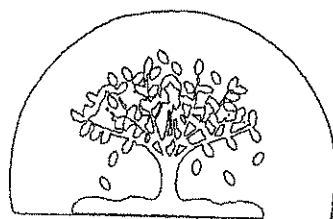


Studia krajobrazowe jako podstawa racjonalnej gospodarki przestrzennej

Materiały seminaryjne
pod redakcją
Marty Ruszczyckiej-Mizery



Boguszów-Gorce, 18-19 maja 1995

Wrocław 1995



Studia krajobrazowe
BOGUSZÓW-GORCE '95

MARIUSZ KISTOWSKI
Uniwersytet Gdański

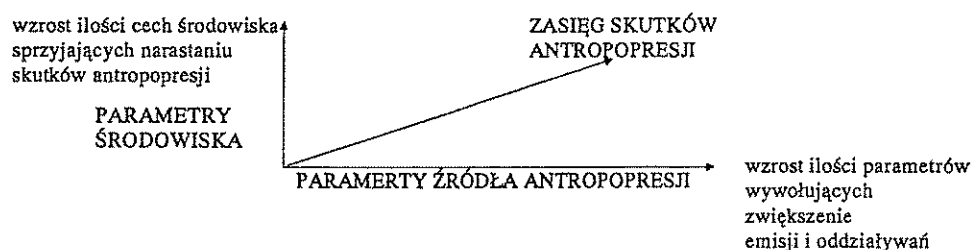
Analiza przyczynowo-skutkowych łańcuchów antropopresji jako podstawa racjonalnej gospodarki w środowisku przyrodniczym

Wprowadzenie

Rozpoznanie dróg i sposobów przemieszczania się w środowisku chemicznych i fizycznych produktów działalności człowieka, to jedno z najważniejszych zadań współczesnej ekologii krajobrazu. Na zasadzie sprzężenia zwrotnego człowiek jest bezpośrednim i pośrednim biorcą skutków swojego oddziaływania na środowisko. W związku z tym, z punktu widzenia komfortu (jakości) życia człowieka oraz możliwości realizacji przez niego funkcji społecznych i ekonomicznych, interesująca jest przede wszystkim nasza pozycja w łańcuchu ujemnych skutków antropopresji. Przekształcenia fizykochemiczne (jakościowe i ilościowe) litosfery, wody, powietrza, gleby, roślin i zwierząt wywołane działalnością człowieka, określane najczęściej jako zanieczyszczenie lub degradacja, powinny być rozpatrywane przede wszystkim w odniesieniu do wpływu na nasze zdrowie fizyczne i psychiczne, a także na możliwość realizacji funkcji społeczno-gospodarczych i czerpanie dochodów. Ogólnie, te aspekty funkcjonowania człowieka w krajobrazie określić można jako **j a k o ś ć ż y c i a**.

Zasięg skutków antropopresji w krajobrazie, tak w wymiarze przestrzennym, jak i ilościowym oraz jakościowym, jest funkcją dwóch podstawowych grup zmiennych: pierwszej – obejmującej parametry źródła antropopresji (wielkość obiektu, wielkość i częstotliwość emisji – oddziaływania) i drugiej – obejmującej zmienne środowiskowe (rzeźba terenu, przepuszczalność podłoża,

dynamika atmosfery i hydrosfery, własności gleby, pokrywa roślinna). Wykres przedstawia się następująco.



Podstawowym problemem przy modelowaniu skutków antropopresji jest synergiczne traktowanie parametrów w obu grupach zmiennych, a szczególnie w grupie zmiennych środowiskowych. Pewien postęp w tym zakresie osiągnięto dzięki rozwojowi procedur ocen oddziaływania na środowisko, jednak dotychczas nie udało się w pełni rozwiązać tego problemu.

Propozycja zastosowania przyczynowo-skutkowych łańcuchów antropopresji

Na bazie zaprezentowanych powyżej założeń, a przede wszystkim uwzględniając pozycję człowieka w łańcuchu negatywnych skutków oddziaływań antropopresji, opracowano propozycje przyczynowo-skutkowych łańcuchów wybranych przejawów antropopresji w środowisku przyrodniczym. Koncepcja została opracowana w trakcie prowadzonych przez autora badań nad przyrodniczymi uwarunkowaniami ekorozwoju okolic Ełku. Ponieważ prace te dotyczyły głównie obszarów wiejskich otaczających miasto, uwzględniono najważniejsze rodzaje antropopresji występujące na terenach wiejskich. Część z nich dotyczy także obszarów intensywnego zainwestowania miejskiego. Należą do nich:

- emisja gazów i pyłów z emitorów punktowych (kotłowni komunalnych i przemysłowych);
- wytwarzanie ścieków w trakcie działalności komunalnej, przemysłowej i rolniczej;
- składowanie odpadów komunalnych i przemysłowych;
- odkrywkowa eksploatacja surowców mineralnych;
- melioracje odwadniające;
- emisja hałasu komunikacyjnego i wytwarzanego w procesach technologicznych przemysłu i rolnictwa.

Wymienione przejawy antropopresji są charakterystyczne dla większości terenów wiejskich Polski północnej i centralnej. Ich oddziaływanie powoduje z reguły największe przeobrażenia antropogeniczne środowiska przyrodniczego, np. podwyższenie zawartości związków chemicznych (zanieczyszczenie) w poszczególnych komponentach środowiska, zmiany w poziomie wód gruntowych i powierzchniowych, obniżenie przyrostu biomasy lub pogorszenie stanu zdrowia u ludzi.

Przy konstrukcji łańcuchów przyczynowo-skutkowych antropopresji przyjęto dwa podstawowe założenia dotyczące transformacji i koncentracji zanieczyszczeń (pochodzenia chemicznego) w trakcie ich transmisji w środowisku przyrodniczym. Zgodnie z zasadami ekologii przyjęto, że koncentracja zanieczyszczeń zwiększa się wraz ze wzrostem pozycji biorcy w łańcuchu troficznym (np. źródło zanieczyszczeń → gleba → rośliny → zwierzęta → człowiek). Drugie założenie, wynikające z zasad geochemii, określa, że koncentracja zanieczyszczeń zmniejsza się wraz ze wzrostem długości drogi i czasu przemieszczania od źródła do miejsca zdeponowania w środowisku abiotycznym (np. źródło zanieczyszczenia → powietrze → gleba → wody gruntowe → wody podziemne). Oczywiście specyficzne cechy środowiskowe geokompleksów mogą sprzyjać przestrzennej koncentracji zanieczyszczeń. To narastanie lub zmniejszanie skutków antropopresji przedstawiono graficznie na rycinach w postaci grubości strzałek (w skali 4-stopniowej). Zwiększenie grubości strzałki oznacza narastanie koncentracji zanieczyszczeń w trakcie ich migracji w środowisku lub też zwiększenie fizycznych i mechanicznych skutków antropopresji.





Na poszczególnych poziomach łańcuchów przyczynowo-skutkowych następują określone skutki antropopresji. Zazwyczaj końcowym ogniwem tych łańcuchów jest człowiek, który odbiera negatywne skutki zmian środowiskowych, głównie poprzez spożywanie produktów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, oddychanie, kontakt skórny ze środowiskiem wodnym (np. w trakcie kąpieli), a także poprzez receptory zmysłów (wzrok, słuch, węch). To negatywne oddziaływanie na różnych poziomach łańcuchów odniesiono, zgodnie z sugestiami amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (U.S. Environmental Protection Agency), do głównych sfer działalności człowieka oraz do środowiska *sensu stricto*, czyli określono jako ujemne skutki dla:

- zdrowia człowieka (Z),
- jakości życia (JŻ),
- gospodarki (G),
- stanu ekosystemów (EK).

Pomimo zauważalnej nierozłączności tych sfer, szczególnie jakości życia od pozostałych, zdecydowano się na zastosowanie tej metodyki ze względów praktycznych. Jakość życia jest tu traktowana jako kategoria bardziej ogólna od

Tab. 1. Wpływ parametrów środowiskowych na zasięg transmisji skutków antropopresji w środowisku oraz główni biocyty tych skutków

GEO-KOMPONENTY	ELEMENTY TRANSMITUJĄCE I WPŁYWAJĄCE NA ROZKŁAD SKUTKÓW ANTROPOPRESJI ORAZ BEZPOŚREDNI I POŚREDNI BIOCYTY ODDZIAŁYWAŃ	PRZEJAWY ANTROPOPRESJI						
		emisja gazów i pyłów do środowiska	odprowadzanie ścieków do środowiska	składowanie odpadów	odkrywkowa eksploatacja kopalin	emulacje ochładzające	emisja hałasu	
Rzeźba terenu	spadki terenu	X	X	X	X	X	X	
	ekspozycje stoków	X	X	X	X	X	X	
	wysokość względna	X	X	X	X	X	X	
	mikro- i mezoformy rzeźby	X	X	X	X	X	X	
	położenie strzał wododziałowych	X	X	X	X	X	X	
Powierzchniowe utwory geologiczne	przepuszczalność	X	X	X	X	X	X	
	stopień uwodnienia	X	X	X	X	X	X	
	podatność na denudację	X	X	X	X	X	X	
Klimat (powietrze atmosferyczna)	opady deszczu	X	X	X	X	X	X	
	wiatr - huronik i prądy	X	X	X	X	X	X	
	przemiarzenie gruntu	X	X	X	X	X	X	
	typy równowagi termiczna-wilgotnościowej	X	X	X	X	X	X	
	zachmurzenie	X	X	X	X	X	X	
	okres roztopów pokrywy śnieżnej	X	X	X	X	X	X	
	występowanie mgieł	X	X	X	X	X	X	
	ciągłość występowania obszarów bezdeszczowych	X	X	X	X	X	X	
	młżozność pokrywy śnieżnej	X	X	X	X	X	X	
	oświetlenie atmosferyczne	X	X	X	X	X	X	
Wody powierzchniowe	ślad chemiczny powietrza atmosferycznego	X	X	X	X	X	X	
	wielkość i zmierność odpływu w ciekach	X	X	X	X	X	X	
	stopień zakrzęślenia cieków i jezior roślin, brzożowat	X	X	X	X	X	X	
	morfometria dna i pojemność jezior	X	X	X	X	X	X	
	odporność jezior na degradację	X	X	X	X	X	X	
	stopień eutrofizacji wód jeziornych	X	X	X	X	X	X	
Wody podziemne	poziom wód w jeziorach	X	X	X	X	X	X	
	chemizm wód powierzchniowych	X	X	X	X	X	X	
	głębokość zalegania i poziomu wód gruntowych	X	X	X	X	X	X	
Gleby	cechy użytkowych poziomów wodonórných	X	X	X	X	X	X	
	chemizm wód podziemnych	X	X	X	X	X	X	
	struktura i tekstura gleb	X	X	X	X	X	X	
Rośliny	uwodnienie gleb	X	X	X	X	X	X	
	ślad chemiczny gleb	X	X	X	X	X	X	
	struktura użytków gruntowych	X	X	X	X	X	X	
	wysokość i zwarcie drzewostanów i zakrzęcań grunty (tereny o wysokiej produktywności)	X	X	X	X	X	X	
Zwierzęta	ślad geniczny flory	X	X	X	X	X	X	
	ślad geniczny fauny (lądowej i wodnej)	X	X	X	X	X	X	
Człowiek	ślad geniczny fauny (lądowej i wodnej)	X	X	X	X	X	X	
	inny obiekty antropogeniczne	X	X	X	X	X	X	
Człowiek	osoby zamieszkujące lub korzystające z terenów pod wpływem antropopresji	X	X	X	X	X	X	

-  Elementy transmitujące i wpływające na rozkład skutków antropopresji
 Bezpośredni biocyty oddziaływań
 Pośredni biocyty oddziaływań (powszechni)
 Pośredni biocyty oddziaływań (epizodyczni)

pozostałych, na którą składają się przede wszystkim elementy komfortu przebywania człowieka na określonym obszarze (brak dyskomfortowych bodźców wzrokowych, słuchowych lub zapachowych), ale w pewnym stopniu także stan zdrowia ludzi, stopień zaspokojenia ich potrzeb materialnych, a także stan zachowania przyrody w ich otoczeniu.

Ponieważ, jak wspomniano wcześniej, propozycja powstała na podstawie wyników prac prowadzonych w okolicach Ełku, podjęto także próbę oceny stopnia natężenia skutków antropopresji na poszczególnych poziomach dla każdego łańcucha przyczynowo-skutkowego. Ocena ta dotyczy badanego obszaru, a więc terenu miasta i gminy Ełk. Zastosowano skalę trzystopniową, oceniając skutki dla każdej ze sfer jako słabe (x), średnie (xx) lub duże (xxx) (ryc. 1–6).

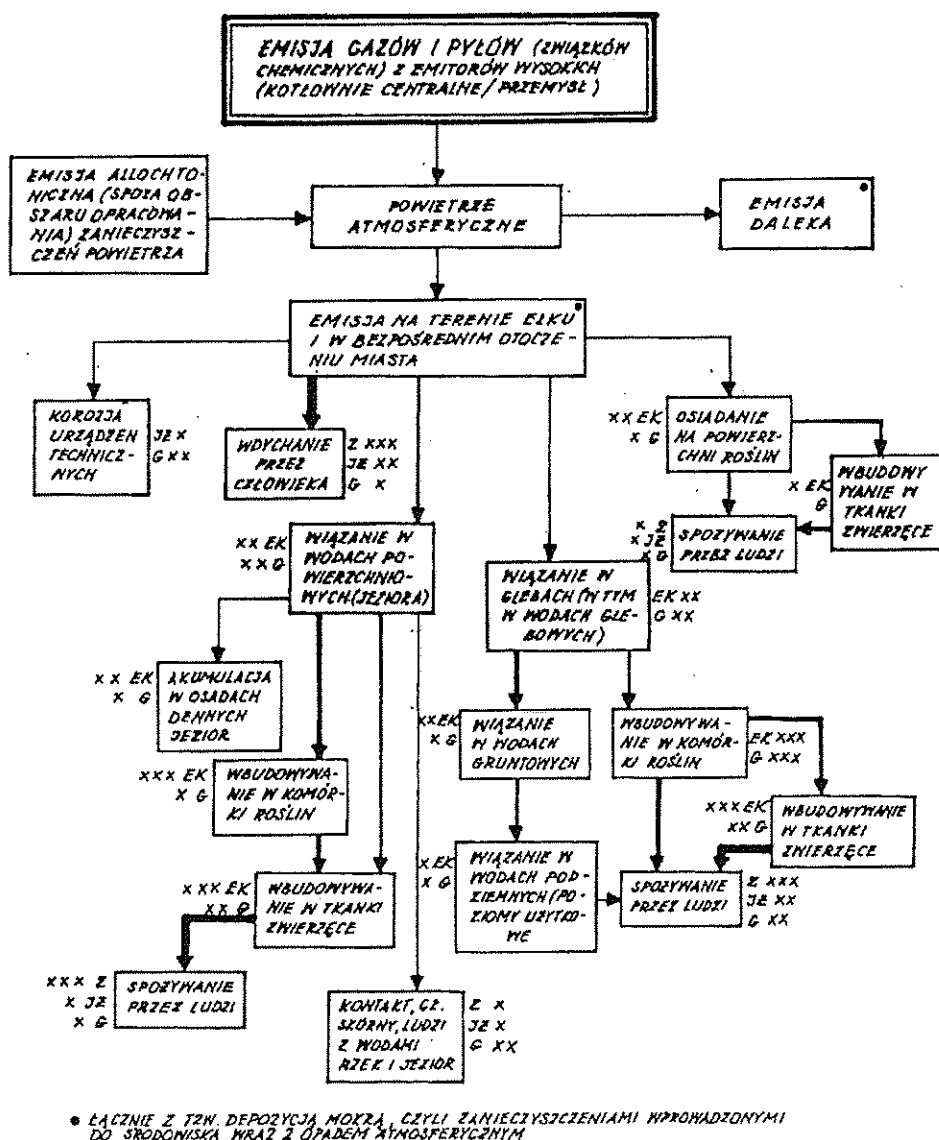
Poniżej zaprezentowane zostaną łańcuchy przyczynowo-skutkowe antropopresji dla sześciu zaproponowanych jej przejawów, a także scharakteryzowane zostaną proponowane do uwzględnienia parametry źródeł oddziaływań oraz parametry środowiska, charakteryzujące ośrodki transmisji zanieczyszczeń i przekształceń oraz będące ich bezpośrednimi i pośrednimi biorcami (tab. 1).

Łańcuch przyczynowo-skutkowy emisji gazów i pyłów do środowiska

Emitorami gazów i pyłów są obiekty punktowe, powierzchniowe i liniowe (pojazdy na szlakach komunikacyjnych). W zaprezentowanej metodzie uwzględniono przede wszystkim obiekty punktowe, które stanowią największe źródło emisji na terenach wiejskich. Podstawowe parametry charakteryzujące emitora to:

- lokalizacja emitora;
 - wysokość efektywna (wysokość rzeczywista + wysokość wyrzutu gazów wynikająca ze średniej temperatury i ciśnienia gazów wylotowych);
 - średnica wylotu emitora;
 - sprawność urządzeń redukujących zanieczyszczenia;
 - rodzaj kotła (moc urządzeń);
 - ilość spalane go materiału;
 - rodzaj spalane go materiału;
 - wielkość emisji zanieczyszczeń gazowych (np. SO₂, NO_x, CO) i pyłowych.
- W przypadku braku pomiarów wielkości emisji, istnieje możliwość jej oszacowania na podstawie wcześniej wymienionych parametrów.

Podstawowe z lokalnego punktu widzenia zagrożenie środowiska związane z emitowaniem zanieczyszczeń do atmosfery pojawia się w wyniku ich emisji (opadu) na powierzchnię gruntu, roślin, wód powierzchniowych lub



• ŁĄCZNIE Z TZW. DEPOZYCJA MOKRA, CZYLI ZANIECZYSZCZENIAMI WPROWADZONYMI DO ŚRODOWISKA WRAZ Z OPADEM ATMOSFERYCZNYM

Ryc. 1. Łańcuch przyczynowo-skutkowy wprowadzania gazów i pyłów do środowiska

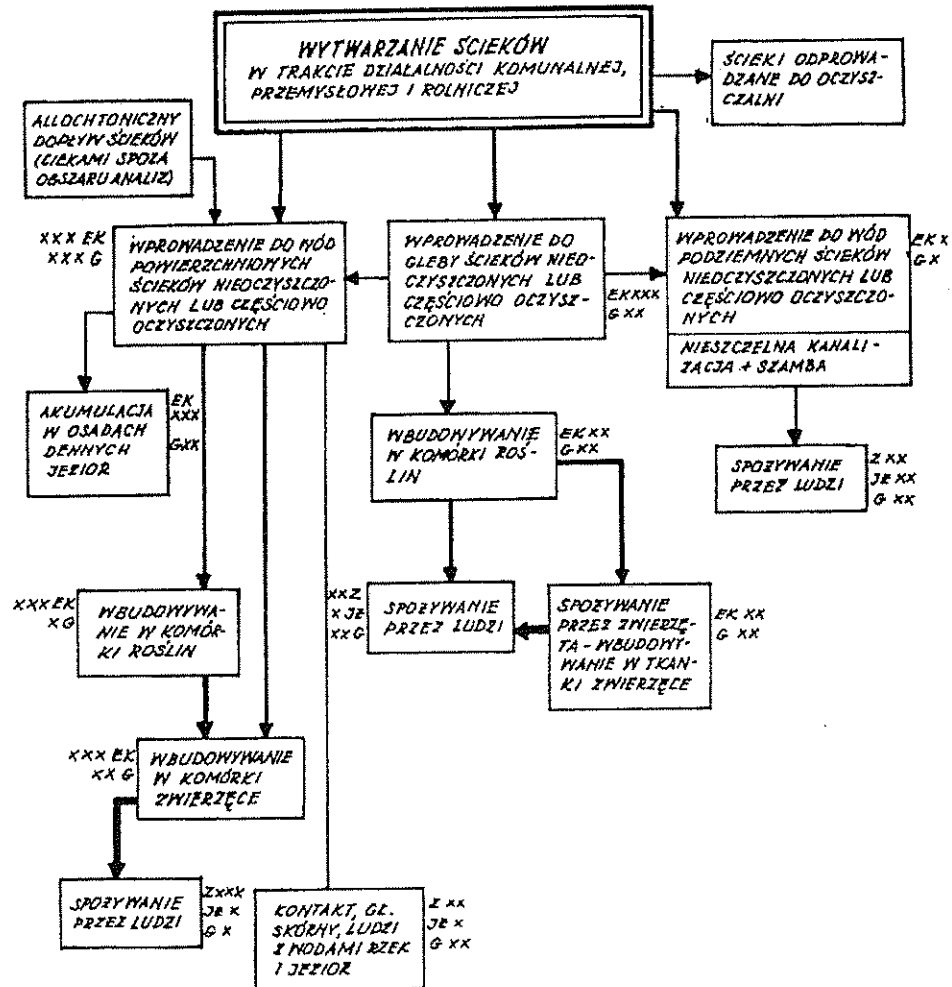
elementów antropogenicznych. Na wielkość emisji składają się zarówno emisje z lokalnych emitorów, jak i transport zanieczyszczeń spoza analizowanego obszaru. Część zanieczyszczeń emitowanych na terenie badań jest transportowana poza jego obszar.

Podstawowymi parametrami środowiskowymi, od których zależy rozkład emisji, są elementy meteorologiczne, natomiast modyfikującymi rzeźba i pokrycie terenu, a w pewnym stopniu także właściwości gleb. Największe skutki emisji zanieczyszczeń do atmosfery przejawiają się w obniżeniu zdrowotności mieszkańców regionu poprzez spożywanie skażonych produktów roślinnych i zwierzęcych oraz wchłanianie zanieczyszczeń drogą oddechową. Skutki gospodarcze, nieco mniejsze na tym obszarze od zdrowotnych, przejawiają się głównie w obniżeniu przyrostu biomasy pozyskiwanej w gospodarce rolnej i leśnej. Ubytek zasobów ichtiofauny, związany z zakwaszeniem wód jeziornych wywołanym zanieczyszczeniami docierającymi z atmosfery, jest przeciętny. Obniżenie jakości życia, rozumiane jako zmniejszenie szeroko pojętych walorów estetycznych krajobrazu, jest stounkowo niewielkie. Natomiast poważne są skutki w ekosystemach tak w odniesieniu do roślin, jak i spożywających skażone rośliny zwierząt.

Łańcuch przyczynowo-skutkowy wprowadzania ścieków do środowiska

Duże ilości ścieków powstają w trakcie działalności komunalnej, przemysłowej i rolniczej, szczególnie na terenie miasta Ełku. Większość ścieków miejskich odprowadzana jest do oczyszczalni, gdzie podlega oczyszczeniu w zadowalającym stopniu, po czym trafia do rzeki Ełk około 4 km poniżej Jeziora Ełckiego. Odmienna sytuacja ma miejsce na terenach wiejskich, gdzie zdecydowana większość ścieków trafia do wód powierzchniowych i gleby bez oczyszczenia. Ścieki bytowe pochodzą przede wszystkim od mieszkańców wsi oraz wypoczywających na terenie gminy turystów, a ścieki technologiczne (m.in. gnojowica) z obiektów hodowlanych i drobnego przemysłu rolno-spożywczego. Część z nich oczyszczana jest wstępnie mechanicznie w różnego typu osadnikach, a następnie gromadzona w zbiornikach bezodpływowych (szambach, odstojnikach). Po wypełnieniu szamba ścieki są wywożone do punktu zlewnego w oczyszczalni, jednak większość szamb jest nieszczelna, w wyniku czego ścieki przedostają się do środowiska. Część ścieków próbuje się utylizować na polach filtracyjnych, co z reguły także powoduje ich przedostawanie się do środowiska. Pięć obiektów rolnych i rekreacyjnych na obszarze gminy posiada własne oczyszczalnie ścieków, z reguły kontenerowe typu EKOBLOK, jednak stopień oczyszczania przez nie ścieków, szczególnie z biogenów, jest najczęściej niezadowalający.

Typowa jest zatem sytuacja, w której bezpośrednim odbiornikiem ścieków jest szambo, często nieszczelne. W związku z tym, za podstawowe parametry emitora ścieków uznano:



Ryc. 2. Łańcuch przyczynowo-skutkowy wprowadzania ścieków do środowiska

- lokalizację szamba lub odstojujnika,
- pojemność szamba lub odstojujnika,
- częstotliwość opróżniania szamba,
- ilość wody zużywanej przez osoby lub w obiektach, z których ścieki są odprowadzane;
- ilość wytwarzanych ścieków i jej rozkład w czasie;
- jakość ścieków (BZT₅, związki biogenne, *E. Coli*, zawiesina);
- liczba osób lub zwierząt wytwarzających ścieki.

W sytuacji niepewności co do szczelności szamba, porównanie ilości odprowadzanych ścieków, pojemności szamba i częstotliwości wywożenia ścieków pozwoli na jednoznaczne rozwiązanie tego problemu. W sytuacji, gdy nieznana i niemierzalna jest ilość odprowadzanych ścieków, powinna być pomocna znajomość ilości pobieranej wody, gdyż ilość odprowadzanych ścieków jest z nią porównywalna. Istnieją także metody szacunkowej oceny jakości ścieków, w zależności od charakteru źródła ich wytwarzania (ludzie, gatunki zwierząt, określone procesy technologiczne), a także szacunkowej oceny ilości ścieków, nawet przy nieznajomości ilości zużywanej wody, w przeliczeniu na osobę lub sztukę zwierząt hodowlanych.

Podstawowe parametry środowiskowe, warunkujące natężenie skutków odprowadzania ścieków, to charakterystyka fizyczna i biologiczna odbiornika naturalnego (cieku lub jeziora), a także podłoże geologiczne (jego przepuszczalność) wraz z wodami podziemnymi. W drugim rzędzie istotne są elementy związane z rzeźbą terenu i warunkami meteorologicznymi.

Zaprezentowany na ryc. 2 schemat łańcucha przyczynowo-skutkowego wskazuje na to, że najpoważniejsze skutki odprowadzania ścieków występują w ekosystemach, szczególnie jeziornych. Zanieczyszczenia kumulują się tu w osadach dennych oraz w organizmach roślinnych i zwierzęcych, a także występują w wodzie. Silnie negatywne skutki, szczególnie dla flory i fauny glebowej, powoduje wprowadzanie ścieków do płytkich poziomów glebowych, co ma często miejsce w gospodarstwach nie posiadających zbiorników bezodpływowych. Mogą także wystąpić stosunkowo negatywne skutki dla stanu zdrowia ludzi spożywających ryby z zanieczyszczonych jezior, a także wchodzących w kontakt skórny z wodami tych jezior (kąpiele) lub spożywających produkty roślinne wyhodowane na glebach skażonych, szczególnie metalami ciężkimi. Istotnym problemem jest także konsumpcja wody ze studni zanieczyszczonych (często własnymi) ściekami. Skutki gospodarcze związane są z obniżeniem jakości produktów rolnych i ryb, a co za tym idzie mniejszą możliwością ich sprzedaży i spożycia, a także z pogorszeniem jakości przydatnej do konsumpcji wody, szczególnie na terenach wiejskich. Obniża się przez to także atrakcyjność turystyczna regionu. Obniżenie jakości życia powodowane przez odprowadzanie ścieków przejawia się głównie w ujemnych doznaniach zapachowych, niekiedy wzrokowych (miejsca powierzchniowego zrzutu ścieków do wód).

Łańcuch przyczynowo-skutkowy składowania odpadów w środowisku

W rejonie Ełku składowanie odpadów odbywa się na miejskim składowisku w Siedliskach i 80 składowiskach rozproszonych na terenie gminy o nie-

uregulowanym statusie formalnoprawnym. Aż siedem spośród nich gromadzi odpady o objętości ponad 1000 m³ każde. Zaznacza się wyraźna tendencja do lokalizacji składowisk na terenach powiązanych hydrologicznie z wodami powierzchniowymi i gruntowymi, co potęguje negatywne skutki środowiskowe składowania odpadów.

Do podstawowych parametrów charakteryzujących składowiska, jako obszary źródłowe negatywnych przemian w środowisku należą:

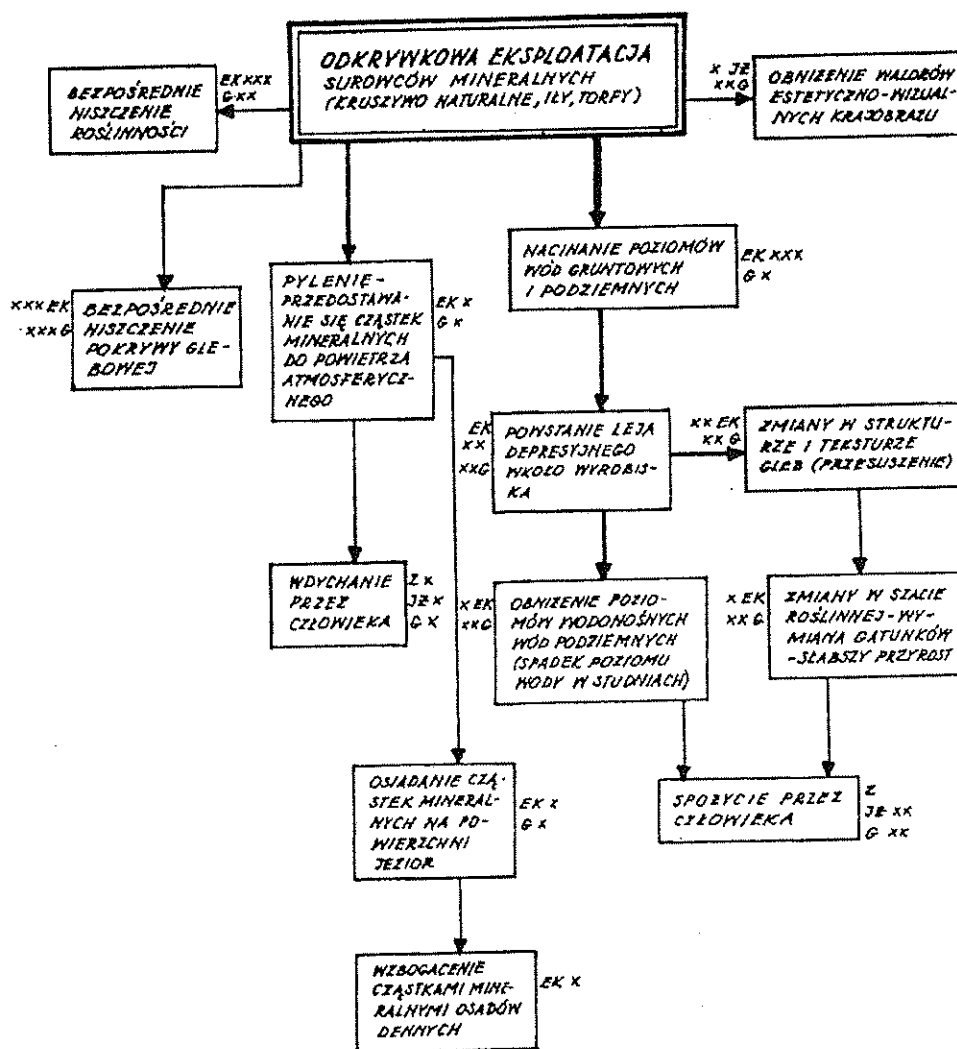
- ilość składowanych odpadów;
- rodzaj składowanych odpadów (stałe, płynne, organiczne, nieorganiczne);
- skład chemiczny i materiałowy składowanych odpadów;
- występowanie odcieków ze składowiska (kierunek, wielkość, częstotliwość);
- stopień rekultywacji składowiska;
- stopień ekspozycji składowiska w krajobrazie (widoczność z różnych sektorów i odległości);
- występowanie (samo-) zapłonów odpadów;
- sztuczna izolacja składowiska od podłoża.

Bardzo szeroki jest zestaw zmiennych środowiskowych, wpływających na zasięg oddziaływania składowiska. Istotna jest tu rzeźba terenu, podłoże geologiczne (przepuszczalność), warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne w otoczeniu składowiska, pokrycie terenu i sposób jego wykorzystania przez człowieka, a także warunki meteorologiczne.

Warunki środowiska przyrodniczego okolic Elku powodują, że oddziaływanie składowisk, szczególnie największego z nich (Siedliska), jest stosunkowo ograniczone. Największym problemem jest ubytek powierzchni biologicznie czynnych, łącznie kilkunastu hektarów. Powoduje to zarówno skutki w ekosystemach, jak i w gospodarce. Skutki gospodarcze są łagodzone przez występowanie znacznych powierzchni gruntów słabych klas bonitacyjnych i odłogowanych, a na największym składowisku w Siedliskach, dzięki lokalizacji w dawnym wyrobisku surowców ilastych, co sprzyja także naturalnej izolacji od wód gruntowych. Liczne są natomiast odcieki ze składowisk, szczególnie przy gromadzeniu odpadów płynnych. Potencjalne zagrożenie ze strony składowisk odpadów istnieje dla wszystkich komponentów środowiska: rzeźby (deformacje terenu), gleb i powierzchniowych utworów geologicznych (zanieczyszczenie odciekami i ubytek gruntów produktywnych), wód powierzchniowych i podziemnych (zanieczyszczenie odciekami), atmosfery (odory, emisja produktów spalania odpadów), roślin (ograniczenie przyrostu, wzrost na zanieczyszczonych glebach) oraz spożywających je zwierząt i człowieka. Na terenie badań najsilniej zarysowują się skutki ekologiczne składowania odpadów, szczególnie w odniesieniu do gleby, wód gruntowych, roślin i zwierząt. Skutki zdrowotne, ze względu na lokalizację składowisk na terenach słabo powiązanych funkcjonalnie z obszarami osadniczymi, są ograniczone; z tych też wzglę-

Środowiskowy łańcuch przyczynowo-skutkowy odkrywkowej eksploatacji kopalnin

Na terenie gminy istnieje 79 obszarów eksploatacji odkrywkowej surowców czwartorzędowych, z czego 16 zajmuje powierzchnię ponad 1 ha każdy. Z reguły eksploatuje się piasek i żwir (kruszywo naturalne). Tylko jedno z wyrobisk poddano rekultywacji, której brak w pozostałych odkrywkach, co zwię-



Ryc. 4. Środowiskowy łańcuch przyczynowo-skutkowy odkrywkowej eksploatacji surowców mineralnych

ksza negatywne skutki prowadzenia tej działalności w środowisku. Parametry wyrobisk, jako źródła antropopresji to:

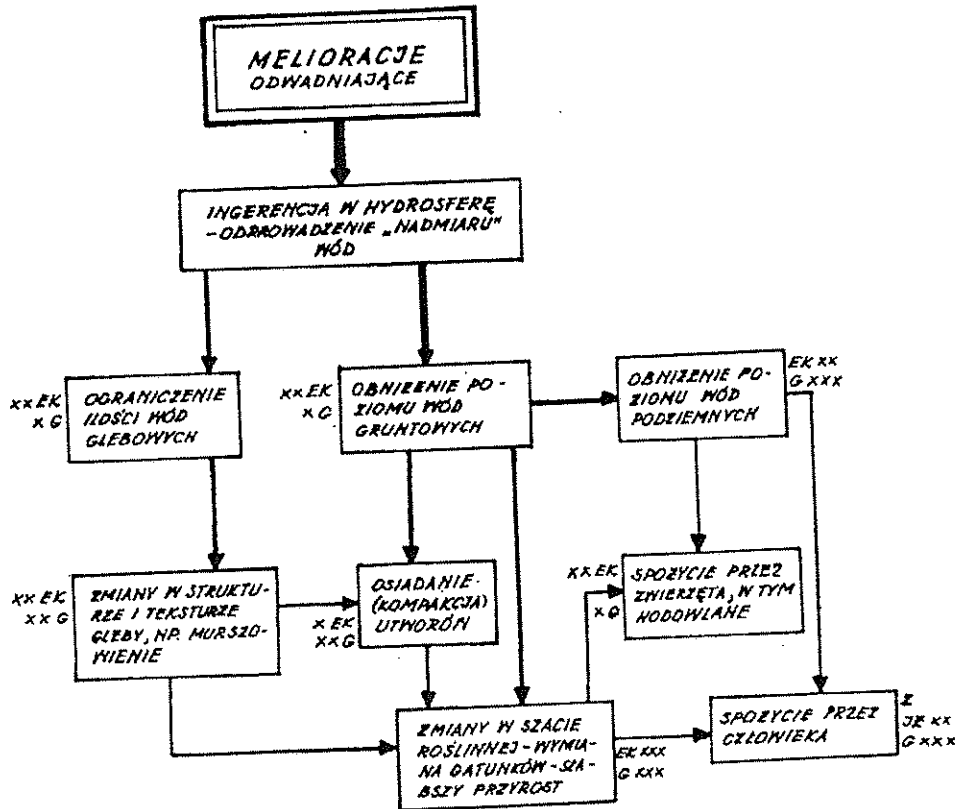
- powierzchnia i głębokość maksymalna wyrobiska;
- kubatura wyrobiska;
- nachylenie zboczy;
- miąższość (objętość) nadkładu;
- objętość i forma składowanego nadkładu;
- występowanie wody w dnie wyrobiska;
- stopień ekspozycji w krajobrazie;
- kopaliny główna i uzupełniające;
- wielkość eksploatacji.

Parametry środowiskowe warunkujące rozprzestrzenianie się skutków eksploatacji kopalin oraz im podlegające to przede wszystkim rzeźba terenu (ruchy masowe), charakter powierzchniowych utworów geologicznych w otoczeniu wyrobiska, warunki hydrogeologiczne oraz sposób użytkowania terenu wokół obiektu. W uzupełnieniu powinny być także analizowane warunki meteorologiczne oraz wahania poziomu jezior.

Skutki odkrywkowej eksploatacji kopalin najsilniej uwidaczniają się w stanie ekosystemów, prowadząc niekiedy do ich całkowitej zmiany (zniszczenie rzeźby, litologii, gleby i roślinności) na terenie wydobywania oraz częściowych zmian w otoczeniu, głównie w glebie, wodach gruntowych i podziemnych oraz roślinności. Skutki zdrowotne eksploatacji kopalin są nikłe, natomiast znaczne są skutki gospodarcze, odzwierciedlające się w ubytku powierzchni biologicznie produktywnych (niszczenie gleby), obniżaniu walorów estetyczno-widokowych krajobrazu, a co za tym idzie zmniejszeniu liczby turystów, zmniejszeniu przyrostu biomasy tak roślin uprawnych, jak i lasów, a także ubytku zasobów wód podziemnych (obniżanie się zwierciadła wód w studniach). Wiąże się z tym ujemny wpływ na jakość życia mieszkańców wsi. Negatywne następstwa eksploatacji obserwować można szczególnie na przykładzie zespołu wyrobisk kruszywa naturalnego w Woszczelach w północno-zachodniej części gminy Ełk.

Środowiskowy łańcuch przyczynowo-skutkowy melioracji odwadniających

Na terenie gminy Ełk melioracjom poddano około 8% obszaru (około 30 km²), głównie w dolinie rzeki Ełk poniżej miasta i na północ od jeziora Szarek. Pierwszy obszar obejmują głównie melioracje rolnicze, drugi – leśne. Głównym celem ich realizacji było pozyskanie terenów dla gospodarki pastwiskowo-łąkowej i leśnej. Podstawowe parametry terenów zmeliorowanych jako źródeł antropopresji to:



Ryc. 5. Środowiskowy łańcuch przyczynowo-skutkowy melioracji odwadniających

- powierzchnia objęta melioracjami,
- długość rowów melioracyjnych na 1 km²,
- głębokość rowów melioracyjnych,
- ilość wody odprowadzanej z terenów zmeliorowanych (zmiennosc czasowa odpływu).

Najważniejsze parametry środowiska odnoszą się do warunków hydrogeologicznych (wody gruntowe i podziemne), typów gleb i utworów powierzchniowych na terenie zmeliorowanym i w jego otoczeniu, a także charakteru użytkowania terenu.

Istotne jest, aby negatywne skutki oddziaływania melioracji w środowisku rozpatrywać w funkcji czasu, gdyż początkowo może ona spowodować przyrost ilości biomasy użytecznej dla człowieka w stosunku do sytuacji sprzed melioracji. Z czasem jednak, wskutek obniżenia poziomu wód gruntowych, a w konsekwencji zmian fizykochemicznych właściwości gleby, często produ-

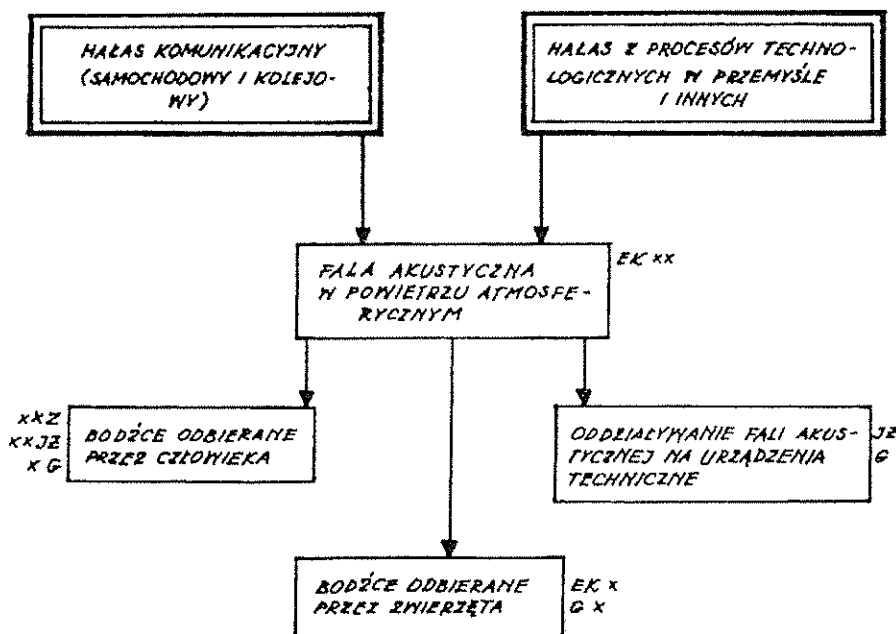
ktynność spada, szczególnie na terenach wyższych otaczających obszar zmeliorowany. Tak więc, największe ujemne zmiany wywołane melioracjami odwadniającymi, uwidaczniają się w ekosystemach (zmniejszenie ilości i obniżenie poziomu wód glebowych, gruntowych i podziemnych, zmiany w glebie i w roślinności, niekiedy osiadanie – kompaktacja utworów) oraz w ekonomicznych podstawach egzystencji człowieka (zmniejszenie plonów roślin uprawnych, zmniejszenie zasobów wodnych).

Łańcuch przyczynowo-skutkowy emisji hałasu do środowiska

Hałas emitowany na obszarze gminy Ełk pochodzi przede wszystkim z komunikacji samochodowej i kolejowej. W mieście jego źródło stanowią także urządzenia procesów technologicznych. Podstawowe parametry emisji, które należy analizować w funkcji czasu głównie w kontekście zmienności dobowej, to:

- natężenie hałasu komunikacyjnego,
- natężenie hałasu z procesów technologicznych,
- natężenie ruchu komunikacyjnego.

Ostatni z wymienionych parametrów przydatny jest w przypadku braku pomiarów rzeczywistego natężenia hałasu, do szacunkowego obliczenia jego



Ryc. 6. Łańcuch przyczynowo-skutkowy emisji hałasu do środowiska

wielkości. Parametry środowiskowe analizowane w tym przypadku (Kubiś 1986), to przede wszystkim: rzeźba terenu, warunki meteorologiczne i użytkowanie terenu, w tym stopień zwartości drzewostanów i zakrzaczeń, a także lokalizacja antropogenicznych obiektów kubaturowych.

Skutki oddziaływania hałasu na terenach wiejskich są z reguły niewielkie, a objawiają się przede wszystkim pogorszeniem stanu zdrowia ludzi, dyskomfortem przebywania w środowisku pracy, zamieszkania i wypoczynku, co ma swoje negatywne skutki także w sferze gospodarczej. Hałas może także wywierać pewne ujemne skutki na stan zdrowia zwierząt tak dzikich, jak i hodowlanych, co z kolei może wpływać na wyniki ekonomiczne poprzez zmniejszony przyrost biomasy zwierząt lub powodowane przez nie zniszczenia (w lasach i na gruntach rolnych; wypadki samochodowe). W okolicach Ełku nie zostało rozpoznane oddziaływanie hałasu na stan urządzeń technicznych.

Środowisko przyrodnicze jako ośrodek transmisji i biorca skutków antropopresji

W poprzednich rozdziałach skoncentrowano się na charakterystyce parametrów źródeł antropopresji, a także jej skutkach dla działalności człowieka w krajobrazie. Na zakończenie omówiona zostanie druga grupa zmiennych, od której zależy ostateczny skutek oddziaływania antropopresji, a więc zmienne środowiskowe. W tab. 1 zestawiono szereg parametrów środowiska przyrodniczego pod kątem ich wpływu na zasięg transmisji skutków antropopresji (przyrodnicze uwarunkowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i degradacji) oraz odbioru skutków antropopresji. Zbliżone zestawienie sporządził Przewoźniak (1989). Skoncentrował się on jednak na bezpośrednich i pośrednich skutkach antropopresji w środowisku obszarów miejskich, określając je – niezbyt trafnie – jako konflikty w relacji miasto–środowisko przyrodnicze. Propozycja zawarta w niniejszym artykule obejmuje co prawda znacznie mniejszą ilość przejawów antropopresji, jednak uwzględniono tu dodatkowo elementy, które wpływają na zasięg występowania skutków antropopresji. I tak, dla emisji gazów i pyłów, zasięg ten warunkują w pierwszym rzędzie elementy rzeźby terenu, warunki pogodowe i pokrycie terenu; dla odprowadzania ścieków – bardzo szeroki zestaw parametrów z warunkami hydrologicznymi i hydrogeologicznymi na czele, a w uzupełnieniu z rzeźbą terenu, podłożem geologicznym, warunkami meteorologicznymi, glebami i pokryciem terenu; dla składowania odpadów – głównie rzeźba terenu, warunki meteorologiczne i hydrologiczne oraz hydrogeologiczne, a dodatkowo podłoże geologiczne i gleby, roślinność, a nawet fauna; dla odkrywkowej eksploatacji kopalń – rzeźba terenu, podłoże geologiczne, warunki meteorologiczne, wody podziemne, gleby i roślinność; dla melioracji odwadniających – głównie wody podziemne

i gleby, a w uzupełnieniu rzeźba terenu, podłoże geologiczne i roślinność; dla emisji hałasu – rzeźba terenu, warunki meteorologiczne i pokrycie terenu.

Dokonane powyżej zestawienie skłania do wniosku, iż najsilniejsze uwarunkowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na terenach wiejskich wynikają z rzeźby terenu i właściwości gleb, a znaczne także z charakteru wód gruntowych i podziemnych. Natomiast rola dynamiki wód powierzchniowych i zjawisk atmosferycznych, pomimo obszernej listy charakteryzujących je parametrów środowiskowych, nie jest aż tak istotna, jak przyjęto im się przypisywać. Świadczy to o bardzo istotnej roli lokalnych warunków środowiska przyrodniczego, które to właśnie najsilniej uwidaczniają się w rzeźbie terenu i pokrywie glebowej oraz powiązanej z nimi roślinności.

Komponentami podlegającymi skutkom antropopresji w największym stopniu są gleby i roślinność, a w dalszym rzędzie wody podziemne i powierzchniowe, rzeźba terenu, powietrze atmosferyczne i sam człowiek wraz ze swoimi wytworami. Stosunkowo słabo narażone są powierzchniowe utwory geologiczne i zwierzęta.

Literatura

- Kubiś W., 1986, *Rozprzestrzenianie się hałasu w wybranych geokompleksach*. WPN seria Geografia 34, UAM Poznań.
- Przewoźniak M., 1989, *Konflikty miasto–środowisko przyrodnicze*. Przegl. Geogr. LXI, z. 1–2.