

Krzysztof R. Mazurski

## ETAPY PRZEKSZTAŁCANIA ŚRODOWISKA

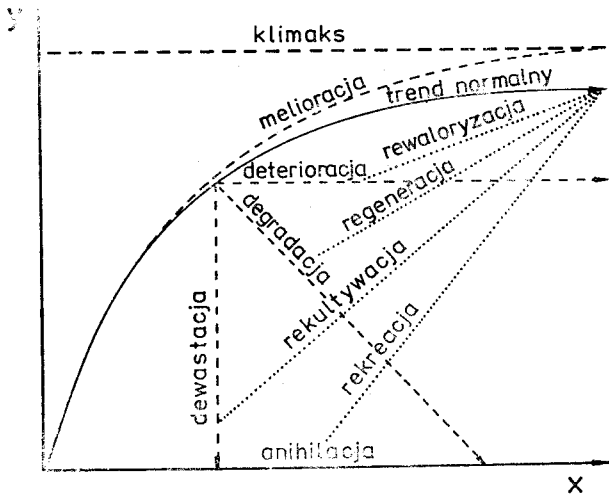
W wyniku oddziaływania, świadomego lub nieświadomego na środowisko przyrodnicze, człowiek przyczynia się do jego przekształcania. Skutki tych przemian są już wyraźnie dostrzegalne praktycznie w każdym kraju. Dotyczą one przede wszystkim przestrzeni bioaktywnej, obejmującej te części środowiska, w których istnieje życie. Chodzi tu głównie o fitocenozy, ze względu na ich wyższą w porównaniu do zoocenoz stabilność, a więc tereny rolnicze i leśne, które rozwijają się sterowane przez człowieka. Ingerencja człowieka prowadzi wszakże do deformacji wielu komponentów środowiska przyrodniczego. O ile pozytywny kierunek przekształcania od dawna został jednoznacznie nazwany melioracją (od łac. melior: lepszy) tj. ulepszeniem, to w przypadku negatywnego oddziaływania panuje tu duże zamieszanie terminologiczne.

Kilka lat temu autor przedstawił analizę semantyczną pojęć stosowanych w odniesieniu do gruntów [5]. Łatwo wykazać, że granice znaczeniowe poszczególnych pojęć są bardzo niewyraźne. Można tu podać przykład terminów z literatury światowej, np. niszczenie może być oddane przez *dereliction* i *waste* [8] lub *devastation* [1]. *Restoration* może oznaczać przywrócenie dobrego stanu, odnowienie i ostateczne (ponowne) zagospodarowanie *derelict lands* [8] albo też ostateczne, wizualne uporządkowanie i zagospodarowanie gruntów zniszczonych [6]. W stosunku do zniszczeń w środowisku, spowodowanych przez człowieka, można wykonywać zabiegi usuwające te szkody. Nazywa się je *rehabilitation* [8], *reclamation* [3], *regeneration* [10] czy *recultivation*. Trzeba zwrócić tu uwagę, że wyraz *reclamation* rozpowszechnił się w krajach anglosaskich na oznaczenie ponownego zagospodarowania terenów zniszczonych, głównie wskutek wydobycia surowców mineralnych. Pierwotnie jednak oznaczał on zagospodarowanie terenów wydartych morzu. Dla uporządkowania terenów eksploatacyjnych w pozostałych krajach przyjęła się termin rekultywacja [11]. Sporadycznie tylko wprowadza się własne odpowiedniki, jak np. w NRD *Wiedernutzbarmachung* [4]. Z powodu braku odpowiedniego systemu pojęciowego autorzy używają własnej terminologii, bardzo często na zasadzie opisowej [9]. Nie jest to przeszkodą w zrozumieniu istoty zagadnienia, ale utrudnia porównywanie tekstów i rezultatów. Z tego więc względu coraz pilniejsze staje się zadanie uporządkowania słownictwa nauko-

wego związanego z przekształcaniem środowiska. Przy indoeuropejskim pochodzeniu języków stosowanych w nauce światowej oraz licznych w nich zapożyczeniach z łaciny, wydaje się wskazane — jak w innych dyscyplinach naukowych — aby maksymalnie wykorzystać funkcjonujące już w tych językach łacińskie źródłosłowy, także w języku polskim. Umożliwi to jednakowe zastosowanie terminów i jednoznaczny zakres pojęciowy. Oczywiście przedstawiony poniżej materiał ma charakter dyskusyjny, jednakże potrzeba takiej standaryzacji wydaje się już dosyć pilna.

Proces przemian środowiska przyrodniczego przebiega niejednakowo. Może on być ciągły, stopniowy, może też mieć charakter jednorazowy, o wyraźnie odrębnych i zamkniętych etapach. Jak dotąd, istnieją duże trudności w praktycznym ustalaniu zasięgu poszczególnych etapów, w przypadku procesu ciągłego. Łatwo bowiem ustalić zniszczenie (destrukcję) jako całkowite, ostateczne zniszczenie dotychczasowego środowiska, w sytuacji np. większych lub mniejszych prac geotechnicznych, choćby w przypadku eksploatacji powierzchniowej surowców mineralnych. O wiele trudniej jest uczynić to w przypadku oddziaływania skażeń drogą atmosferyczną. Ocena aktualnego stanu środowiska może przebiegać w dwojaki sposób: bezwzględny i względny. Ten pierwszy polega na pomiarze biomasy wszystkich organizmów bytujących na badanym obszarze lub pomiarze energii w nich zawartej. Taką możliwość oceny wykazano na podstawie dyskusji o warunkach biologicznych rolnictwa w Polsce [10]. Pomocna w metodzie bezwzględnej może być funkcja Mitscherlicha (rys. 1), określająca związek między produktywnością środowiska (siedliska) a produkcją krańcową [7].

Ogólnie biorąc, przybiera ona w postaci sformalizowanej kształt krzywej asymptotycznej, której początkowy odcinek posiada różne nachylenia, zależnie od wyjściowej jakości siedliska: im jest ona wyższa, tym bardziej stromy jest odcinek pierwszej części asymptoty. Oznacza to, że w środowisku nie zakłóconym przez człowieka i nie będącym pod wpływem czynników katastroficznych, przyrost biomasy (bioenergii) wzrasta asymptotycznie wraz z upływającym czasem. Na rysunku 1 x oznacza czas, y — jednostki masy lub energii. Klimaks to poziom najwyższego rozwoju bioaktywności środowiska, do którego życie organiczne dąży, ale rzadko osiąga. Początek układu współrzędnych oznacza brak jakiegokolwiek biomasy (bioenergii), a więc i bioaktywności, np. niezwiertzała



Rys. 1 Funkcja Mitscherlicha a etapy przekształcania środowiska

skała, wody wulkaniczne. Początkowy, szczegółowy kształt krzywej wzrostu bioaktywności jest dla niniejszego opracowania nieistotny, gdyż nie wpływa on na kolejność etapów przekształcania środowiska oraz ich charakter, a funkcja Mitscherlicha oddaje trafnie stopniowy na ogół rozwój ekologicznych możliwości środowiska przyrodniczego.

Metoda bezwzględna w praktyce jest trudna do zastosowania, zwłaszcza gdy ocenie trzeba podać większy obszar. Dlatego też grupa polskich ekologów zaproponowała metodę względną [2]. Polega ona na bonitacji w skali 1—4 co najmniej czterech z sześciu tzw. obiektów badawczych. Ze względu na szczególne ich właściwości wybrano następujące: z reducentów — tempo rozkładu celulozy; z producentów — stopień degradacji zbiorowisk leśnych; z konsumentów I rzędu — wskaźnik konwersji  $K_1$ , liczony jako stosunek ilości zjadanego pokarmu do przyrostu ciała i tempo metabolizmu *Chorthippus montanus* (Charp.), jako jedno z głównych ogniw przepływu energii i materii w ekosystemie; z konsumentów II rzędu — wartość kaloryczną pająka *Linyphia triangularis* (Cl.) i stopień aktywności patologicznej nicieni *Steinernematidae*. Wszystkie parametry przyjęto za równocenne. Po przeprowadzeniu bonitacji należy wykonać obliczenia z zastosowaniem wzoru:

$$|X_i - X_j| = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - 1)^2}{n}} \quad (1)$$

gdzie:  $X_i$  = wektor  $i$ -tego obiektu badawczego,  $X_j$  = wektor ekosystemu pierwotnego,  $n$  = liczba obiektów badawczych,  $x_i$  = współrzędne wektora  $X_i$  (czyli przyznane punkty bonitacyjne).

Powyzsza próba oparta jest na bonitacji, ale wykorzystującej bezpośredni pomiar z natury. W dodatku wyniki można ekstrapolować, a tym

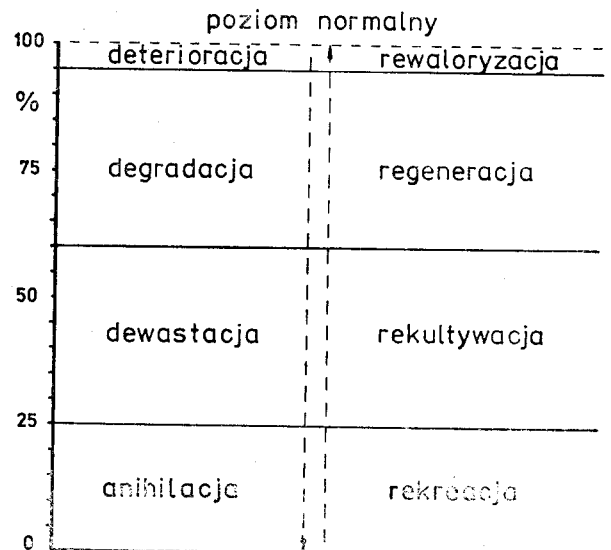
samym oceną objąć cały większy obszar. Ostatecznie środowisko środkowoeuropejskie można zakwalifikować, w zależności od uzyskanego wyniku, do czterech następujących klas:

- 1 — środowisko nie odkształcone (wskaźnik syntetyczny  $S_i = 0$ )
- 2 — środowisko lekko odkształcone ( $S_i = 0,01 - 1,00$ )
- 3 — środowisko średnio odkształcone ( $S_i = 1,01 - 2,00$ )
- 4 — środowisko silnie odkształcone ( $S_i = 2,01 - 3,00$ ).

Teoretyczny przebieg odkształcania, jak cytowani autorzy nazywają ten proces, oddaje rysunek 1. Krzywa o różnym nachyleniu i różnym kształcie oznacza spadek bioaktywności środowiska, wyrażony stopniem odkształcenia. Stopień ten może też być wyrażony procentem odkształcenia lub jednostkami naturalnymi, tj. wspomnianą wcześniej biomasa i bioenergią. Ważne jednak jest samo zjawisko stopniowego odkształcania i etapowości procesu.

W odniesieniu do tematyki opracowania, w przypadku kierunku pozytywnego przekształcania, tj. melioracji, czyli ulepszania środowiska pod względem wydajności bioenergetycznej, suma energii oczywiście wzrasta, a więc krzywa odchyła się powyżej trendu naturalnego. Zaznaczyć tu trzeba, że ulepszenie oznacza wszelkie zabiegi, które wykorzystując pierwotne czynniki siedliskowe i przy pewnej modyfikacji niektórych z nich — np. regulacji stosunków wodnych w glebie — doprowadzają do szybkiego wzrostu biomasy na tym samym obszarze, szybszego aniżeli zachodziłby on w warunkach naturalnych. Można powiedzieć, że dzięki określonym zabiegom człowieka ulega zwiększeniu wydajność środowiska, wyrażająca się w przyroście biomasy (bioenergii). Różnicowanie zabiegów ulepszających środowisko oddają etapy podane na rysunku 2.

Ostatnim ich członem jest kręacja, czyli tworzenie. Etap ten występuje, gdy w środowisku



Rys. 2 Etapy destrukcji środowiska na podstawie wartości wskaźnika syntetycznego

całkowicie abiotycznym człowiek doprowadza do stałego bytowania określonych organizmów. Innymi słowy, człowiek tworzy całkowicie, od podstaw, środowisko biotyczne, np. w szklarniach czy hydroponikach. W przypadku przekształcenia negatywnego (destrukcji) suma bioenergii malałaby i krzywa obniżałaby się poniżej trendu naturalnego. I w tym właśnie, wydaje się, można znaleźć sposób na obiektywne uporządkowanie terminologii. W chwili obecnej nie jest istotne ustalenie wartościowych przedziałów poszczególnych etapów, choć roboczo można przyjąć propozycje klas odkształcania. Chodzi bowiem o tendencje, a nie o charakterystykę konkretnych przekształcanych (niszczonych) środowisk.

Pierwszym, a zarazem najłagodniejszym objawem negatywnego oddziaływania na środowisko jest zatrzymanie wzrostu bioaktywności, tj. biomasy (bioenergii). Jej wysokość utrzymuje się na stałe jednakowym poziomie, tworząc na rys. 1 linię równoległą do osi czasu. W odniesieniu do metody względnej i rys. 2 można to wyrazić podobnie, przyjmując ewentualnie nieznaczny spadek, przypuszczalnie maksymalnie o 5% i odpowiednio 0,2 pkt. wskaźnika syntetycznego. Zjawisko to przypomina znane z fizjologii człowieka i zwierząt zmiany określane zmęczeniem. Stąd też adekwatny jest tu termin *deterioracja* i środowisko *zdeteriorowane* (lub *zmęczone*). Zaznaczyć trzeba, że w rolnictwie już od dłuższego czasu używa się w różnych językach pojęcia *zmęczenie gleb*.

Dalsza porcja zanieczyszczeń lub negatywnej ingerencji doprowadzić może do obniżenia sprawności środowiska, co wyraża się spadkiem bioaktywności powyżej umownych 5%, względnie osiągnięciem stopnia 2 przez wskaźnik syntetyczny. Poziom biomasy (bioenergii) jest coraz niższy, co na rys. 1 oddaje krzywa nachylona od trendu normalnego do osi czasu (x). Może ona oczywiście osiągać różne nachylenie w zależności od okoliczności, a także różny kształt. Ponieważ nie zachodzi ani chwilowe, ani stałe (przypadek raczej teoretyczny) zatrzymanie bioaktywności, lecz stały jego spadek, bardzo dobrze nadaje się tutaj termin *degradacja* i środowisko *zdegradowane*. Bioenergia osiąga tu 95—60% swego wyjściowego poziomu (na krzywej trendu normalnego).

Kontynuowanie degradacji albo podjęcie jednorazowych działań typu katastroficznego dla środowiska, jak np. rozpoczęcie eksploatacji kopalni, wykopy budowlane, tworzenie wysypiska odpadów, doprowadza do całkowitego lub niemal całkowitego zlikwidowania biocenozy, w której utrzymują się jedynie organizmy niższe. Biomasa spada do 60—25% (najczęściej jednak poniżej 50%) wyjściowego poziomu, zaś wskaźnik syntetyczny osiąga klasę 3. Na rys. 1 krzywa zbliża się poważnie lub osiąga oś x. Można powiedzieć, że nastąpiło zniszczenie środowiska, czyli jego dewastacja. Środowisko zde-wastowane reprezentują bardzo często przesycone niejako zakładami produkcyjnymi ośrodki miejskie i przemysłowe.

W przypadku całkowitego zlikwidowania bioaktywności, a więc gdy środowisko stało się abiotyczne, należy mówić o wręcz jego unicestwieniu, czyli anihilacji i środowisku unicestwionym — zanihilowanym. Bioaktywność sięga poniżej 25% wartości wyjściowej, czyli klasę 4, co praktycznie równa się zeru. Na rys. 1 są to miejsca położone na osi x. Przypadki takie mogą mieć miejsce na obszarach wybuchów jądrowych czy też całkowicie zabudowanych lub zajętych przez odpady toksyczne, np. różne wylewiska i wysypiska.

Od kilkudziesięciu lat człowiek reaguje coraz częściej na przypadki destrukcji środowiska, czyli podejmuje działania w zakresie jego naprawy — rehabilitacji. Są one zróżnicowane i uzależnione oczywiście od osiągniętego etapu destrukcji. Stosunkowo najjaśniejsza sytuacja terminologiczna panuje w odniesieniu do ostatniego, krańcowego etapu niszczenia. Dość jednoznacznie przyjął się tu termin *rekuitywacja*, który na gruncie języka łacińskiego oznacza ponowne zagospodarowanie. Tak też jest rozumiany i w innych językach. Uwzględniając jednak już dotychczasową praktykę terminologiczną na gruncie języka angielskiego, należy też za równorzędny (w tym języku) przyjąć termin *reclamation*, uważając go za synonim rekuitywacji w innych językach.

Dzięki coraz większym możliwościom technicznym i biologicznym człowiek jest także w stanie rozbudzić i rozwinąć procesy biotyczne nawet na całkowicie wyjałowionych z życia obszarach, a więc unicestwionych. Podobnie jak w poprzednim przypadku, nie oznacza to powrotu do stanu poprzedniego, lecz jedynie wzbudzenie bioaktywności ponownie powyżej poziomu zerowego (osi x). Zabiegi te można określić terminem *rekreacja*, a więc ponownego stworzenia. Jak dotąd, pojęcie to w języku polskim funkcjonuje w wąskim tylko znaczeniu — wypoczynek człowieka. W innych językach rekreacja posiada zakres szerszy. Działanie w tym środowisku prowadzi do odtworzenia bioaktywności, czyli ukształtowania środowiska *zrekreowanego*.

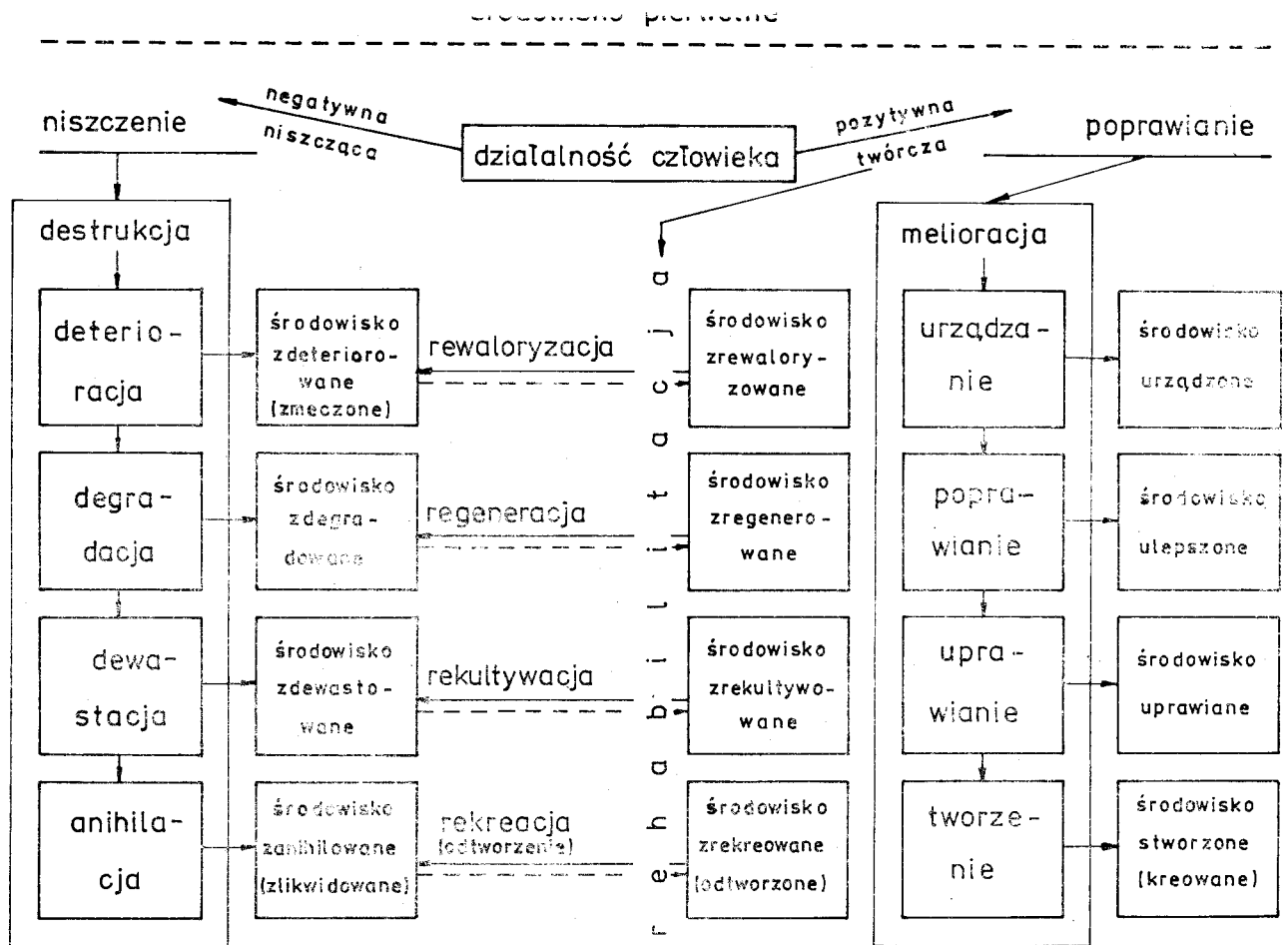
Jeżeli uda się zastosować zabiegi odwracające proces degradacji, to bioaktywność znów rośnie. Jej poziom stopniowo podnosi się do krzywej trendu naturalnego, a niekiedy i powyżej niej. Jest to zjawisko odwrotne do niszczenia, dzięki któremu środowisko niejako odżywa, odzyskując swoją aktywność (sprawność). Adekwatny tu staje się termin *regeneracja*, trafnie oddający istotę procesu.

Wreszcie w przypadku *deterioracji* zabiegi mające na celu niejako odblokowanie bioaktywności, usunięcie sztucznych hamulców w postaci np. ekotoksyn, można określić terminem *rewaloryzacji*, czyli nadania właściwej wartości, właściwych cech użytkowych. Pojęcie to zdobywa obecnie coraz szersze zastosowanie i w tym miejscu również spełnia swoje semantyczne zadanie. Jako efekt końcowy takich zabiegów otrzymuje się środowisko *zrewaloryzowane*. Tak jak w przypadku procesów niszczących zastosowano ogólną ich nazwę *destrukcja*, tak

w przypadku procesów pozytywnych, odtwarzających lub przywracających bioaktywność środowisku, można zaproponować termin rehabilitacja. Oznacza on przywracanie sprawności, a o to przecież chodzi w przedstawionych zakresach pojęciowych. Schematyczne powiązania między poszczególnymi tak określonymi etapami przekształcania środowiska i proponowanymi terminami przedstawia rys. 3.

Wydaje się, że przedstawiona propozycja zapewnia konsekwentny ład terminologiczny w

oparciu o analizę semantyczną poszczególnych pojęć i ilościową charakterystykę przemian (zwłaszcza negatywnych) środowiska przyrodniczego. Do jej opracowania wykorzystano terminologię stosowaną w krajach o wysokim poziomie nauk sozologicznych, także poprzez nieoficjalną dyskusję. Wskazane jest aby w tym zakresie nastąpiła unifikacja pojęć i określeń i to we wszystkich dyscyplinach naukowych współpracujących w zagadnieniach ochrony środowiska.



Rys. 3 Rodzaje i kierunki oddziaływania człowieka na środowisko

#### LITERATURA

1. S. H. BEAVER: The reclamation of industrial westland for agricultural and other purposes. Warszawa 1961.
2. P. BIENKOWSKI et al.: Badanie antropogenicznego odkształcenia środowiska przyrodniczego metodą wskaźnika syntetycznego. Człowiek i Środowisko, 1983, 7, 3-4, s. 399-416.
3. Coal age: Operating handbook of coal surface mining and reclamation. Ed. N.P. Chironis. New York: McGraw Hill 1978.
4. Fachwörterbuch Wiedernutzbarmachung. Akademie Landwirtschaft der DDR, 1978.
5. K. R. MAZURSKI: Uwagi terminologiczne o przekształcaniu gruntów. Ochr. Terenów Gór. 1976, 10 (37) s. 43-45.
6. M. McNAY: Surface mine reclamation, Moraine State Park, Pennsylvania, US Bureau of Mines 1970.
7. E. A. MITSCHERLICH: Bodenkunde. Berlin 1951.
8. J. R. OXENHAM: Reclaiming derelict land. Faber and Faber Ltd., London 1966.
9. G. SEIDELBACH: Rekultivierung — eine wichtige volkswirtschaftliche Aufgabe der Braunkohlenindustrie. Bergbautechnik 1960, A, 3.
10. J. SIUTA: Ukształtowanie przyrodniczych warunków rolnictwa w Polsce. SITR Rzeszów, 1974.
11. B. WOHLRAB: Rekultivierung. Begriff und Abgrenzung ihres Aufgabenrahmens. Forschung u. Beratung 1972 C, 22.

#### K. R. Mazurski

##### STAGES OF ENVIRONMENTAL TRANSFORMATIONS

Rapid developments in environmental pollution control, preservation of nature and related domains have brought about a mismatch in specialized terminology. An account of specialized terms which are in use now to denote negative and positive transformations in the natural environment, is given, and a new approach

is proposed. In this approach it has been assumed that environmental transformations develop in stages and may be quantified as the biomass level or bio-energy level in the environment. All of the terms that are used to describe the environmental processes and the state of the environment at each stage of transformation are presented in the form of a schematic diagram which indicates the directions and effects of environmental impact.