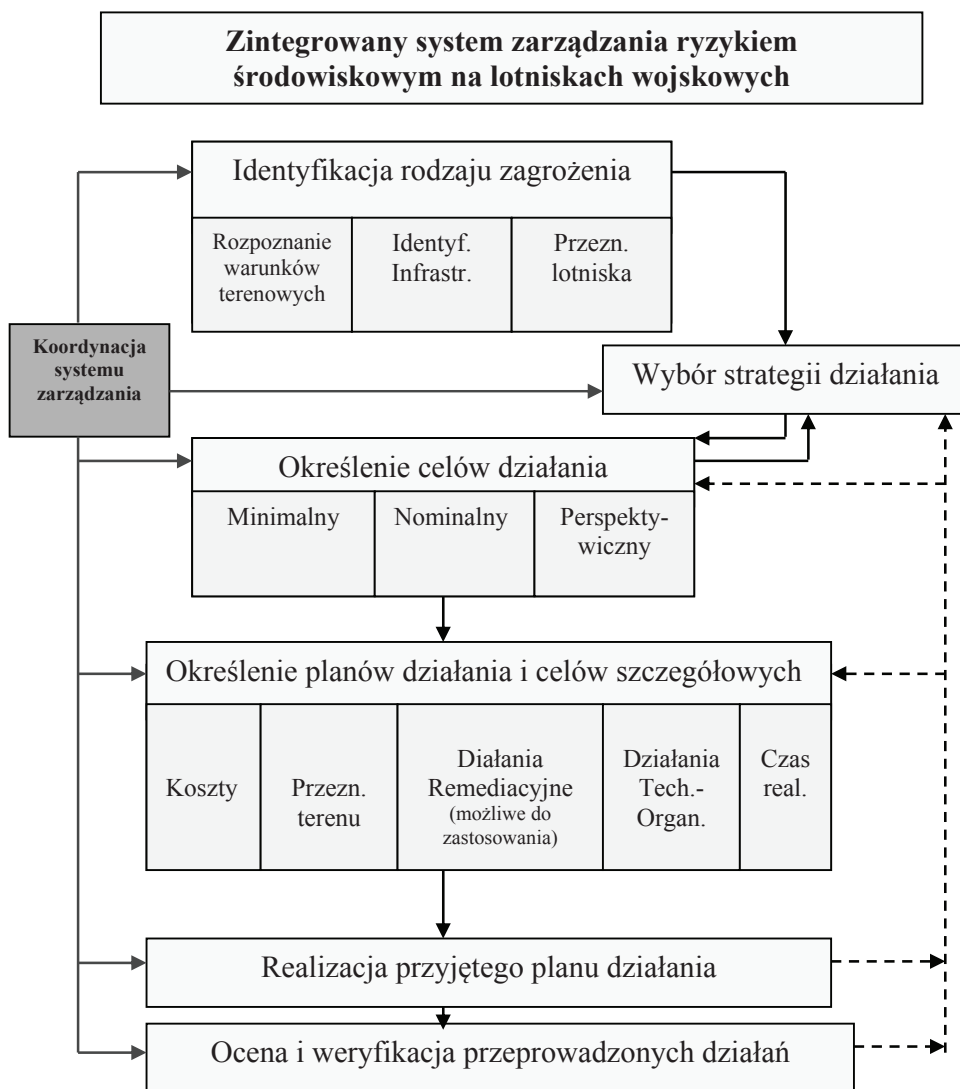
Zintegrowany system zarządzania ryzykiem środowiskowym na lotniskach wojskowych powinien przebiegać zgodnie z zasadami postępowania przyjętymi w ogólnym Systemie Wspomagania Ryzyka i Decyzji [USEPA 1999, Pacholczyk 1996]. Zarządzanie lotniskami wojskowymi powinno uwzględniać [Malina 2006]: (i) aktualną ocenę stanu środowiska, (ii) rozpoznanie i ocenę ryzyka zdrowotnego (HRA – *ang. health risk assessment*) i środowi-

skowego (ERA – *ang. environmental risk assessment*), (iii) wybór optymalnych technologii możliwych do zastosowania na lotnisku wojskowym, (iv) wpływ podejmowanych decyzji na dalsze wykorzystanie lotniska wojskowego, (v) założenia polityki krajowej i regionalnej dotyczące funkcjonowania lotniska na danym terenie.

Podstawą efektywnego zarządzania lotniskami wojskowymi jest identyfikacja rodzaju zagrożenia. Powinna ona zostać zainicjowana na szczeblu jednostki wojskowej. Należy określić warunki terenowe, zidentyfikować elementy infrastruktury lotniska odpowiedzialne za powstawanie zanieczyszczeń, a także zdefiniować operacyjne przeznaczenie lotniska. Wymaga to zgromadzenia danych dotyczących budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych (charakterystyka rejonu), rodzaju, ładunku i lokalizacji (rozkład przestrzenny) zanieczyszczeń na terenie lotniska, a więc parametrów określających ogniska zanieczyszczeń oraz potencjalne drogi migracji zanieczyszczeń. Etap ten jest zwykle częścią wstępną prowadzonych prac identyfikacyjnych związanych z rozpoznaniem terenu i charakteru zanieczyszczeń. Określony zostaje: rodzaj substancji zanieczyszczających, ich ładunek i rozkład przestrzenny (zarówno w profilu, jak i płaszczyźnie poziomej) oraz kluczowe parametry migracji [Woźniak 2006].

Po rozpoznaniu zagrożenia należy dokonać wyboru strategii działania. Powinna ona uwzględniać hierarchiczność podejścia, czyli w pierwszym rzędzie rekultywację terenów o znacznym zagrożeniu dla środowiska [Malina 2006]. Następnym etapem jest określenie, przez zarządzającego, celów działania, związanych z oszacowaniem przewidywanych zagrożeń. Zależnie od możliwości techniczno-organizacyjnych strony wojskowej może to być: (i) *poziom minimalny* – spełnienie wymogów środowiskowych dla danego lotniska wojskowego na poziomie podstawowym, (ii) *poziom nominalny* – spełnienie wymogów środowiskowych lotniska, takich jak dla terenów przyległych, (iii) *poziom perspektywiczny* – uzależniony od przyszłego wykorzystania lotniska wojskowego, najczęściej występujący w sytuacji przekazywania terenu do zagospodarowania poza resort obrony narodowej.

W dalszej kolejności należy określić plany działania i cele szczegółowe uwzględniające szacunkową wycenę kosztów prowadzonych prac, precyzyjnie określić przeznaczenie terenu oraz możliwości zastosowania działań remediacyjnych i/lub techniczno-organizacyjnych. Istotnym czynnikiem planowanych działań systemu zarządzania środowiskowego na tym etapie jest określenie przewidywanego czasu zakończenia prowadzonych prac remediacyjnych/rekultywacyjnych. Określenie ww. czynników pozwala na realizację przyjętego planu działania. Końcowym etapem jest ocena i weryfikacja przeprowadzonych działań. Schemat zintegrowanego systemu zarządzania ryzykiem środowiskowym na lotniskach wojskowych przedstawia rysunek 1.



**Rys. 1.** Zintegrowany system zarządzania ryzykiem środowiskowym na lotniskach wojskowych  
**Fig. 1.** Integrated environmental risk management system at military airbases

W zarządzaniu ryzykiem środowiskowym lotnisk należy włączyć elementy decydujące o skali i skutkach zanieczyszczenia środowiska g-w, do których należy zaliczyć wszelkiego rodzaju zagrożenia, zarówno losowe, jak i cykliczne (systemowe) występujące na lotniskach wojskowych. Pierwszy z wymienionych rodzajów zagrożenia związany jest głównie z wystąpieniem niekontrolowanego wycieku SR w czasie transportu lub

katastrofy, np. drogowej lub lotniczej. Drugi rodzaj zagrożenia wynika głównie z przestarzałych technologii dystrybucji paliw, braku zabezpieczeń na terenach frontów przelądunkowych, wadliwej gospodarki paliwami i innymi SR, nieodpowiedzialności personelu technicznego [Woźniak 2006]. Działania te prowadzą do oceny stopnia zagrożenia środowiska g-w oraz wskazania charakteru i zakresu niezbędnych czynności techniczno-organizacyjnych lub/i prac remediacyjnych, które należy podjąć, aby zminimalizować lub wyeliminować to zagrożenie.

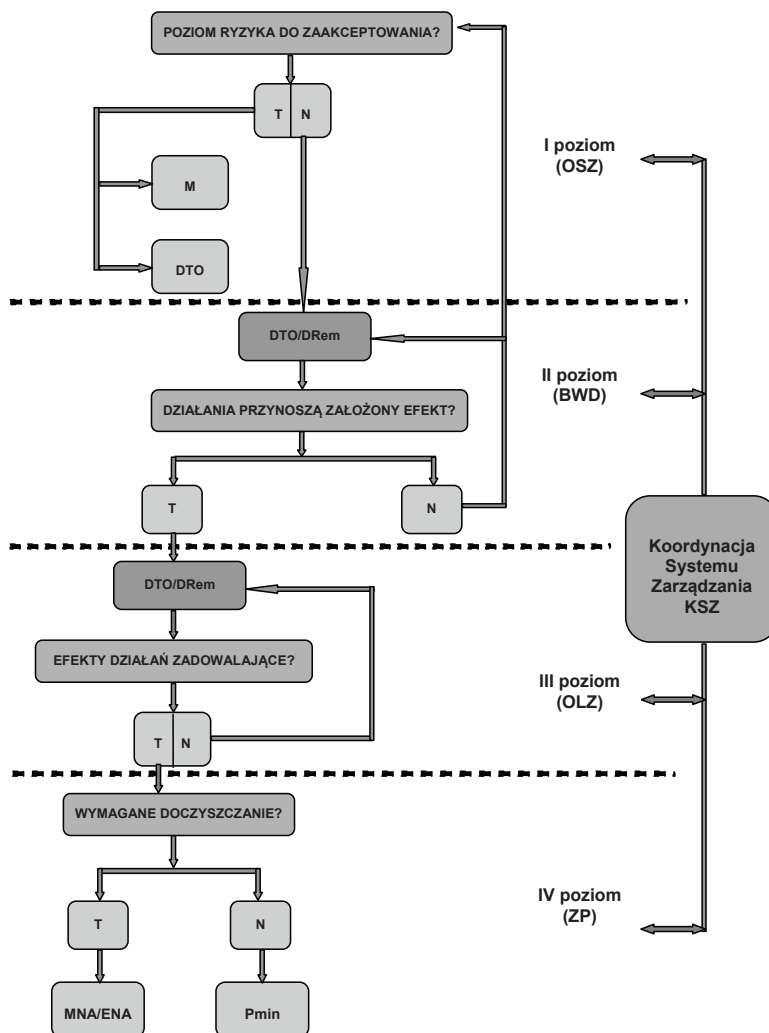
Efektem tak przeprowadzonej analizy w zakresie zarządzania ryzykiem środowiskowym na lotniskach wojskowych jest sprecyzowanie zaleceń odnośnie do [Woźniak 2006]:

- 1) tych sposobów wykorzystania infrastruktury w bieżącej działalności jednostki wojskowej, które zapewnią jej optymalne wykorzystanie przy jednoczesnym minimalnym zakresie oddziaływania na środowisko g-w;
- 2) korelacji działań modernizacyjnych infrastruktury lotniskowej z czynnościami organizacyjnymi w zakresie obsługi urządzeń dystrybucji paliw, zmierzającymi do wyeliminowania wycieków SR do gruntu;
- 3) zasadności dalszego wykorzystywania obiektu do prowadzenia szkolenia lotniczego i ewentualnego przekazania do Agencji Mienia Wojskowego (AMW) w celu jego zbycia poza resort obrony narodowej.

#### **4. SYSTEM KONTROLNO-DECYZYJNY LIKWIDACJI ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO ZANIECZYSZCZONEGO SR NA LOTNISKACH WOJSKOWYCH**

Do prawidłowej realizacji likwidacji zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego zanieczyszczonego SR zaproponowano system kontrolno-decyzyjny. System ten oparto na iteracyjnym procesie zarządzania środowiskiem i ryzykiem środowiskowym opartym na tzw. kole Deminga, uwzględniającym cztery etapy [Hamrol, Mantura 1998]. Planowanie polega na ustalaniu celów i założeń przedsięwzięcia, przygotowaniu procedury działania i niezbędnej dokumentacji, realizacja – na wykonaniu zaplanowanego wcześniej przedsięwzięcia i monitorowaniu procesu, weryfikacja – na porównaniu osiągniętych efektów z założeniami, korekta zaś – na określeniu niezgodności z planem i zdefiniowaniu działań korygujących.

Ważnym elementem jest programowanie i planowanie procesu zarządzania. Programowanie polega na projektowaniu najbardziej pożądanego zdarzenia i stanów z punktu widzenia przyszłej sytuacji, planowanie zaś na rozpisaniu celów na zadania i opracowaniu organizacyjno-finansowych sposobów ich realizacji. Zasady te po raz pierwszy zostały wprowadzone w normach ISO serii 9000. Schemat proponowanego systemu kontrolno-decyzyjnego wprowadzonego już na kilku lotniskach wojskowych przedstawia rysunek 2 [Woźniak 2006].



**Objaśnienia:** T/N (tak/nie) – odpowiedź na postawione pytanie na odpowiednim poziomie decyzyjnym, OSZ – ocena stopnia zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego, M – monitoring stanu środowiska gruntowo-wodnego, DTO – działania techniczno-organizacyjne, DRem – działania remediacyjne, BWD – bieżąca weryfikacja działań podjętych w celu likwidacji/ograniczenia zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego, OLZ – ocena likwidacji zagrożenia, ZP – zalecenia porealizacyjne, MNA/ENA – analiza potrzeby zastosowania metod remediacji ekstensywnej (doczyszczanie) środowiska gruntowo-wodnego opartej na procesach kontrolowanego samooczyszczania, Pmin – program minimum, KSZ – koordynacja systemu zarządzania.

**Rys. 2.** Schemat systemu kontrolno-decyzyjnego likwidacji zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego zanieczyszczonego SR na lotniskach wojskowych

**Fig. 2.** Plan of the control-decision system for reduction of risk groundwater contaminated with oil hydrocarbons at military airbases



**I poziom decyzyjny (OSZ).** Dotyczy odpowiedzi na pytanie związane z oceną stopnia zagrożenia środowiska g-w SR na terenie lotniska. Jeśli w wyniku przeprowadzonych działań (RT, RI, InOZ) zostanie stwierdzone, że poziom ryzyka (zdrowotnego i środowiskowego) jest możliwy do zaakceptowania, to dalsze działania ograniczać się powinny do ciągłej kontroli stanu środowiska g-w według opracowanego projektu monitoringu, z jednoczesnymi dalszymi działaniami techniczno-organizacyjnymi (DTO), z uwzględnieniem stosowania najlepszych dostępnych technologii (BAT) w celu ograniczenia do minimum niekontrolowanych wycieków SR. Jeśli stwierdzony stopień ryzyka nie jest możliwy do zaakceptowania, należy kontynuować działania związane z likwidacją zagrożenia według przyjętej koncepcji.

**II poziom decyzyjny (BWD).** Jest związany z bieżącą weryfikacją działań podjętych w celu likwidacji/ograniczenia zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego. Na tym poziomie zarządzania ryzykiem należy – na podstawie bieżącego monitoringu postępu prowadzonych działań – zdecydować, czy zastosowane rozwiązania: techniczne (DT), organizacyjne (DO) i/lub działania remediacyjne (DRem) przynoszą założony efekt ekologiczny. W razie pozytywnej odpowiedzi na to pytanie należy kontynuować działania według przyjętej metodyki. Jeżeli zastosowane rozwiązania nie przynoszą określonych efektów, należy ustalić przyczyny i dokonać niezbędnych korekt przed prowadzeniem dalszych działań. Korekty te mogą dotyczyć: (i) wyboru i/lub sposobu realizacji określonych rozwiązań technicznych, organizacyjnych i/lub remediacyjnych albo (ii) modyfikacji oceny stopnia zagrożenia. Takie podejście umożliwia szybką reakcję na wszelkie niezgodności między uzyskiwanymi efektami a przyjętymi założeniami oraz pozwala na zaprzestanie prowadzenia nieefektywnych prac i zdefiniowanie działań korygujących.

**III poziom decyzyjny (OLZ).** Jest związany z oceną efektów likwidacji/ograniczenia zagrożenia środowiska g-w zanieczyszczonego SR. Jeśli uzyskane wyniki wskazują, że dotychczasowe działania były właściwe, a w ich rezultacie: ograniczono rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń, obniżono stężenia zanieczyszczeń w wodach i zawartości w gruncie, zmodernizowano infrastrukturę, usunięto LNAPL, podjęto działania organizacyjne w celu minimalizacji zagrożenia, można podjąć decyzję o zamknięciu etapu likwidacji zagrożenia oraz wskazać kierunek ewentualnych dalszych działań.

**IV poziom decyzyjny (ZP).** Zakres i charakter zaleceń porealizacyjnych jest zależny przede wszystkim od stanu środowiska g-w (a tym samym uzyskanego stopnia redukcji zagrożenia) po wykonaniu prac. Niezależnie od tego można jednak wskazać na program minimum (Pmin), którego realizacja jest niezbędna do prawidłowego zarządzania środowiskiem (i ryzykiem środowiskowym) na terenie lotniska wojskowego. Jeśli analiza wyników dotychczasowych prac wskazuje na potrzebę doczyszczania, należy podjąć remediację ekstenywną opartą na procesach kontrolowanego, a w niezbędnych przypadkach wspomaganego

go samooczyszczania (MNA/ENA). W przeciwnym wypadku należy realizować P<sub>min</sub>, który powinien zawierać: prowadzenie monitoringu porealizacyjnego (MP) środowiska g-w na terenie lotniska i terenach przyległych, wdrożenie procedur dalszego ograniczania możliwości powstania zagrożenia (WPOZ), wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania ryzykiem środowiskowym (WERA), studium możliwości wykorzystania oczyszczonego terenu (WOT) (w razie np. decyzji o zamknięciu lotniska i przekazaniu terenu do AMW).

## 5. PODSUMOWANIE

Podstawowym problemem zarządzania ryzykiem zanieczyszczenia środowiska g-w na terenach lotnisk wojskowych jest określenie wielkości zanieczyszczenia i ocena możliwości remediacji i/lub rekultywacji. Ocena ryzyka powinna być podstawowym elementem zintegrowanego systemu zarządzania, polegającym na świadomym i celowym łączeniu w całość działań związanych z naprawą i przywróceniem do ponownego wykorzystania środowiska gruntowo-wodnego zanieczyszczonego z powodu działalności wojska.

Zintegrowany system zarządzania lotniskami wojskowymi wymaga zastosowania odpowiednio dobranych zintegrowanych rozwiązań techniczno-organizacyjnych dotyczących: (i) infrastruktury, (ii) ograniczenia rozprzestrzeniania zanieczyszczeń ropopochodnych oraz (iii) remediacji środowiska gruntowo-wodnego lotnisk wojskowych.

Zaproponowany system kontrolno-decyzyjny realizacji likwidacji zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego zanieczyszczeniem substancjami ropopochodnymi umożliwi powiązanie optymalnego efektu ekologicznego z możliwościami finansowo-eksploatacyjnymi użytkownika lotnisk oraz właściwe zarządzanie środowiskiem (i ryzykiem środowiskowym) na terenach lotnisk wojskowych Sił Powietrznych RP [Woźniak 2006].

## PIŚMIENNICTWO I AKTY PRAWNE

- HAMROL A., MANTURA W. 1998. Zarządzania jakością. Teoria i Praktyka. PWN, Warszawa-Poznań.
- KAMIEŃSKI Z. 1994. Identyfikacja i wycena szkód ekologicznych spowodowanych przez stacjonowanie w Polsce wojska Federacji Rosyjskiej, Raport końcowy GIOŚ, Warszawa; Wyd. ELWOD TRIO, Warszawa.
- MALINA G. 2006. Zintegrowany system zarządzania jakością wód podziemnych na terenach przemysłowych. Rozdział w: „Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych”. Praca zbiorowa. Futura PZiTS Poznań: 45–57.
- MALINA G., KORCZ M., STRZELECKI R. 2003. Określenie kierunków działań administracji publicznej i sektora gospodarczego w zakresie rekultywacji i zagospodarowania terenów przemysłowych. Opracowanie wykonane na zamówienie Ministra Środowiska (NFOŚiGW – temat 307/DO/03), Warszawa (maszynopis).

PACHOLCZYK G. 1996. System wspomagania decyzji i szacowania ryzyka. Materiały seminaryjne nt. Transport i zachowanie się produktów naftowych w gruncie i wodach podziemnych oraz modelowanie procesów ich migracji, Szklarska Poręba: 1–11.

**Program Rządowy dla Terenów Poprzemysłowych.** Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2004.

**Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 26 kwietnia 2004r. w sprawie określenia organów odpowiadających za nadzór nad przestrzeganiem przepisów w ochronie środowiska w jednostkach wojskowych i innych jednostkach organizacyjnych podporządkowanych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych.** Dz.U. z 2004 r. Nr 94, poz. 917.

USEPA 1999. A Community Guide To Superfund Risk Assessment, EPA 540.

**Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska.** Dz.U. Nr 62, poz. 627, z późn. zm.

WOŹNIAK R. 1998. Wpływ lotnisk wojskowych na skażenie środowiska g-w produktami ropopochodnymi na podstawie wybranych lotnisk: Malbork, Biała Podlaska i Piła. Podstawowe metody rekultywacji. Praca dyplomowa. Międzywydz. Studium Podypl. Ochrona i Kształtowanie Środowiska, SGGW-AR, Warszawa.

WOŹNIAK R. 2006. Metodyka likwidacji zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego zanieczyszczonego substancjami ropopochodnymi na lotniskach WLOP, Praca doktorska, WliOŚ Polit. Częstochowskiej, Częstochowa (niepublikowane).

WOŹNIAK R., CALICKI P., KASELA T. 2003. Contemporary remediation methods and technology from petroleum ground and groundwater contamination. Mat. II-mieźnarodna naukowo-praktyczna konferencja 100 lat odkrycia i wykorzystania wód karpatskich regionu (problemy ochrony i racjonalnego wykorzystania). Lwów: 180–183.