

Krzysztof Koreleski

SYSTEMATYKA ZABIEGÓW SANACJI GRUNTÓW ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM REKULTYWACJI

Streszczenie

W pracy zarysowano miejsce i rolę różnych prac melioracyjnych i rekultywacyjnych w przeciwdziałaniu negatywnym skutkom procesów niszczących grunty. Na system przedsięwzięć służących sanacji gruntów składają się prace z zakresu melioracji wodnych, melioracji agrotechnicznych i fitomelioracji (tzw. melioracje rolne), melioracji leśnych i melioracji przeciwerozyjnych (tzw. melioracje specjalne) oraz rekultywacji.

Dokonano identyfikacji zabiegów sanacji gruntów na tle ich systematyki opartej na: typie prac, celu zabiegów, charakterze zabiegów oraz technologii zabiegów.

Na podstawie wyróżnionych 5 grup podstawowych zabiegów sanacyjnych (porządkowanie pokrycia terenu, rzeźby terenu, regulacji stosunków wodnych, ulepszanie i odtwarzanie gleb, oraz zadrzewianie, zakrzewianie i zadarnianie) – dokonano oceny stopnia złożoności poszczególnych typów prac – wyróżniając 4 kategorie: jednogrupowe (składowe typy melioracji rolnych), dwugrupowe (melioracje przeciwerozyjne), trójgrupowe (melioracje leśne) i kompleksowe (rekultywacja gruntów).

Określono miejsce rekultywacji gruntów w systemie prac sanacyjnych, stwierdzając m.in., że stanowi ona konglomerat różnych zabiegów służących restytucji gruntów zniszczonych.

Z kolei określono zakres prac sanacyjnych w ramach sześciu podstawowych kierunków rekultywacji. Rekultywacja gruntów o kierunku rolniczym i leśnym obejmuje wszystkie 5 grup podstawowych zabiegów, melioracyjnym – 3 grupy, a rybackim, rekreacyjnym i infrastrukturalnym – po 2 grupy prac.

Sanacja gruntów jako element realizacji rozwoju zrównoważonego przyczynia się również do kreowania ładu przestrzennego.

Słowa kluczowe: sanacja gruntów, systematyka zabiegów, rola rekultywacji

WSTĘP

Działalność gospodarcza, czy oddziaływanie sił przyrody prowadzą często do degradacji, bądź dewastacji gruntów. Jeśli degradacja oznacza obniżenie wartości użytkowej gruntów, to dewastacja łączy się z całkowitą ich utratą. Według Skawiny [1958] procesy antropogenicznych przemian gruntów mogą mieć charakter geomechaniczny, hydrologiczny, lub chemiczny. Przekształcenia geomechaniczne obejmują zmiany składu granulometrycznego gruntów, tworzenie gruntów bezglebowych, zniszczenia spowodowane przez procesy erozyjne itp. Przemiany hydrologiczne sprowadzają się do nadmiernego osuszenia bądź zawilgocenia gruntów, a przekształcenia chemiczne gruntów obejmują m.in. zakwaszenie, alkalizację, czy wzbogacenie w pierwiastki fitotoksyczne, metale ciężkie itp.

Eliminacja i przeciwdziałanie negatywnym skutkom procesów niszczących grunty i gleby stanowi jeden z ważniejszych wymogów realizacji polityki rozwoju zrównoważonego – ekorozwoju [Koreleski 1998, 1999]. Do podstawowych aktów prawnych w tym zakresie zaliczyć można w Polsce Prawo ochrony środowiska [2001], ustawę o ochronie gruntów rolnych i leśnych [1995] oraz Ustawę o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [2003].

Prawo ochrony środowiska zakłada m.in. ograniczenie zmian naturalnego ukształtowania powierzchni ziemi, utrzymanie jakości gleby i ziemi powyżej, lub co najmniej na poziomie wyznaczonych standardów, czy doprowadzenie jakości gleby i ziemi (gruntów) co najmniej do wymaganych standardów.

Według ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych – ich ochrona polega m.in. na zapobieganiu procesom degradacji i dewastacji gruntów rolnych, rekultywacji i zagospodarowaniu gruntów na cele rolnicze, przywracaniu wartości użytkowej gruntom, które utraciły charakter gruntów leśnych, wskutek działalności nieleśnej.

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym przewiduje m.in. określenie w planie miejscowym granic obszarów wymagających przekształceń i rekultywacji.

Realizacją zadań w zakresie restytucji i kształtowania powierzchni ziemi zajmują się głównie trzy dyscypliny o charakterze naukowym i praktycznym, jakimi są inżynieria środowiska (nauki techniczne) oraz kształtowanie środowiska i ochrona środowiska (nauki rolnicze).

Istotą sanacji gruntów jest stopniowa eliminacja ukształtowanych dotychczas dysproporcji i deformacji powierzchni ziemi. Tym samym sanacja gruntów jako element realizacji rozwoju zrównoważonego służy kreowaniu tzw. ładu przestrzennego zintegrowanego [Koreleski 2004].

W praktyce sanacji (uzdrawiania, ulepszania, rewitalizacji) gruntów stosowane są liczne zabiegi techniczne i biologiczne, skupione głównie w ramach melioracji rolnych, melioracji leśnych, melioracji przeciwerozojnych oraz rekultywacji gruntów.

W systemie prac służących sanacji gruntów szczególna rola przypada rekultywacji, która polega na realizacji różnych zabiegów technicznych i biologicznych, służących przywracaniu terenom zniszczonym zdolności produkcyjnej lub użytkowej, umożliwiających ich racjonalne zagospodarowanie.

Celem niniejszej pracy, opartej na metodzie analizy opisowej i logicznej, jest identyfikacja i systematyzacja zabiegów z zakresu sanacji gruntów, określenie miejsca rekultywacji w tym systemie oraz przyporządkowanie kierunkom docelowego zagospodarowania gruntów zakresu podstawowych zabiegów rewitalizacyjnych.

ZABIEGI SANACJI GRUNTÓW NA TLE ICH SYSTEMATYKI

Na system przedsięwzięć służących sanacji gruntów zniszczonych, bądź wadliwych składają się prace z zakresu: melioracji wodnych, melioracji agrotechnicznych (agromelioracji) i fitomelioracji – obejmowane mianem melioracji rolnych, melioracji leśnych i przeciwerozojnych – zwanych melioracjami specjalnymi oraz rekultywacji.

Jeśli prace melioracyjne, zresztą jak sama nazwa wskazuje, mają zasadniczo na celu poprawianie, ulepszanie wadliwych gruntów, to prace rekultywacyjne służą naprawie zniszczeń gruntów dokonanych wskutek działalności gospodarczej.

Poniżej przedstawimy w sposób przeglądowy, zabiegi sanacyjne w ujęciu systematycznym – uwzględniającym:

- typ prac,
- cel zabiegów,

- charakter (kierunek) zabiegów,
- technologię zabiegów.

Melioracje wodne

Ten typ prac ma na celu regulację (poprawę) stosunków wodnych.

Ze względu na charakter zabiegów możemy podzielić je na: odwadnianie i nawadnianie.

Pod względem technologicznym zabiegi odwadniania sprowadzają się do zastosowania takich rozwiązań, jak: rowy otwarte, drenowanie (systematyczne, niesystematyczne), drenowanie krecie itp.

Zabiegi nawadniania obejmują techniki: napowierzchniowe, zalewowe, nasiąkowe, deszczowniane, kroplowe, przesiąkowe, podsiąkowe itp. [Prochal 1986].

Melioracje agrotechniczne (agromelioracje)

Mają na celu poprawę właściwości agrotechnicznych gruntów.

Charakter zabiegów zbliżony jest do prac stosowanych w uprawie gruntów rolnych.

Technologicznie rzecz biorąc są to: głęboka orka (z pogłębia-czem), orka melioracyjna, kretowanie, drenowanie krecie, nawożenie wgłębne (wkładki obornika, torfu), wapnowanie, ekranowanie (folia, asfalt, geosyntetyki), odkamienianie, glinowanie, iłowanie, intensywne nawożenie (melioracyjne) itp.

Fitomelioracje

Celem tego typu prac jest ochrona gruntów (gleb) przed degradacją, poprawa warunków ekologicznych – stosunków wodnych, mikroklimatu itp.

Przyjmują one charakter zadrzewień i zakrzewień: śródpo-lynych, przydrożnych, wiatrochronnych, przeciwoerozyjnych, rekreacyj-nych oraz zadarnień. Obejmują skarpy, stoki, wydmy itp.

Pod względem technologicznym są to zabiegi zalesiania i za-krzewiania (metodami stosowanymi przez leśników), zadarniania (hydroobsiew, siew ręczny).

Melioracje leśne

Mają na celu poprawę siedlisk (gruntów) leśnych.

Charakter zabiegów zbliżony jest do agromelioracji, melioracji wodnych i fitomelioracji.

Technologicznie rzecz biorąc, są to prace oparte na metodach technicznych, biologicznych i biotechnicznych za pomocą: orki, nawożenia, wapnowania, regulacji stosunków wodnych, zadrzewiania (dolesiania), zakrzewiania.

Melioracje przeciwoerozyjne

Ten typ prac stanowi dział melioracji – dostosowanych do specyfiki terenów urzeźbionych [Prochal 1987].

Celem zabiegów jest ochrona gruntów przed erozją wodną lub wietrzną. Ze względu na rodzaj zabiegów możemy wyróżnić tu prace o charakterze: agrotechnicznym, urządzenioworolnym, fitomelioracyjnym (bioinżynieryjnym) itp. Technologicznie rzecz biorąc obejmują takie rozwiązania, jak: stosowanie płodozmianów przeciwoerozyjnych, przeciwoerozyjny układ pól (wstęgowy, tarasowy), zalesianie, biotechniczne umacnianie wąwozów, skarp itp.

Rekultywacja gruntów

Celem tego typu prac jest przywrócenie walorów produkcyjnych lub innych walorów użytkowych terenom zniszczonym (zdegradowanym, zdewastowanym) wskutek działalności antropogenicznej. Przywrócenie wartości użytkowej obszarom nieproduktywnym powstałym w sposób naturalny nazywane jest niekiedy przystosowaniem [Koreleski i in. 1998].

Ze względu na charakter stosowanych zabiegów wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje rekultywacji: techniczną oraz biologiczną.

Rekultywacja techniczna obejmuje: właściwe ukształtowanie rzeźby terenu, poprawienie właściwości fizycznych i chemicznych gleb, regulację stosunków wodnych, odtworzenie gleb, umocnienie skarp itp.

Rekultywacja biologiczna obejmuje różnorodne zabiegi o charakterze agrotechnicznym (uprawowym) – stanowiące przejście do produkcyjnego wykorzystania gruntu.

Technologie stosowane w rekultywacji technicznej sprowadzają się głównie do zastosowania odpowiednich sposobów niwelacji terenu (łagodzenie stromizn), zapobiegania ruchom masowym, biotechnicznego umacniania skarp, odwodnień lub nawodnień, odtwarzania gleb metodami technicznymi (izolacja, dekoncentracja, neutralizacja), odkamieniania, karczowania drzew i krzewów, usuwania pozostałości po budowach inżynieryjnych, zdejmowania warstwy próchnicznej itp.

W rekultywacji biologicznej stosowane są odpowiednie technologie agrotechniczne i agromelioracyjne, jak: uprawa mechaniczna, nawożenie, zmianowanie rekultywacyjne (znaczny udział roślin próchnicotwórczych) itp.

Do zabiegów sanacyjnych w pewnym sensie zaliczyć również można **scalenia gruntów**, jako element prac urządzenioworolnych. W odróżnieniu od wcześniej omawianych prac – zabiegi scaleniowe nie wpływają bezpośrednio na właściwości fizyczne i chemiczne gruntów, lecz na dogodność ich rolniczego użytkowania.

Ich celem jest poprawa przestrzenno-organizacyjnych warunków rolniczego zagospodarowania przestrzeni (gruntów rolnych) z uwzględnieniem aspektów ochrony środowiska. Głównym zadaniem jest tu likwidacja rozdrobnienia gruntów gospodarstw i likwidacja uciążliwej szachownicy gruntów [Koreleski 1987].

Scalenia mają charakter zabiegów porządkujących struktury przestrzenne (użytkowanie, władanie) terenów rolniczych przy zastosowaniu technologii stosowanych w geodezji urządzeń rolnych, jak szacunek porównawczy gruntów, metoda metra bieżącego itp.

Tzw. ekoscalenia, jako odmiana prac komasacyjnych, ukierunkowane są na realizację zasad ekorozwoju, wykorzystując elementy melioracji przeciwerozyjnych, agromelioracji, fitomelioracji oraz zabiegi z zakresu przystosowania gruntów.

KOMPLEKSOWOŚĆ ZABIEGÓW W POSZCZEGÓLNYCH TYPACH SANACJI GRUNTÓW

Z merytorycznego punktu widzenia w sanacji gruntów możemy wyróżnić 5 grup podstawowych zabiegów:

1. porządkowanie pokrycia terenu,
2. porządkowanie rzeźby terenu,
3. regulacja stosunków wodnych,
4. ulepszanie i odtwarzanie gleb metodami technicznymi i biologicznymi,
5. zadrzewianie, zakrzewianie, zadarnianie.

Uwzględniając występowanie powyższych grup zabiegów, w ramach wyróżnionych typów prac służących sanacji gruntów, możemy wyróżnić następujące kategorie ich złożoności (kompleksowości):

kat. 1 (jednogrupowe) – obejmujące jedną grupę zabiegów, a reprezentowane przez składowe typy melioracji rolnych: melioracje wodne (gr. 3), melioracje agrotechniczne (gr. 4) i fitomelioracje (gr. 5),

kat. 2 (dwugrupowe) – obejmujące dwie grupy zabiegów i reprezentowane przez melioracje przeciwerozyjne (gr. 4 i 5),

kat. 3 (trójgrupowe) – obejmujące trzy grupy zabiegów i reprezentowane przez melioracje leśne (gr. 3, 4 i 5),

kat. 4 (kompleksowe) – obejmująca wszystkie grupy zabiegów i reprezentowana przez rekultywację gruntów (gr. 1, 2, 3, 4, i 5). Do kategorii tej zaliczyć także można zespół melioracji rolnych oraz tzw. melioracji specjalnych.

Wyniki powyższej kategoryzacji potwierdzają fakt, iż najbardziej złożoną merytorycznie i technologicznie strukturą zabiegów charakteryzują się prace rekultywacyjne.

MIEJSCE REKULTYWACJI W SYSTEMIE ZABIEGÓW SANACJI GRUNTÓW

W świetle przedstawionej uprzednio systematyki zabiegów, jak też kategoryzacji ich złożoności można zauważyć, iż rekultywacja zajmuje pozycję szczególną, wykorzystuje bowiem różne zabiegi składowe wyróżnionych typów, takich jak melioracje wodne, agrotechniczne, przeciwerozyjne czy fitomelioracje. Rekultywacja gruntów plasuje się zatem na pograniczu kilku dziedzin naukowych i praktycznych, stanowiąc niejako konglomerat zabiegów służących restytucji gruntów zniszczonych przez działalność antropogeniczną. Wynika to z faktu, iż obszary wymagające rekultywacji powstają w wyniku oddziaływania na grunty różnych gałęzi gospodarki, ich degradacja ma różny charakter, a poza tym różne są technologie naprawy i formy docelowego zagospodarowania przestrzeni.

W ramach rekultywacji środowisk zdegradowanych występuje zatem wiele problemów do rozwiązania – z zakresu zagospodarowania przestrzennego, sozologii, ekonomii – przy uwzględnieniu aspektów górnictwa, leśnictwa, rolnictwa, rekreacji itp.

O zakresie stosowanych w ramach rekultywacji zabiegów sanacyjnych decyduje charakter zniszczeń gruntów (degradacja lub dewastacja gruntów i jej geneza) oraz przyjęty kierunek rekultywacji – zagospodarowania porekultywacyjnego. Celem rekultywacji jest nie tylko przywrócenie zachwianych układów ekologicznych, ale także ukształtowanie elementów przyrodniczych (rzeźba, gleby – grunty, stosunki wodne) zgodnych z prognozowanymi kierunkami rozwoju określonego terenu, zapisanymi w planie miejscowym.

KIERUNKI REKULTYWACJI A ZAKRES PRAC SANACYJNYCH

Zestaw prac niezbędnych dla przeprowadzenia rekultywacji zależy od charakteru obszaru zdewastowanego oraz od docelowego kierunku zagospodarowania gruntów. Na ogół wyróżnia się sześć kierunków rekultywacji gruntów [Cymerman 1988]: rolniczy, leśny, rybacki, melioracyjny (hydromelioracyjny i fitomelioracyjny), rekreacyjny i infrastrukturalny. Na podstawie poprzedniego wyróżnienia pięciu grup podstawowych zabiegów poniżej przedstawimy zakres prac sanacyjnych dla poszczególnych kierunków rekultywacji z pominięciem melioracji specjalnych, scalenia gruntów oraz inwestycji w urządzenia i budowlę – które wkraczają poza ramy sanacji gruntów *sensu stricto*.

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż:

– kierunek rolniczy i leśny obejmuje wszystkie grupy podstawowych zabiegów, tj.:

grupę 1 : porządkowanie pokrycia terenu,

grupę 2 : porządkowanie rzeźby terenu,

grupę 3 : regulacje stosunków wodnych,

grupę 4 : ulepszanie i odtwarzanie gleb,

grupę 5 : zadarnianie, zakrzewianie lub zadrzewianie;

– kierunek melioracyjny, obejmuje:

grupę 1, grupę 2 (formowanie dna i zboczy zbiorników wodnych – kierunek hydromelioracyjny) i grupę 5 (głównie zadrzewianie – kierunek fitomelioracyjny);

– kierunek rybacki, rekreacyjny i infrastrukturalny, obejmuje:

grupę 1 i grupę 2 (formowanie dna, zboczy zbiorników, skarp, wałów – kierunek rybacki i rekreacyjny oraz plantowanie terenu – kierunek infrastrukturalny).

Reasumując, rekultywacja gruntów o kierunku: rolniczym i leśnym obejmuje wszystkie 5 grup zabiegów sanacyjnych (kategoria 4 złożoności prac), melioracyjnym – 3 grupy (kat. 3), a rybackim, rekreacyjnym i infrastrukturalnym – po 2 grupy prac (kat. 2).

PODSUMOWANIE

Zabiegi sanacyjne służące ulepszeniu gruntów, bądź przywróceniu im zdolności produkcyjnej, bądź użytkowej stanowią ważny element wdrażania zasad rozwoju zrównoważonego w odniesieniu do

powierzchni ziemi. Składają się one z różnych prac o charakterze melioracyjnym bądź rekultywacyjnym, które są przedmiotem głównie zainteresowań nauk technicznych (inżynieria środowiska) i rolniczych (ochrona oraz kształtowanie środowiska).

Dla potrzeb systematyki przedsięwzięć sanacyjnych proponuje się brać pod uwagę: oprócz typu prac, cel, charakter oraz technologię zabiegów.

Jeśli zasadniczym celem melioracji wodnych jest sanacja stosunków wodnych, melioracji agrotechnicznych – poprawa właściwości rolniczych gruntów, fitomelioracji – ochrona przed degradacją i polepszanie warunków ekologicznych, melioracji leśnych – ulepszanie sylwoekosystemów, melioracji przeciwerozyjnych – ochrona gruntów przed erozją, to rekultywacji – przywrócenie gruntom zniszczonym utraconej wartości produkcyjnej bądź użytkowej (produkcyjnej).

W ramach sanacji gruntów wyróżnić można pięć grup podstawowych zabiegów: porządkowanie pokrycia terenu, rzeźby terenu, regulacja stosunków wodnych, ulepszanie i odtwarzanie gleb oraz zalesianie, zakrzewianie i zadarnianie.

Ze względu na złożoność zabiegów sanacyjnych, w odniesieniu do grup zabiegów, wyróżnić można cztery kategorie ich kompleksowości: jednogrupowe (obejmujące różne typy melioracji rolnych), dwugrupowe (melioracje przeciwerozyjne), trójgrupowe (melioracje leśne) i kompleksowe obejmujące wszystkie grupy zabiegów, a reprezentowane przez rekultywację gruntów.

Rekultywacja gruntów stanowi najbardziej złożoną strukturę zabiegów w ramach sanacji gruntów, obejmując składowe takich typów, jak: melioracje wodne, agrotechniczne, przeciwerozyjne i fitomelioracyjne.

Najszerzy zakres prac sanacyjnych w ramach rekultywacji gruntów ma miejsce przy kierunku rolniczym i leśnym (5 grup zabiegów); na kierunku melioracyjnym obejmuje 3 grupy, a rybackim, rekreacyjnym i infrastrukturalnym po 2 grupy zabiegów.

BIBLIOGRAFIA

- Cymerman R. *Rekultywacja gruntów zdewastowanych*. Wyd. ART. Olsztyn 1998.
Koreleski K. *Ochrona gruntów w pracach scaleniowych na przykładzie obiektów z terenu południowej Polski*, Wyd. ART. w Olsztynie, Geodezja i urzędzenia rolne (VI) 1987, s. 33–42.

- Koreleski K. *Zwalczanie erozji gleb jako element ekorozwoju – ze szczególnym uwzględnieniem terenów górskich*. Bibliotheca Fragmenta Agronomia, t. 4 A, 1998, s. 65–79.
- Koreleski K. *Semantyczne, teoretyczne i praktyczne problemy rozwoju zrównoważonego – ekorozwoju*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Geodezja, z. 18, 1999, s. 61–68.
- Koreleski K. *Teoretyczne i praktyczne zagadnienia rewitalizacji obszarów wiejskich*. WFOŚiGW i UMW w Olsztynie, Mat. Konf. 2004, s. 25–33.
- Koreleski K., Gawroński K., Magiera-Braś G. *Ochrona i kształtowanie środowiska*. Wyd. AR w Krakowie, 1998.
- Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001*. Dz.U. nr 62, poz. 627 (z późn. zmianami).
- Prochal P. (red.), *Podstawy melioracji rolnych*, t. I., PWRiL, Warszawa 1986.
- Prochal P. (red.), *Podstawy melioracji rolnych*, t. II, PWRiL, Warszawa, 1987.
- Skawina T. *Procesy zniekształcenia gleb w okręgach górniczych i przemysłowych*. Roczn. glebozn., dodatek, t. 7, 1958, s. 131–148.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z dnia 3 lutego 1995*. Dz.U. nr 16, poz. 78 (z późn. zmianami).
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003*. Dz.U. nr 80, poz. 717.

Prof. dr hab. Krzysztof Koreleski, prof. zwyczaj.
Katedra Planowania, Organizacji i Ochrony Terenów Rolniczych
Akademia Rolnicza w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
tel. 633-40-60; e-mail: koreleski@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Zbigniew Piasek*

Krzysztof Koreleski

SYSTEMATICS OF LAND REFORM OPERATIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO LAND RECLAMATION

SUMMARY

The paper outlines place and role of various kinds of land melioration and reclamation in the counteraction of negative results of grounds degrading processes. The system of works serving land reform consists of: water meliorations, agrotechnical melio-

rations and fitomeliorations (the so called agricultural meliorations), forest and anti-erosion meliorations (the so called special meliorations) and land reclamation.

The identification of land reform operations on the background of their systematics has been done, basing on: type of works, aim of operations, character of operations and their technology.

Basing on the five groups of essential reform operations (regulation of: land cover, relief, water conditions, improvement and restoration of soils, as well as tree-planting, shrub-planting, sodding) – the degree of complexity of separate types of works has been estimated – distinguishing four categories: one-group category (separate types of agricultural meliorations), two-group category (anti-erosion meliorations), three-group category (forest meliorations) and complex category (land reclamation – comprising all 5 groups).

The place of land reclamation in the system of reform operations has been estimated, among others by statement, that it constitutes the collection of various operations serving degraded lands restitution.

Then, the range of reform works in the six basic land reclamation directions has been defined. Land reclamation of the: agricultural and forest direction comprises all five groups of essential reform operations, melioration direction – three groups, fishing, recreational and infrastructural direction – two groups of procedures.

Land reform as an element of sustainable development, contributes also to the spatial order creation.

Key words: land reform, systematics of operations, role of land reclamation