

POLSKA
AKADEMIA
NAUK

PL ISSN 0012-5032

INSTYTUT GEOGRAFII
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

STANISŁAW CHMIELEWSKI

ZMIANY
ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO
W STREFIE ODDZIAŁYWANIA
WIELKIEGO MIASTA



ROK 1980

ZESZYT 1

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

**WYKAZ ZESZYTÓW
PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ
za ostatnie lata**

1973

- 1 Geografia rolnictwa. Problematyka i kierunki badań, s. 200 + nłb., zł 30,—
- 2 Problemy urbanizacji w krajach Trzeciego Świata, s. 174, zł 27,—
- 3-4 Kartograficzna metoda badań w geografii, s. 166 + nłb., zł 30,—

1974

- 1-2 Przestrzeń krajów Trzeciego Świata. Problemy metodologiczne, s. 212, zł 48,—
- 3-4 Zasoby, człowiek i środowisko, s. 93, zł 24,—

1975

- 1-2 Przestrzenna dyfuzja innowacji, s. 202, zł 48,—
- 3-4 Matematyczne modelowanie środowiska, s. 131, zł 48,—

1976

- 1 Modele w geografii fizycznej, s. 151, zł 24,—
- 2 Modele dyfuzji i łańcuchy Markowa w analizie przestrzennej, s. 124, zł 24,—
- 3-4 Metody matematyczne w badaniach struktury przestrzennej rolnictwa, s. 151, zł 48,—

1977

- 1 Zdjęcia i obrazy satelitarne w badaniach środowiska geograficznego, s. 147, zł 24,—
- 2 Przestrzenne modele symulacyjne, s. 153, zł 24,—
- 3 Integracja systemu planowania oraz rozwój miast w Europie Zachodniej, s. 128, zł 24,—
- 4 Badanie i zbieranie map. Przegląd historyczny, s. 78, zł 24,—

1978

- 1 Ekologia krajobrazu, s. 123, zł 24,—
- 2 Geografia zachowań ekonomicznych, s. 95, zł 24,—
- 3-4 Teoria biegunów wzrostu, s. 254, zł 48,—

1979

- 1 Metodyka nauczania geografii s. 165, zł 24,—
- 2 Metody sformalizowane w badaniach geokompleksów s. 107, zł 24,—
- 3 Wybrane podstawy filozoficzne geografii współczesnej s. 177, zł 24,—
- 4 Geografia jako nauka s. 144, zł 24,—

**ZMIANY ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO
W STREFIE ODDZIAŁYWANIA
WIELKIEGO MIASTA**

**NA PRZYKŁADZIE PÓŁNOCNO - WSCHODNIEJ CZĘŚCI
WARSZAWSKIEGO ZESPOŁU MIEJSKIEGO**

POLISH ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND SPATIAL ORGANIZATION

STANISŁAW CHMIELEWSKI

CHANGES
IN GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT
WITHIN A RANGE OF INFLUENCE
OF A BIG CITY

A CASE STUDY OF THE NORTH - EASTERN PART
OF THE WARSAW URBAN AGGLOMERATION



YEAR 1980

FASC. 1

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

<http://rcin.org.pl>

POLSKA
AKADEMIA
NAUK

INSTYTUT GEOGRAFII
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

STANISŁAW CHMIELEWSKI

ZMIANY
ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO
W STREFIE ODDZIAŁYWANIA
WIELKIEGO MIASTA

NA PRZYKŁADZIE PÓŁNOCNO - WSCHODNIEJ CZĘŚCI
WARSZAWSKIEGO ZESPOŁU MIEJSKIEGO



ROK 1980

ZESZYT 1

WROCLAW • WARSZAWA • KRAKÓW • GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

<http://rcin.org.pl>

KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor Naczelny: Jerzy Grzeszczak

Sekretarz Redakcji: Zuzanna Siemek

Członkowie Redakcji: Maria Ciechocińska, Kazimierz Klimek,
Wanda Spryszyńska, Władysława Stola, Andrzej Żeromski

Adres Redakcji:

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
Polskiej Akademii Nauk
ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

Redaktor Wydawnictwa: Hanna Jurek

Redaktor techniczny: Adam Przylibski

Printed in Poland

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1980.
Nakład: 400 egz. Objętość: ark. wyd. 8,60, ark. druk. 5,25+4 wkł.,
ark. A₁-7. Papier druk. sat. kl. IV, 70 g. 70×100. Oddano do skła-
dania 22 X 1979. Podpisano do druku 3 III 1980. Druk ukończono
w marcu 1980. Wrocławska Drukarnia Naukowa. Zam. 1108/79. B-13.

Cena zł 24.—

<http://rcin.org.pl>

SPIS TREŚCI

Przedmowa	7
Wstęp	9
Metoda pracy	10
Konstrukcja macierzy	10
Gromadzenie danych i kartowanie terenowe	28
Ocena przekształceń środowiska przyrodniczego	30
Oddziaływanie czynników antropogenicznych na środowisko przyrodnicze	34
Oddziaływanie na atmosferę	35
Oddziaływanie na litosferę	36
Oddziaływanie na hydrosferę	36
Oddziaływanie na pedosferę	37
Oddziaływanie na biosferę	39
Główne rodzaje antropopresji	41
Oddziaływanie zabudowy miejskiej na środowisko przyrodnicze	41
Oddziaływanie zabudowy przemysłowej na środowisko przyrodnicze	47
Oddziaływanie zabudowy wiejskiej na środowisko przyrodnicze	48
Oddziaływanie urządzeń gospodarki wodnej na środowisko przyrodnicze	48
Oddziaływanie urządzeń komunikacyjnych na środowisko przyrodnicze	49
Oddziaływanie przeobrażeń powierzchni ziemi na środowisko przyrodnicze	50
Oddziaływanie miejskich terenów rekreacyjnych na środowisko przyrodnicze	51
Oddziaływanie składowisk odpadów na środowisko przyrodnicze	52
Oddziaływanie gospodarki rolnej na środowisko przyrodnicze	53
Oddziaływanie gospodarki leśnej na środowisko przyrodnicze	54
Przestrzenne zróżnicowanie oddziaływania antropogenicznego w północno-wschodniej części warszawskiego zespołu miejskiego	56
Sposób ujęcia	56
Rozmiary skutków antropopresji	57
Rozmieszczenie wskaźników antropopresji	60
Podsumowanie	68
Literatura	72
Changes in geographical environment within a range of influence of a big city. A case study of the north-eastern part of the Warsaw urban agglomeration	74
Изменение географической среды в зоне влияния крупного города (на примере северо-восточной части варшавского городского комплекса)	79

PRZEDMOWA

Miasto jest układem strukturalno-przestrzennym, który z wielokrotnia dobre i złe strony działalności ludzkiej dążącej do podporządkowania własnym potrzebom zasobów i walorów środowiska przyrodniczego. Efektem presji urbanizacyjnej na przyrodę jest zmiana mechanizmów funkcjonowania jej biotycznych i abiotycznych komponentów, w wyniku czego wytwarzają się nowe, specyficzne miejsko-podmiejskie formy współżycia człowieka z przyrodą, różne zarówno od tych, jakie charakteryzują obszary wiejskie, jak i typowe obszary przemysłowe.

Miasto, wraz z jego otuliną, stanowi interesujący obiekt studiów geograficznych. Dotychczasowe badania geografii miast koncentrowały się głównie wokół zagadnień społeczno-ekonomicznych i urbanistycznych, w których to uzyskano ogromny postęp teoretyczno-poznawczy, metodyczny oraz praktyczny. Natomiast interrelacje między przyrodą a miastem były badane w sposób wycinkowy i bardzo nierównomierny. Zajmowano się przede wszystkim określeniem cech środowiska przyrodniczego z punktu widzenia ich przydatności pod zabudowę oraz wpływem wybranych elementów klimatu na warunki życia i pracy mieszkańców miast. Natomiast kompleks zagadnień związanych z całościowo ujmowanym współoddziaływaniem miasta i przyrody nie był w zasadzie szczegółowo badany. Złożyło się na to wiele przyczyn. Najważniejsza — być może — ograniczająca dotychczasowe badania relacji przyroda—miasto wiąże się z ogromnym skomplikowaniem zjawisk, wynikającym zarówno ze złożoności samego układu miejskiego, jak i przyrody. Uchwycenie tych tak zróżnicowanych zjawisk wymagało zastosowania odmiennych ujęć i technik badawczych, nie stosowanych dotychczas w badaniach geograficznych. Stało się to możliwe dopiero po zaakceptowaniu przez geografów zasad i metod wynikających z ogólnej teorii systemów. Jednakże w nielicznych tylko przypadkach, i to w skali światowej, podejście systemowe było przyjmowane jako podstawowa dyrektywa badawcza, a nie jedynie jako błyskotliwe nieraz uogólnienia.

Do tych nielicznych należy praca S. Chmielewskiego pt. „Zmiany środowiska geograficznego w strefie oddziaływania wielkiego miasta (na przykładzie północno-wschodniej części warszawskiego zespołu miejskiego)”.

Autorowi — w wyniku żmudnych badań terenowych, jak też poprzez analizę literatury — z tej dziedziny udało się przedstawić nie tylko „zdjęcie” skutków interakcji człowiek—środowisko na badanym przez niego obszarze, lecz — co wydaje się istotniejsze — zbudować logiczny model powiązań i zależności między miastem i przyrodą, jak też między poszczególnymi komponentami tych układów.

Model typu aksjologicznego ma charakter jakościowy. Jest to w pełni zrozumiałe, gdyż wielu zmiennych nie można było przedstawić w postaci konkretnych wartości liczbowych. Pozornie subiektywne oceny zostały jednak zobiektywizowane za pomocą odpowiednich przeliczeń, uwzględniających prawa wielkich liczb.

W rezultacie sumaryczna ocena znaczenia poszczególnych komponentów i interakcji uzyskała znamię maksymalnie możliwej obiektywności.

Walorem naukowym prezentowanej pracy jest pogłębienie i zobiektywizowanie wiedzy o wzajemnych zależnościach między dynamicznie rozwijającym się miastem a środowiskiem przyrodniczym, walorem praktycznym zaś — stworzenie przesłanek pozwalających oceniać zasięg i natężenie przekształceń środowiska pod wpływem presji urbanizacyjnej. Praca ma charakter pionierski, a tym samym i dyskusyjny, zwłaszcza odnośnie do szeregu sformułowań i uogólnień. Sądzę, że to właśnie stanowi dodatkowy walor pracy, gdyż jedynie poprzez twórczą dyskusję można osiągnąć dalszy postęp w badaniach nad interakcją miasta i środowiska przyrodniczego.

Andrzej Samuel Kostrowicki

WSTĘP

Praca ma charakter głównie metodyczny. Prezentuje ona jakościową metodę badania stopnia przekształceń środowiska naturalnego w strefie oddziaływania wielkiego miasta.

Zakres badań obejmował trzy główne cele:

1. Opracowanie metody badania wpływu działalności gospodarczej na środowisko przyrodnicze.
2. Weryfikację przyjętej metody poprzez dostosowanie jej do sytuacji panującej na określonym obszarze.
3. Zastosowanie zweryfikowanej już metody w dalszych badaniach i analiza uzyskanych wyników.

Teren badań, o łącznej powierzchni 64 525 ha, objął północno-wschodnią część warszawskiego zespołu miejskiego wraz z obszarami przyległymi.

Na wybranym terenie występuje kilka zróżnicowanych pod względem rozmiarów antropopresji zespołów przestrzennych — od silnie przekształconego centrum Pragi ze zwartą wysoką zabudową mieszkalną i przemysłową, terenami rekreacyjnymi i urządzeniami komunikacyjnymi, przez strefę podmiejską z licznymi składowiskami, urządzeniami intensywnego rolnictwa i hodowli oraz pojedynczymi zakładami przemysłowymi, do małych miast podwarszawskich, jak np. Radzymin czy Wołomin, otoczonych krajobrazem rolniczym.

Należy podkreślić, że na badanym obszarze procesy urbanizacji i industrializacji poczyniły w okresie powojennym znaczne postępy. Powstały rozległe nowoczesne dzielnice mieszkalne i przemysłowe oraz liczne nowe trasy komunikacyjne. Natomiast w większych kompleksach leśnych badanego terenu stopień przekształceń antropogenicznych jest znikomy, a krajobraz zbliżony do naturalnego.

Jak wynika z powyższego, na wybranym terenie występuje bogactwo typów przekształceń antropogenicznych. Wzajemne oddziaływanie tych układów stwarza szereg możliwości powiązania ustaleń teoretycznych z obiektywnie istniejącą rzeczywistością. W wyniku nieustannej antropopresji następują zmiany dotyczące zarówno wielkości obszaru zajmowanego przez poszczególne formy krajobrazu, jak i stopnia ich przekształcenia. Stwarza to możliwość ustalenia prawidłowości i kierunku tych zmian oraz zbadania zachodzących pomiędzy nimi związków.

METODA PRACY

KONSTRUKCJA MACIERZY

Pierwszym etapem pracy było skonstruowanie macierzy ujmującej całokształt antropopresji wywieranej na środowisko przyrodnicze. Powstała w ten sposób macierz „wzorcową”, która zawierała wszystkie formy oddziaływań antropogenicznych zarówno występujących na badanym terenie, jak i nie występujących na nim.

Wyróżniono 11 podstawowych rodzajów oddziaływań antropogenicznych łączących 141 elementów:

1. Zabudowa przemysłowa zadymiająca	— 18 elementów
2. Zabudowa przemysłowa zapyłająca	— 18 „
3. Zabudowa miejska mieszkalna	— 11 „
4. Zabudowa wiejska	— 18 „
5. Składowiska odpadów	— 12 „
6. Urządzenia gospodarki wodnej	— 16 „
7. Urządzenia komunikacyjne	— 15 „
8. Przeobrażenia powierzchni ziemi	— 10 „
9. Przeobrażenia pod wpływem gospodarki rolnej	— 9 „
10. Przeobrażenia pod wpływem gospodarki leśnej	— 5 „
11. Tereny zieleni miejskiej	— 9 „

Dostosowując macierz „wzorcową” do zakresu pracy, zredukowano poważnie liczbę elementów i grup. W wyniku redukcji zmniejszono liczbę grup z 11 do 8, a elementów ze 141 do 80 (ryc. 1):

1. Zabudowa i jej rodzaje	— 31 elementów
2. Składowiska odpadów	— 3 „
3. Urządzenia gospodarki wodnej	— 8 „
4. Urządzenia komunikacyjne	— 10 „
5. Przeobrażenia powierzchni ziemi	— 8 „
6. Przeobrażenia pod wpływem gospodarki rolnej	— 9 „
7. Przeobrażenia pod wpływem gospodarki leśnej	— 5 „
8. Tereny rekreacyjne w miastach	— 6 „

We wstępnej fazie pracy również „biorca” oddziaływań antropogenicznych, czyli środowisko przyrodnicze zostało potraktowane szeroko. Pięć głównych podsystemów środowiska obejmowało początkowo łącznie 474 elementy, a po korelacji z wymaganiami prowadzonych badań liczbę ich zredukowano do 230.

	Liczba elementów	
	początkowa	po redukcji
Atmosfera	54	35
Litosfera	125	31
Hydrosfera	135	79
Pedosfera	95	53
Biosfera	65	32
Razem	474	230

Macierz przedstawiająca interakcję człowiek—środowisko (tab. 1) została skonstruowana na zasadzie bonitowanych oddziaływań jednostronnych.

Punktem wyjściowym, niejako reperem dla oceny stopnia przekształceń antropogenicznych, było hipotetyczne środowisko w ogóle nie naruszone przez człowieka, w którym sumaryczna wartość antropopresji równa się oczywiście zeru.

Tabela 1

Macierz bonitowanych oddziaływań jednostronnych

Elementy przyjmujące

Elementy oddziały- jące $j = 1, 2, 3, \dots, N_2$ $N_2 = 80$	$i = 1, 2, 3, \dots, N_1$				$N_1 = 230$
	1	2	3	...	
1	a_{11}	a_{21}	a_{31}	...	
2	a_{12}	a_{22}	a_{32}	...	
3	a_{13}	a_{23}	a_{33}	...	$a_{ij} = 0, 1, 2, 3, 4$
	⋮	⋮	⋮		

Po lewej stronie schematu umieszczono pionowo formy oddziaływań antropogenicznych. Przekształcając one elementy środowiska przyrodniczego, wymienione poziomo w górnej części schematu.

Przyjęto 5-stopniową skalę przekształceń:

- 0 — przekształca nieznacznie lub nie przekształca wcale,
- 1 — przekształca słabo,
- 2 — przekształca średnio,
- 3 — przekształca silnie,
- 4 — przekształca całkowicie.

W zastosowanej metodzie jakościowej oceny stopnia przekształceń poszczególnych elementów środowiska naturalnego stosunkowo najłatwiej jest określić stopień zniszczenia tych elementów, które są zmienione bardzo nieznacznie (wartość oceny 0) oraz tych elementów, które uległy całkowitej dewastacji (wartość oceny 4). Jest bowiem rzeczą oczywistą, że niektóre formy antropogeniczne w ogóle nie wpływają na dane elementy środowiska lub wywołany przez nie stopień deformacji jest tak znikomy, że można go pominąć. W takich przypadkach można uznać, iż wpływ danego elementu antropogenicznego na określone elementy środowiska był zerowy. Całkowite unicestwienie danego elementu środowiska naturalnego jest również

	ATMOSFERA																			LITOSFERA																			HYDROSFERA																			PEDOSFERA																			BIOSFERA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	CHEMIZM																			FUNKCJONOWANIE																			STRUKTURA																			STAN CHEMICZNY																			STAN FIZYCZNY																			FUNKCJONOWANIE																			CHEMIZM GLEBY																			FIZYKA GLEBY																			CECHY FIZYCZNE STRUKTURY																			CHEMIZM																			FUNKCJONOWANIE																			CECHY TYPOLOGICZNE EKOSYSTEMY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
STRUKTURA FIZYCZNA POWIETRZA																			SWIATLO																			CECHY CHEMICZNE																			STRUKTURA FIZYCZNA																			WODY POWIERZCHNIOWE																			WODY GRUNTOWE																			WODY POWIERZCHNIOWE																			WODY GRUNTOWE																			WODNY STAN FIZYCZNY																			WODNY STAN CHEMICZNY																			WODNY STAN FIZYCZNY																			WODNY STAN FUNKCJONOWANIA																			SCIAŁ CHEMICZNY																			SKŁAD GLEBY																			TEMPIERATURA GLEBY																			CIŚNIENIE																			ROZMIESZCZENIE																			WŁAŚCIWOŚCI																			ARTYMNOCĆ																			CECHY SYNTETYCZNE																			ZDOLNOŚĆ																			ZDOLNOŚĆ																			RODZAJE PROCESÓW																			CECHY FIZYCZNE																			CECHY CHEMIZMU																			CECHY FUNKCJONOWANIA																			CECHY TYPOLOGICZNE																			EKOSYSTEMY																																																																																																																																																																																																																																																																																														
PRZEKSZTAŁCA NIEZNACZNIE LUB NIE PRZEKSZTAŁCA WCAŁE																			SKŁADNIK STALE																			CIŚNIENIE																			WODY OTWARTE																			ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW																			ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW																			ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW																			ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW																			WODNY STAN FIZYCZNY																			WODNY STAN CHEMICZNY																			WODNY STAN FIZYCZNY																			WODNY STAN FUNKCJONOWANIA																			SCIAŁ CHEMICZNY																			SKŁAD GLEBY																			TEMPIERATURA GLEBY																			CIŚNIENIE																			ROZMIESZCZENIE																			WŁAŚCIWOŚCI																			ARTYMNOCĆ																			CECHY SYNTETYCZNE																			ZDOLNOŚĆ																			ZDOLNOŚĆ																			RODZAJE PROCESÓW																			CECHY FIZYCZNE																			CECHY CHEMIZMU																			CECHY FUNKCJONOWANIA																			CECHY TYPOLOGICZNE																			EKOSYSTEMY																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800

Ryc. 1. Macierz przedstawiająca interakcję człowiek-środowisko Man-environment interactionmatrix

stosunkowo łatwe do określenia. Natomiast rangi pośrednie o wartościach 1, 2, 3 siłą rzeczy są najbardziej dyskusyjne.

Przedmiotem oceny jest N obiektów uwidoczniionych w macierzy. Każdemu n -temu ($n = 1, 2, \dots, N$) elementowi tego zbioru N obiektów przyporządkowujemy ocenę a_n , przy czym

$$a_{ij} = a_n = 0, 1, 2, 3, 4, \quad n = 1, 2, 3, \dots, N; N \leq N_1 N_2 \quad (1)$$

Wyrażenie

$$\beta_N = \frac{\sum_{n=1}^N a_n}{4N} \cdot 100 = \frac{25\%}{N} \sum_{n=1}^N a_n \quad (2)$$

daje ocenę procentową stopnia dewastacji fragmentu środowiska naturalnego (lub jego całości), które zostało podzielone na N_1 składników. Wyrażenie β jest więc funkcją N zmiennych a_n , co zapisać można symbolicznie w postaci wzoru

$$\beta_N = \beta_N(a_1, a_2, \dots, a_N). \quad (3)$$

Błąd bezwzględny, popełniony podczas wyznaczania β_N , wynika z błędów bezwzględnych Δa_n popełnianych przy określaniu wartości poszczególnych a_n , $n = 1, 2, \dots, N$, przy czym można przyjąć, że

$$-1 \leq \Delta a_n \leq +1, \quad n = 1, 2, \dots, N. \quad (4)$$

Wobec tego sumaryczny maksymalny błąd bezwzględny popełniany przy wyznaczaniu wartości wyrażenia β_N przedstawionego wzorem (3) wyraża się następująco:

$$\Delta \beta_N = \pm \sum_{n=1}^N \left(\frac{\partial \beta_N}{\partial a_n} \cdot |\Delta a_n| \right). \quad (5)$$

Ponieważ zgodnie z (2) oraz z (4)

$$\frac{\partial \beta_N}{\partial a_n} = \frac{25\%}{N}, \quad n = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

oraz

$$|\Delta a_n| = 1, \quad (7)$$

zatem

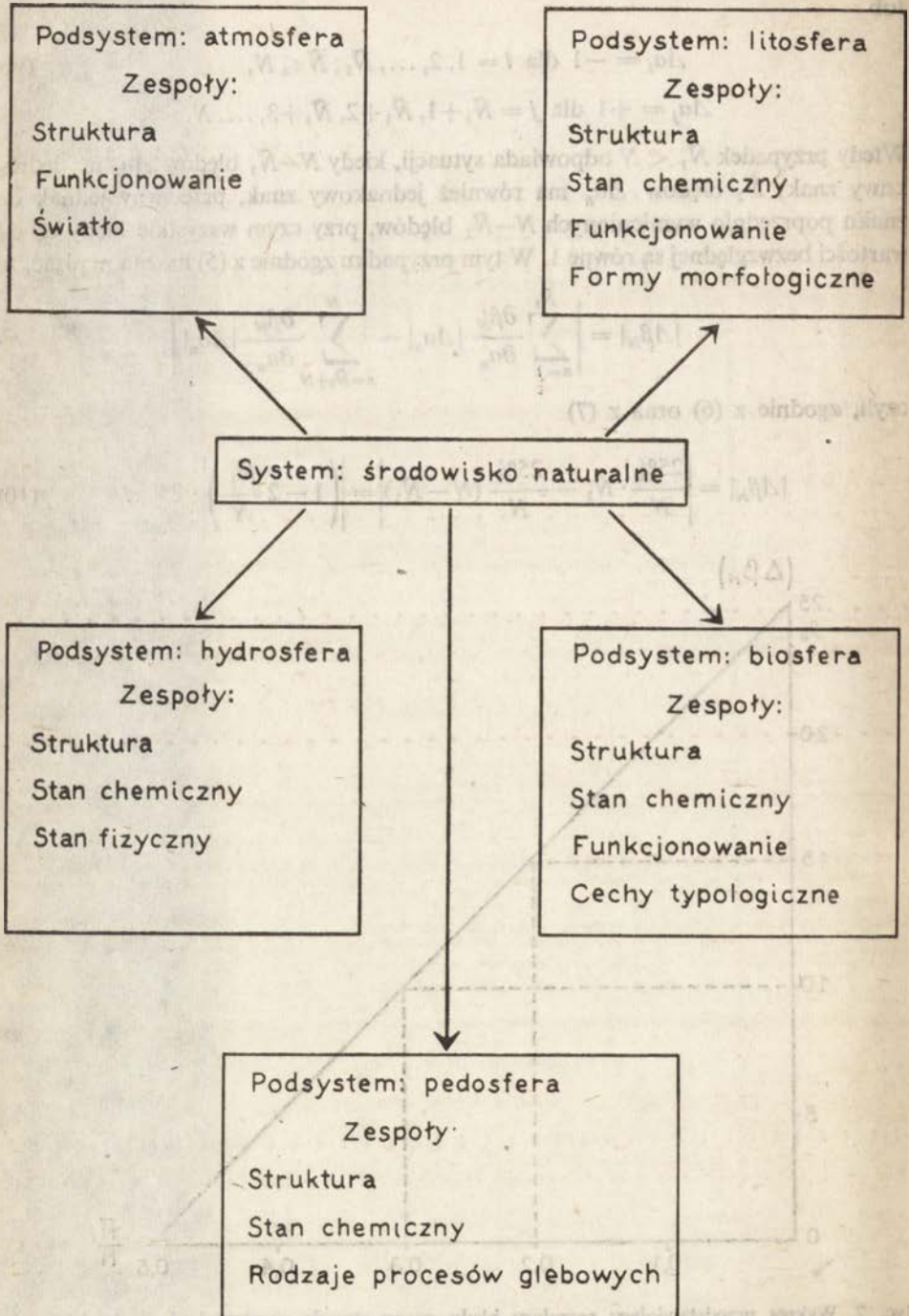
$$\Delta \beta_N = \pm 25\%. \quad (8)$$

Wartość błędu (8) została wyliczona przy założeniu, iż osoba oceniająca popełnia zawsze przy ocenie każdego elementu maksymalny błąd bezwzględny $+1$, albo -1 . Jest to mało prawdopodobne, zwłaszcza gdy N jest dość dużą liczbą, oznaczałoby to bowiem, że osoba oceniająca jest w jednakowym stopniu uwrażliwiona na wszystkie elementy środowiska.

Można łatwo przeanalizować, jak zmienia się wartość błędu $\Delta \beta_N$ w miarę wzrostu liczby błędów Δa_n różniących się znakami.

Jeżeli przez $\{\bar{N}_1, N - \bar{N}_1\}$ oznaczymy zdarzenie polegające na tym, że jednocześnie

Podział środowiska naturalnego



Na wykresie (ryc. 2) przedstawiono $|\Delta\beta_N|$ w funkcji $\frac{\bar{N}_1}{N}$.

Na przykład gdy $\frac{\bar{N}_1}{N} = 0,3$, to $\Delta\beta_N$ wynosi tylko 10%. Ponieważ jest mało prawdopodobne, aby osoba bonitująca zawsze popełniała ten sam błąd, oceniając albo z nadmiarem ($\Delta\alpha_n = +1$), albo z niedomiarem ($\Delta\alpha_n = -1$), zatem wydaje się, że przyjęcie szacunkowe błędu oceny $\Delta\beta_N = \pm 15\%$ jest rozsądne.

Wynika z tego celowość dokonywania oceny wartości α_n przez zespół, np. 10 ludzi odpowiednio przygotowanych. Można by wtedy wykazać na podstawie rozważań statystycznych dalsze znaczne zmniejszenie się błędu $\Delta\beta_N$ wynikające stąd, że różne osoby popełniają różne błędy (z nadmiarem i z niedomiarem) przy określaniu wartości $\alpha_n (n = 1, 2, \dots, N)$.

PODZIAŁ ŚRODOWISKA NATURALNEGO

W obrębie systemu przyrodniczego (biocy oddziaływań) wydzielono 5 głównych podsystemów, są to: atmosfera, litosfera, hydrosfera, pedosfera i biosfera.

W skład każdego podsystemu wchodzi zespół cech, hierarchicznie pogrupowanych elementów podstawowych. Te właśnie elementy były podstawowymi obiektami analizy natężenia i wpływu oddziaływań antropogenicznych.

Przyjęty podział środowiska naturalnego przedstawia tabela 2.

W przedstawionym systemie środowiska naturalnego starano się uwzględnić większość jego elementów, które ulegać mogą przekształceniom w wyniku działalności gospodarczej człowieka na przyjętym przez autora obszarze badań (tab. 3).

Tabela 3

Pełny wykaz analizowanych elementów środowiska

I. Atmosfera

Numer ogólny	Numer działowy	Nr klasyfikacji dziesiętnej	Cechy
1	2	3	4
		1.1.	Struktura fizyczna atmosfery
1	1	1.1.1.	ciężar mas powietrza
2	2	1.1.2.	gęstość mas powietrza
3	3	1.1.3.	wilgotność mas powietrza
		1.2.	chemizm atmosfery
		1.2.1.	składniki stałe atmosfery — zawartość
4	4	1.2.1.1.	tlenu
5	5	1.2.1.2.	ozonu
6	6	1.2.1.3.	azotu
7	7	1.2.1.4.	dwutlenku węgla
		1.2.2.	domieszki atmosferyczne — zawartość:
8	8	1.2.2.1.	dwusiarczku węgla
9	9	1.2.2.2.	siarkowodoru
10	10	1.2.2.3.	dwutlenku siarki

c.d. — tab. 3

1	2	3	4
11	11	1.2.2.4.	tlenku węgla
		1.2.3.	zawartość zanieczyszczeń:
12	12	1.2.3.1.	aerozoli
13	13	1.2.3.2.	substancji ciężkich (pyły)
14	14	1.2.3.3.	substancji organicznej (mikroorganizmy)
15	15	1.2.3.4.	substancji rozpadu radioaktywnego
		1.3.	światło.
16	16	1.3.1.	dopływ światła widzianego
17	17	1.3.2.	dopływ światła nadfioletowego
18	18	1.3.3.	dopływ światła podczerwonego
		1.4.	Funkcjonowanie atmosfery
		1.4.1.	ciśnienie baryczne
		1.4.1.1.	wiatr:
19	19	1.4.1.1.1.	prędkość
20	20	1.4.1.1.2.	porowistość
		1.4.1.2.	przemieszczenie pionowe mas powietrza
21	21	1.4.1.2.1.	turbulencja
22	22	1.4.1.2.2.	inwersja
		1.4.2.	Kondensacja pary wodnej:
23	23	1.4.2.1.	mgły
24	24	1.4.2.2.	zachmurzenie
25	25	1.4.2.3.	opady
26	26	1.4.2.4.	burze
		1.4.3.	Temperatura:
27	27	1.4.3.1.	zmiany temperatury
28	28	1.4.3.2.	czas trwania insolacji powierzchni
29	29	1.4.3.3.	albado powierzchni
30	30	1.4.4.	Parowanie z powierzchni czynnej:
		1.4.5.	Cechy syntetyczne — klimat:
31	31	1.4.5.1.	topoklimat
32	32	1.4.5.2.	okres bezprzymrozkowy
33	33	1.4.5.3.	średnia temperatura roku
34	34	1.4.5.4.	ilość godzin nasłonecznienia
35	35	1.4.5.5.	ilość opadów

2. Litosfera

1	2	3	4
		2.1.	Funkcjonowanie litosfery:
36	1	2.1.1.	denudacja
		2.1.2.	akumulacja:
37	2	2.1.2.1.	wodna
38	3	2.1.2.2.	eoliczna
39	4	2.1.2.3.	grawitacyjna
		2.1.3.	przemieszczenia gruntu:
40	5	2.1.3.1.	wodne
41	6	2.1.3.2.	eoliczne
42	7	2.1.3.3.	grawitacyjne

1	2	3	4
		2.2.	Cechy chemiczne litosfery:
		2.2.1.	zawartość pierwiastków atmofilnych
43	8	2.2.1.1.	tlenu
44	9	2.2.1.2.	węgla
45	10	2.2.1.3.	azotu
		2.3.	Struktura fizyczna litosfery:
		2.3.1.	cechy mechaniczne:
46	11	2.3.1.1.	przepuszczalność
47	12	2.3.1.2.	porowatość
48	13	2.3.1.3.	elastyczność
		2.3.2.	cechy fizyczne:
49	14	2.3.2.1.	nasiąkliwość
50	15	2.3.2.2.	pojemność cieplna
		2.4.	Formy morfologiczne litosfery:
		2.4.1.	formy akumulacyjne rzeczne:
51	16	2.4.1.1.	tarasy akumulacyjne
52	17	2.4.1.2.	ostrogi
53	18	2.4.1.3.	stożki napływowe
54	19	2.4.1.4.	aluwia
		2.4.2.	formy erozyjne:
55	20	2.4.2.1.	brzeg narastający niski
56	21	2.4.2.2.	brzeg podcinany wysoki
57	22	2.4.2.3.	doliny rzeczne
58	23	2.4.2.4.	doliny suche odwadniane okresowo
59	24	2.4.2.5.	wąwozy
60	25	2.4.2.6.	stoki
61	26	2.4.2.7.	ostańce erozyjne
		2.4.3.	formy eoliczne:
62	27	2.4.3.1.	misy deflacyjne
63	28	2.4.3.2.	wydmuszyska
64	29	2.4.3.3.	ostańce deflacyjne
65	30	2.4.3.4.	wydmy ruchome
66	31	2.4.3.5.	wydmy ustalone

3.0 Hydrosfera

		3.1.	Struktura hydrosfery:
		3.1.1.	wody otwarte z przepływem
		3.1.1.1.	tworzące formy erozyjne:
67	1		cieki okresowe
68	2	3.1.1.2.	cieki stałe
		3.1.2.	wody otwarte nie tworzące form erozyjnych:
69	3	3.1.2.1.	jeziora zakolowe
		3.1.2.2.	jeziora wydmowe:
70	4	3.1.2.2.1.	jeziora stałe
71	5	3.1.2.2.2.	jeziora okresowe
		3.1.3.	podmokłości:
72	6	3.1.3.1.	stałe
73	7	3.1.3.2.	okresowe

1	2	3	4
74	8	3.1.4.	bagna
75	9	3.1.5.	trzęsawiska
76	10	3.1.6.	wymoki
		3.1.7.	źródła:
77	11	3.1.7.1.	warstwowe
78	12	3.1.7.2.	korytowe
79	13	3.1.7.3.	dolinne
		3.1.8.	wody podziemne:
80	14	3.1.8.1.	glebowe
		3.1.8.2.	gruntowe
81	15	3.1.8.2.1.	wody dolinne aluwialne
82	16	3.1.8.2.2.	wody wierzchówkowe
83	17	3.1.8.2.3.	wody gruntowe właściwe
		3.2.	Stan chemiczny hydrosfery:
		3.2.1.	wody powierzchniowe:
84	18	3.2.1.1.	pH.
85	19	3.2.1.2.	zawartość: związków organicznych
		3.2.1.3.	związków nieorganicznych
86	20	3.2.1.3.1.	chlorków
87	21	3.2.1.3.2.	siarki
88	22	3.2.1.3.3.	żelaza
89	23	3.2.1.3.4.	tlenu
90	24	3.2.1.3.5.	związków węgla (CO_2 i H_2CO_3)
91	25	3.2.1.3.6.	związków magnezu
92	26	3.2.1.3.7.	związków fosforu
93	27	3.2.1.3.8.	związków potasu
94	28	3.2.1.3.9.	związków azotu
		3.2.1.4.	Barwa:
95	29	3.2.1.4.1.	rzeczywista
96	30	3.2.1.4.2.	pozorna
97	31	3.2.1.5.	Przewodność właściwa
		3.2.2.	Wody gruntowe:
98	32	3.2.2.1.	odczyn roztworu (pH)
99	33	3.2.2.2.	zawartość związków organicznych
		3.2.2.3.	zawartość związków nieorganicznych
100	34	3.2.2.3.1.	chlorków
101	35	3.2.2.3.2.	siarki
102	36	3.2.2.3.3.	związków żelaza
103	37	3.2.2.3.4.	związków tlenu
104	38	3.2.2.3.5.	związków azotu
105	39	3.2.2.3.6.	związków magnezu
106	40	3.2.2.3.7.	związków fosforu
107	41	3.2.2.3.8.	związków potasu
		3.2.2.4.	barwa:
108	42	3.2.2.4.1.	rzeczywista
109	43	3.2.2.4.2.	pozorna
110	44	3.2.2.5.	przewodność właściwa
		3.3.	Stan fizyczny hydrosfery:
		3.3.1.	wody powierzchniowe:

1	2	3	4
111	45	3.3.1.1.	temperatura
112	46	3.3.1.2.	rozszerzalność
113	47	3.3.1.3.	gęstość
		3.3.1.4.	zawartość zawiesin:
114	48	3.3.1.4.1.	organicznych
115	49	3.3.1.4.1.	nieorganicznych
		3.3.1.5.	stan fizyczny wód powierzchniowych
116	50	3.3.1.5.1.	woda płynąca
		3.3.1.5.2.	woda zestalona
117	51	3.3.1.5.2.1.	śryż
118	52	3.3.1.5.2.2.	lód brzegowy
119	53	3.3.1.5.2.3.	powłoka lodowa
120	54	3.3.1.5.2.4.	kra lodowa
121	55	3.3.1.5.2.5.	zator lodowy
		3.3.2.	wody gruntowe:
122	56	3.3.2.1.	temperatura
123	57	3.3.2.2.	rozszerzalność
124	58	3.3.2.3.	gęstość
125	59	3.3.2.4.	zawartość zawiesin
		3.4.	Funkcje hydrosfery:
		3.4.1.	wahania stanu wody:
126	60	3.4.1.1.	nizówki
127	61	3.4.1.2.	wezbrania opadowe
128	62	3.4.1.3.	wezbrania wiosenno-roztopowe
129	63	3.4.1.4.	wezbrania zatorowo-lodowe
130	64	3.4.1.5.	wezbrania śryżowe
		3.4.2.	wody powierzchniowe:
131	65	3.4.2.1.	przepływ wód płynących linijnie
132	66	3.4.2.2.	spływ powierzchniowy
		3.4.3.	wody gruntowe:
133	67	3.4.3.1.	wsiąkanie
134	68	3.4.3.2.	filtracja
135	69	3.4.3.3.	retencja
136	70	3.4.3.4.	wahania stanu wód płynących
137	71	3.4.3.5.	wahania poziomu wód gruntowych
138	72	3.4.2.6.	gromadzenie materii roślinnej
		3.4.4.	Zdolność transportowa rzeki:
139	73	3.4.4.1.	materiał rozpuszczony w roztworze
140	74	3.4.4.2.	materiał organiczny
141	75	3.4.4.3.	materiał zawieszony
142	76	3.4.4.4.	materiał wleczony
		3.4.5.	Zdolność erozyjna:
143	77	3.4.5.1.	erozja wglębna
		3.4.5.2.	erozja boczna:
144	78	3.4.5.2.1.	podcinanie brzegu stromego
145	79	3.4.5.2.2.	akumulacja po stronie przeciwnej

4.0 Pedosfera

1	2	3	4
		4.1.	Chemizm pedosfery
146	1	4.1.1.	Odczyn roztworu (pH)
147	2	4.1.2.	Skład chemiczny:
148	3	4.4.1.2.1.	zawartość:
			tlenu
149	4	4.1.2.2.	tlenu węgla
150	5	4.1.2.3.	węglanów
151	6	4.1.2.4.	azotu
152	7	4.1.2.5.	fosforu
153	8	4.1.2.6.	potasu
154	9	4.1.2.7.	chloru
155	10	4.1.2.8.	glinu
156	11	4.1.2.9.	krzemu
157	12	4.1.3.	Istnienie mikroflory glebowej
158	13	4.1.4.	Formy próchnicy
		4.2.	Fizyka pedosfery
		4.2.1.	Skład pedosfery:
159	14	4.2.1.1.	zawartość próchnicy
160	15	4.2.1.2.	dyspersja
161	16	4.2.1.3.	rozmieszczenie
162	17	4.2.1.4.	zawartość składników spalwalnych
		4.2.2.	Termika pedosfery:
163	18	4.2.2.1.	pochłanianie energii promienistej
164	19	4.2.2.2.	wypromieniowywanie ciepła
165	20	4.2.2.3.	albedo
		4.2.3.	Przepuszczalność pedosfery:
166	21	4.2.3.1.	skład mechaniczny
167	22	4.2.3.2.	pojemność wodna
168	23	4.2.3.3.	aeracja
		4.2.4.	Rozmieszczenie wody w pedosferze
		4.2.4.1.	rodzaje wód glebowych:
169	24	4.2.4.1.1.	woda w postaci pary wodnej
170	25	4.2.4.1.2.	woda związana molekularnie z cząsteczkami glebowymi
171	26	4.2.4.1.3.	woda kapilarna
172	27	4.2.4.1.4.	woda gruntowa
173	28	4.2.4.1.5.	woda grawitacyjna
		4.2.4.2.	ruch wody w pedosferze:
174	29	4.2.4.2.1.	podsiąkanie błonkowe
175	30	4.2.4.2.2.	podsiąkanie kapilarne
176	31	4.2.4.2.3.	siła ssąca pedosfery
177	32	4.2.4.2.4.	prześlakliwość
178	33	4.2.4.2.5.	parowanie
		4.2.5.	właściwości fizyczne pedosfery:
179	34	4.2.5.1.	ciężar właściwy
180	35	4.2.5.2.	plastyczność
181	36	4.2.5.3.	lepkość
182	37	4.2.5.4.	pęcznienie

1	2	3	4
183	38	4.2.5.5.	kurczenie się
184	39	4.2.5.6.	barwa
		4.2.6.	aktywność biologiczna:
185	40	4.2.6.1.	mikrofauna
186	41	4.2.6.2.	fauna glebowa
187	42	4.2.6.3.	stosunek części nieorganicznych do organicznych
		4.2.7.	cechy syntetyczne:
		4.2.7.1.	typy gleb:
188	43	4.2.7.1.1.	gleby inicjalne luźne
189	44	4.2.7.1.2.	gleby słabo wykształcone krzemianowe
190	45	4.2.7.1.3.	gleby szare leśne
191	46	4.2.7.1.4.	gleby biellicowe
192	47	4.2.7.1.5.	gleby mułowe
193	48	4.2.7.1.6.	gleby torfowe
194	49	4.2.7.1.7.	gleby murszowe
195	50	4.2.7.1.8.	mady rzeczne
		4.3.	Rodzaje procesów glebowych:
196	51	4.3.1.	proces biellicowy
197	52	4.3.2.	proces brunatnienia
198	53	4.3.3.	proces torfowy darniowy

5.0 Biosfera

		5.1.	Struktura biosfery:
		5.1.1.	cechy fizyczne struktury:
199	1	5.1.1.1.	zwarcie biosfery
200	2	5.1.1.2.	piętrowość
201	3	5.1.1.3.	liczba gatunków producentów
202	4	5.1.1.4.	liczba gatunków konsumentów
203	5	5.1.1.5.	liczba gatunków reducentów
204	6	5.1.1.6.	struktura łańcuchów pokarmowych
205	7	5.1.1.7.	zasobność informacyjna
206	8	5.1.1.8.	biomasa ogólna
207	9	5.1.1.9.	fitomasa
208	10	5.1.1.10.	zoomasa
		5.2.	Chemizm biosfery:
209	11	5.2.1.	zasobność w związki nieorganiczne
210	12	5.2.2.	zasobność w związki organiczne
211	13	5.2.3.	zasobność w substancje użytkowe
		5.3.	Funkcjonowanie biosfery:
212	14	5.3.1.	stabilność ekosystemu
213	15	5.3.2.	samoodnawialność ekosystemu
214	16	5.3.3.	obieg materii i energii w ekosystemie
215	17	5.3.4.	rozkład masy organicznej
216	18	5.3.5.	produkcja tlenu
217	19	5.3.6.	produkcja dwutlenku węgla
		5.4.	Cechy typologiczne biosfery:
218	20	5.4.1.	ekosystemy eutroficznych wód stojących
219	21	5.4.2.	ekosystemy dystroficznych wód stojących

1	2	3	4
220	22	5.4.3.	ekosystemy wód płynących
221	23	5.4.4.	ekosystemy lasów łęgowych
222	24	5.4.5.	ekosystemy lasów olsowych
223	25	5.4.6.	ekosystemy lasów gronдовых
224	26	5.4.7.	ekosystemy borów mieszanych
225	27	5.4.8.	ekosystemy borów sosnowych
226	28	5.4.9.	ekosystemy borów bagiennych i torfowisk wysokich
227	29	5.4.10.	ekosystemy torfowisk niskich i przejściowych
228	30	5.4.11.	ekosystemy łąk gronдовых i popławnych
229	31	5.4.12.	ekosystemy pól uprawnych
230	32	5.4.13.	ekosystemy budynków mieszkalnych i gospodarczych

ELEMENTY ODDZIAŁUJĄCE NA ŚRODOWISKO (DAWCY ODDZIAŁYWAŃ)

Zabudowa przemysłowa

W odróżnieniu od innych form zabudowy, uciążliwość zabudowy przemysłowej przejawia się głównie w emitowaniu dymów, pyłów oraz gazów wonnych i bezwonnnych. Te właśnie elementy zostały wyodrębnione w macierzy.

Uwzględniono podział źródeł emisji na wysokie i niskie (z uwagi na zasięg oddziaływania) oraz na punktowe i powierzchniowe ze względu na natężenie emisji.

Skala opracowania eliminuje siłą rzeczy możliwości dokładniejszego podziału tej grupy. Dlatego też pierwotna liczba elementów uległa znacznej redukcji. W początkowej fazie było ich 36, podczas gdy do macierzy wprowadzono z nich tylko 7. Redukcja ta wynika m. in. z niemożności analizy natężenia emisji, ich toksyczności i rozkładu w czasie, do czego nie można było uzyskać odpowiednich materiałów.

Zabudowa mieszkalna

Wielkość powierzchni zajętej pod zabudowę, zwartość, wysokość i rozmieszczenie budynków są głównymi elementami tej podgrupy wpływającymi na środowisko przyrodnicze. W macierzy wyodrębniono więc zabudowę wysoką (powyżej 4 pięter), wpływającą na kierunek i siłę przepływu mas powietrza w miastach, i niską — (do 4 pięter), oddziałującą na środowisko w znacznie słabszy sposób. Wzięto też pod uwagę stopień zwartości zabudowy, a także jakość budulca.

Nowoczesna luźna zabudowa miejska obejmuje głównie budownictwo wielkopłytowe. Są to zazwyczaj znacznych rozmiarów, luźno rozrzucone bloki mieszkalne. Pomędzy nimi znajdują się zieleńce, trawniki i kwietniki wraz z siecią asfaltowych alejek spacerowych i placyków.

Budownictwo luźne starego typu obejmuje zabudowę przeważnie przedwojenną. Są to luźno rozmieszczone domki jedno- lub kilkurodzinne, na ogół nie podłączone do sieci kanalizacyjnej i dysponujące szambami. Przy budynkach znajdują się zazwy-

czaj podwórka o nawierzchni przeważnie nieutwardzonej, a w wielu przypadkach występuje też zieleń wysoka, trawniki i kwietniki.

Podgrupę zabudowy mieszkalnej podzielono na 3 części obejmujące łącznie 31 elementów.

Składowiska odpadów

W obrębie tej grupy wydzielono jedynie 2 podgrupy składające się łącznie z 3 elementów. Również ta grupa w trakcie badań uległa znacznej redukcji, w fazie wstępnej bowiem wyodrębniono w niej 12 elementów. Wyeliminowanie 9 elementów nastąpiło ze względu na skalę opracowania i rezygnację z rozpatrywania stopnia toksyczności składowisk.

Urządzenia gospodarki wodnej

Początkowo w grupie tej wydzielono 2 podgrupy, a mianowicie: urządzenia gospodarki wodnej napowierzchniowe i urządzenia gospodarki wodnej podziemne lub obudowane.

Podgrupa pierwsza została zredukowana ze względów wymienionych już uprzednio. Rozpatrywanie elementów drugiej podgrupy podporządkowano skali opracowania, włączając je do grupy zabudowy miejskiej — mieszkalnej i przemysłowej. Dotyczy to również całej technicznej infrastruktury miejskiej, tj. rurociągów, ujęć wodnych, filtrów, wież ciśnień, zbiorników wodnych, urządzeń kanalizacyjnych, osadników itp. W analizie uwzględniono więc 8 elementów, połączonych w 3 podgrupy.

W podgrupie drugiej znalazły się sztuczne zbiorniki wodne o rozmaitych rozmiarach i przeznaczeniu, a w podgrupie trzeciej urządzenia hydrotechniczne związane z regulacją brzegów oraz komunikacyjnym i energetycznym wykorzystaniem rzek.

Urządzenia komunikacyjne

Przedstawiona w macierzy grupa tych elementów niewiele różni się od wstępnych założeń. Zrezygnowano jedynie z elementów, których nie spotyka się na badanym terenie. Pozostały więc 4 podgrupy składające się z 10 elementów. Głównymi kryteriami ich wydzielania są: funkcja obiektu, jego powierzchnia oraz zdolność do przepuszczania wody opadowej, co jest szczególnie ważne dla pedosfery i biosfery.

Przeobrażenia powierzchni ziemi

Antropogeniczne zmiany ukształtowania pionowego terenu są bardzo różnorodne, powodują one bowiem albo zwiększenie różnic wysokości, albo też ich zatarcie. W rezultacie powstają nowe formy rzeźby tak wklęsłe, jak i wypukłe o rozmaitych kształtach i rozmiarach.

Głównym kryterium wydzielania poszczególnych elementów tej grupy było ustalenie, czy są to formy wklęsłe, powstałe przez pobór ziemi w danym miejscu, czy też są to formy wypukłe, powstałe przez nagromadzenie ziemi bądź innych substancji.

Następnie wzięto pod uwagę kształty i funkcje tych obiektów. Ostatecznie w ma-

cierzy uwzględniono 2 podgrupy obejmujące 8 elementów. Grupa ta minimalnie różni się od założeń wstępnych tak pod względem podziału, jak i liczby i elementów.

Przeobrażenia pod wpływem gospodarki rolnej

O rodzaju przekształceń środowiska przez gospodarke rolną mówią funkcje poszczególnych jej elementów, a o stopniu przekształceń — intensywność zagospodarowania rolnego. Te właśnie dwie wielkości stanowią kryterium dalszego podziału w obrębie omawianej grupy.

Ogółem wydzielono 4 podgrupy składające się z 9 elementów.

Uwzględniając spełniane funkcje, wydzielono 3 pierwsze podgrupy, w obrębie których podstawą dalszego podziału jest intensywność zagospodarowania terenu. W podgrupie pierwszej znalazły się grunty orne, w podgrupie drugiej — użytki zielone, a w trzeciej — sady.

Do podgrupy czwartej zakwalifikowano urządzenia gospodarki intensywnej, np. szklarnie, a więc formy znacznie silniej przekształcające środowisko niż pozostałe. W tej podgrupie intensywność przekształcenia środowiska dominuje nad funkcjami obiektów i dlatego wydzielono ją na podstawie innego kryterium niż poprzednie 3 podgrupy.

Przeobrażenia pod wpływem gospodarki leśnej

Działalność gospodarcza na terenach leśnych jest również dość zróżnicowana. Jednakże dokładna analiza oddziaływań człowieka na las wykracza poza zakres opracowania. Z tej też przyczyny w macierzy wyodrębniono jedynie gospodarke zrębową i bezzrębową oraz zgodność uprawy z siedliskiem. Ogółem wydzielono 3 podgrupy składające się z 5 elementów.

Miejskie tereny rekreacyjne

Miejskie tereny zielone powstały przeważnie w wyniku planowej działalności człowieka, który je połączył mniej lub bardziej umiejętnie z różnymi formami miejskiego zagospodarowania terenu. W budownictwie nowoczesnym towarzyszą one wielu obiektom, przeplatając się z zabudową mieszkaniową i przemysłową, oraz szlakiem komunikacyjnym, stanowiąc zaporę przed hałasem i zapyleniem.

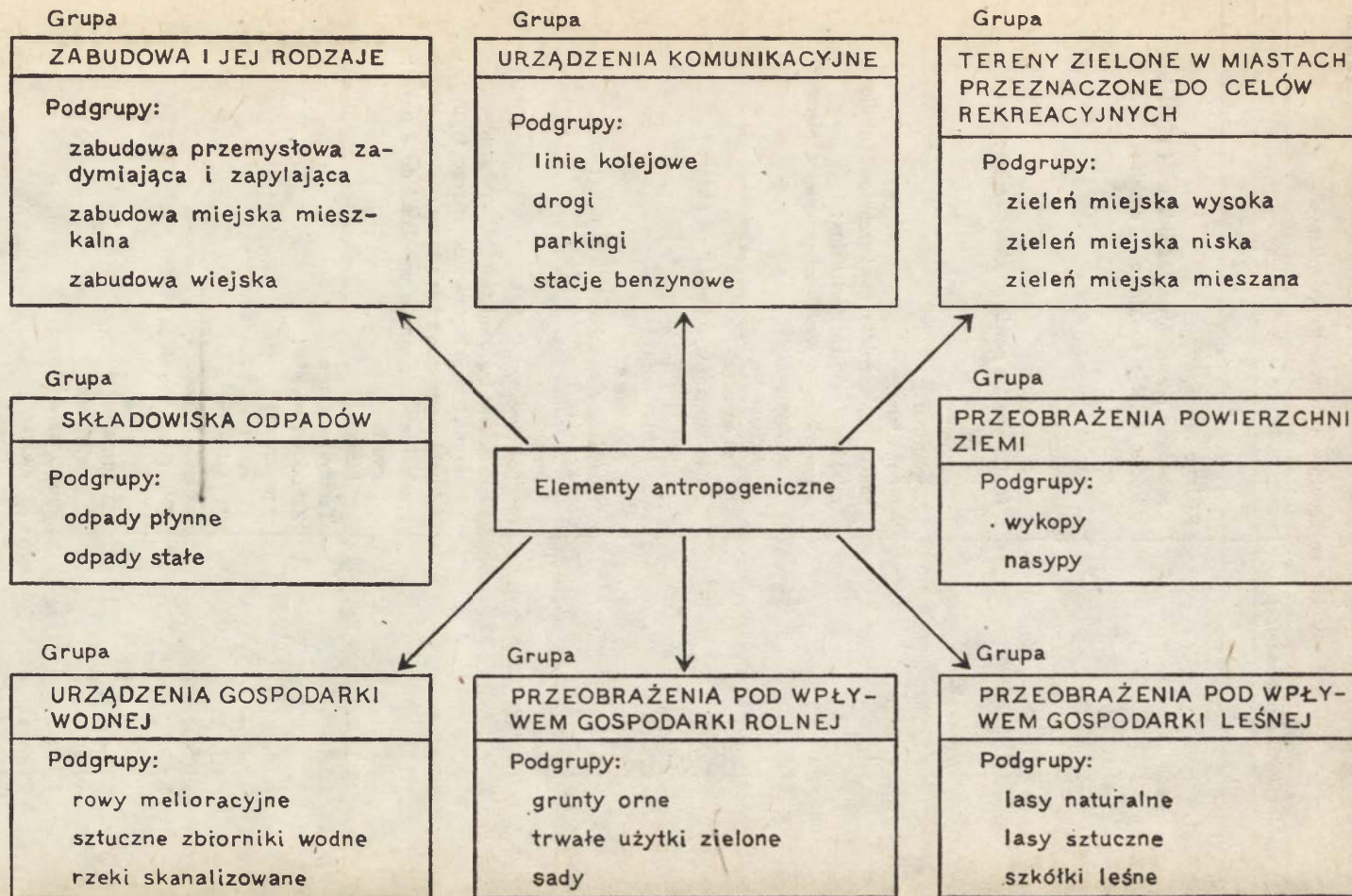
Pod względem struktury podzielono zielenie miejską na 3 podgrupy: wysoką, niską i mieszaną. Natomiast dalszy podział tych podgrup został dokonany na podstawie funkcji poszczególnych obiektów. Wydzielono więc parki, tereny sportowe, ogródki przydomowe i działkowe oraz trawniki i zieleńce osiedlowe tak charakterystyczne dla form nowoczesnej mieszkalnej zabudowy luźnej.

*

* * *

Analiza elementów oddziaływania antropogenicznego stwarza w problemie interakcji człowiek — środowisko bogactwo możliwości interpretacyjnych.

System analizowanych czynników antropogenicznych przedstawia tabela 4.



Pełny wykaz analizowanych form antropogenicznych

Nr klasyfikacji dziesiętnej	Cechy
1	2
1.	Rodzaje zabudowy
1.1.	zabudowa przemysłowa zadymiająca i zapyłająca
1.1.1.	źródło wysokie punktowe – emisja:
1.1.1.1.	pyłów
1.1.1.2.	gazów:
1.1.1.2.1.	wonnych
1.1.1.2.2.	bezwonnych
1.1.2.	źródło wysokie powierzchniowe-emisja:
1.1.2.1.	pyłów
1.1.2.2.	gazów:
1.1.2.2.1.	wonnych
1.1.2.2.2.	bezwonnych
1.1.3.	emisja pyłów-źródło powierzchniowe niskie
1.2.	zabudowa miejska mieszkalna:
1.2.1.	murowana o wysokości powyżej 4 pięter
1.2.1.1.	zwarta
1.2.1.2.	luźna
1.2.1.3.	pojedyncza
1.2.2.	murowana o wysokości do 4 pięter:
1.2.2.1.	zwarta
1.2.2.2.	luźna
1.2.2.3.	pojedyncza
1.2.3.	drewniana o wysokości do 4 pięter:
1.2.3.1.	zwarta
1.2.3.2.	luźna
1.2.3.3.	pojedyncza
1.2.4.	nowoczesne budownictwo jednorodzinne
1.2.5.	budownictwo jednorodzinne starego typu
1.2.6.	domki campingowe i działkowe
1.2.7.	zabudowa mieszana o wysokości do 4 pięter:
1.2.6.1.	zwarta
1.2.6.2.	luźna
1.2.7.	Tereny handlowe
1.3.	Zabudowa wiejska:
1.3.1.	murowana:
1.3.1.1.	zwarta
1.3.1.2.	luźna
1.3.1.3.	pojedyncza
1.3.2.	Zabudowa drewniana:
1.3.2.1.	zwarta
1.3.2.2.	luźna
1.3.2.3.	pojedyncza
1.3.3.	Zabudowa mieszana:
1.3.3.1.	zwarta
1.3.3.2.	luźna
1.3.3.3.	pojedyncza
2.0.	Składowiska odpadów:

1	2
2.1.	płynne organiczne
2.2.	stałe:
2.2.1.	rozkładające się
2.2.2.	nie rozkładające się
3.0.	Urządzenia gospodarki wodnej:
3.1.	rowy melioracyjne
3.2.	sztuczne zbiorniki wodne:
3.2.1.	przemysłowe i przeciwpożarowe
3.2.2.	baseny kąpielowe
3.2.3.	o nieutwardzonym dnie
3.3.	rzeki skanalizowane:
3.3.1.	jazy betonowe
3.3.2.	śluzy
3.3.3.	zapory sztuczne
3.3.4.	opaski brzegowe
4.0.	Urządzenia komunikacyjne:
4.1.	linie kolejowe:
4.1.1.	jednotorowe
4.1.2.	wielotorowe
4.1.3.	torowiska
4.2.	drogi:
4.2.1.	utwardzone:
4.2.1.1.	o nawierzchni nieprześciągłej
4.2.1.2.	o nawierzchni prześciągłej
4.2.2.	nieutwardzone
4.3.	parkingi:
4.3.1.	o nawierzchni nieprześciągłej
4.3.2.	o nawierzchni prześciągłej
4.3.2.1.	użytkowane stale
4.3.2.2.	użytkowane okresowo
4.4.	Stacje benzynowe
5.0.	Formy przeobrażenia powierzchni ziemi:
5.1.	Wykopy:
5.1.1.	suche:
5.1.1.1.	liniowe
5.1.1.2.	nieliniowe
5.1.2.	wypełnione wodą:
5.1.2.2.	liniowe
5.1.2.3.	nieliniowe
5.2.	Nasypy:
5.2.1.	liniowe
5.2.2.	nieliniowe
5.2.3.	groble
5.2.4.	wały przeciwpowodziowe
6.0.	Przeobrażenia pod wpływem gospodarki rolnej
6.1.	Grunty orne:
6.1.1.	zagospodarowanie ekstensywne
6.1.2.	zagospodarowanie intensywne
6.2.	Trwałe użytki zielone:

1	2
6.2.1.	łąki kośne zagospodarowane ekstensywnie
6.2.2.	łąki kośne zagospodarowane intensywnie
6.2.3.	pastwiska intensywnie
6.2.4.	pastwiska ekstensywnie
6.3.	Sady
6.4.	Urządzenia gospodarki intensywnej:
6.4.1.	szklarnie
6.4.2.	Urządzenia intensywnej gospodarki hodowlanej
7.0.	Przeobrażenia pod wpływem gospodarki leśnej:
7.1.	Lasy naturalne:
7.1.1.	gospodarka zrębowa
7.1.2.	gospodarka bezzrębowa
7.2.	Lasy sztuczne:
7.2.1.	gospodarka zrębowa
7.2.2.	gospodarka bezzrębowa
7.3.	Szkółki leśne
8.0.	Tereny zielone w miastach przeznaczone do celów rekreacyjnych:
8.1.	Zieleń miejska wysoka
8.2.	Zieleń miejska niska:
8.2.1.	trawniki
8.2.2.	zieleńce osiedlowe
8.2.3.	tereny sportowe
8.3.	Zieleń miejska mieszana:
8.3.1.	parki
8.3.2.	ogródki przydomowe i działkowe

W przedstawionym wykazie form oddziałujących na środowisko naturalne uwzględniono łącznie 80 elementów.

W początkowym okresie pracy, w fazie przygotowywania macierzy teoretycznej, liczba podgrup była ta sama, lecz ich zespoły były bardziej rozbudowane i liczyły 140 elementów.

GROMADZENIE DANYCH I KARTOWANIE TERENOWE

Po skonstruowaniu macierzy podstawowej (ryc. 1), przedstawiającej hipotetyczną ocenę oddziaływań form antropogenicznych na środowisko przyrodnicze, przystąpiono do zbierania danych w terenie.

Jako podstawę opracowania przyjęto mapę topograficzną w skali 1:25000, a ściślej — arkusze obejmujące zasięgiem północno-wschodnią część Warszawskiego Zespołu Miejskiego, opracowane przez Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego, a wydane w Warszawie w 1965 r. Na podkład tej mapy naniesiono formy antropogeniczne, które powstały w okresie późniejszym niż edycja arkuszy wymienionej mapy i które w związku z tym nie zostały w niej uwidocznione. Na niektórych terenach, zwłaszcza w strefie podmiejskiej, sytuacja topograficzna na mapie tylko w ogólnych

zarysach odpowiadała aktualnemu stanowi, tymczasem bowiem środowisko geograficzne wzbogaciło się o wiele nowych form antropogenicznych. Głównym zadaniem wstępnego etapu badań było więc zarejestrowanie wszystkich istniejących w granicach badanego obszaru form antropogenicznych.

W ten sposób metodą kartowania terenowego powstawał brudnorys mapy ze wstępnie naszkicowanymi obiektami i zebrany za pomocą wywiadu materiałem informacyjnym. Należy podkreślić, że stosowana metoda rejestracji w terenie często zawodziła, gdyż na wielu obszarach, w wyniku intensywnej rozbudowy infrastruktury technicznej, nastąpiła całkowita zmiana sytuacji topograficznej.

Największe trudności napotkano na terenach uprzemysłowionych Żerania, Targówka i Grochowa, a także w nowych dzielnicach mieszkaniowych, zwłaszcza tych, które powstały po 1970 r. Poważne zmiany wystąpiły również w topografii szlaków komunikacyjnych. Powstało wiele nowych dróg o nawierzchni utwardzonej, wiele nowych linii kolejowych i bocznic, co w połączeniu z nowymi formami zabudowy miejskiej całkowicie zmieniło sytuację topograficzną.

Na zamówienie Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN Państwowe Przedsiębiorstwo Fotogrametrii wykonało serię zdjęć lotniczych badanego obszaru w przybliżonej skali 1:30000. Analiza tych zdjęć znacznie przyspieszyła opracowanie mapy antropizacji środowiska, stanowiącej podstawę do dalszej interpretacji.

Zdjęcia lotnicze pomogły nie tylko dokładniej zlokalizować badane obiekty, głównie nowe dzielnice mieszkaniowe, zakłady przemysłowe i szlaki komunikacyjne, ale pozwoliły również na określenie ich wielkości, kształtu oraz struktury. Na przykład dobrze widoczna na zdjęciach długość cienia obiektów informowała o ich wysokości i kształcie.

Obserwacja fototonu zdjęć lotniczych pozwoliła zróżnicować nawierzchnię dróg i wszelkie cieki wodne tak sztuczne, jak i naturalne, umożliwiły one również zarówno dokładną lokalizację źródeł emisji zanieczyszczeń, jak i odczytanie ich charakteru i stopnia natężenia.

Ponadto zdjęcia lotnicze okazały się bardzo przydatne w określaniu charakteru gospodarki rolnej i leśnej. Dostarczyły one bowiem informacji na temat aktualnego stanu użytkowania ziemi, a odczytywane bezpośrednio w terenie znacznie pomogły w rozgraniczeniu obszarów intensywnego i ekstensywnego rolnictwa. Dzięki nim uzyskano szereg szczegółowych wiadomości o rozmieszczeniu różnych typów gleb i utworów powierzchniowych, jak też wszelkiego rodzaju wyrobisk przemysłowych. Interpretacja zdjęć lotniczych okazała się więc niezwykle pomocna zarówno dla prawidłowej lokalizacji form oddziaływania antropogenicznego, jak też określenia ich charakteru oraz zróżnicowania.

Na podstawie materiałów uzyskanych w Biurze Planowania Rozwoju Warszawy oraz w Zakładzie Geografii Przemysłu IG i PZ PAN zestawiono listę zakładów przemysłowych na badanym obszarze. Zebrano dane o rozmiarach emisji zanieczyszczeń, ich rodzajach oraz lokalizacji źródeł emisji.

Na podstawie kartowania terenowego i analizy zdjęć lotniczych powstała mapa

aktualnego stanu zagospodarowania badanego obszaru, stanowiąca osnowę ustaleń stopnia antropogenicznej degradacji środowiska naturalnego.

Badania terenowe były prowadzone w latach 1973—1974 i tegoż okresu dotyczy stan przedstawiony na opracowanej mapie.

OCENA PRZEKSZTAŁCEŃ ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

Po wyeliminowaniu z macierzy elementów nieistotnych, lub nie występujących na badanym terenie, określono stopień oddziaływania 80 wybranych cech antropogenicznych na każdy element środowiska naturalnego. Analizowane elementy środowiska zostały pogrupowane, o czym wspomiano uprzednio, w 5 głównych działach:

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. Atmosfera | 35 elementów, |
| 2. Litosfera | 31 elementów, |
| 3. Hydrosfera | 79 elementów, |
| 4. Pedosfera | 53 elementy, |
| 5. Biosfera | 32 elementy. |

Wymienione elementy środowiska przyrodniczego są przekształcane przez oddziaływania antropogeniczne w różnym stopniu. Do określenia jakości tych przekształceń i możliwości porównania ich ze sobą przyjęto w niniejszej pracy skalę pięciostopniową.

Przez sumowanie walorów oddziaływań antropogenicznych można było określić (w ujęciu jakościowym) natężenie przekształceń każdego elementu środowiska przyrodniczego osobno, całych podsystemów czy zespołów, wywołane przez daną formę antropopresji czy też grupę tych form.

ZAKRES PRZEKSZTAŁCEŃ

Liczba oddziaływań oznakowanych liczbami 1—4 wskazuje, ile elementów środowiska naturalnego podlega przekształceniom antropogenicznym w obrębie danej grupy. Natomiast liczba oddziaływań zerowych mówi, ile elementów środowiska jest przekształcanych minimalnie lub nie podlega w ogóle antropopresji. Wzajemny stosunek tych dwóch liczb pozwala obliczyć procentowy udział elementów przekształcanych w obrębie danej grupy lub podgrupy. Na tej podstawie można było ustalić zakres oddziaływania danego elementu antropopresji na środowisko i uporządkować wszystkie elementy według tych wartości. Zestawienie takie pomija jednak zupełnie natężenie oddziaływań, gdyż nie uwzględniono w nim sumy walorów.

Zakres przekształceń jest to więc liczba wskazująca — jaki procent elementów danego działu, podsystemu czy systemu środowiska naturalnego podlega przekształceniom antropogenicznym przez określoną formę czy element antropogeniczny. Tabela 6 przedstawia formy antropopresji najmocniej przekształcające środowisko naturalne.

Tabela 6

Zakres przekształceń środowiska naturalnego przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych

	% przekształceń
1. Zabudowa o wysokości powyżej 4 pięter zwarta miejska	88,7
2. Zabudowa o wysokości do 4 pięter zwarta murowana	88,7
3. Zabudowa o wysokości do 4 pięter zwarta mieszana	88,7
4. Zabudowa o wysokości do 4 pięter zwarta drewniana	87,4
5. Zabudowa o wysokości powyżej 4 pięter luźna murowana	83,0
6. Zabudowa o wysokości do 4 pięter luźna murowana	81,7
7. Zabudowa o wysokości do 4 pięter luźna mieszana	80,8
8. Zabudowa o wysokości do 4 pięter luźna drewniana	80,0
9. Składowiska odpadów stałych rozkładających się	77,8
10. Niskie budownictwo nowoczesne osiedlowe	77,8

NATĘŻENIE ODDZIAŁYWAŃ ANTROPOGENICZNYCH

Jak już stwierdzono wyżej, każdy z 80 rodzajów antropopresji oddziałuje na każdy z 230 elementów środowiska przyrodniczego w skali 5-stopniowej, a mianowicie od 0 do 4. W obrębie każdego z 5 podsystemów środowiska przyrodniczego obliczono średnie arytmetyczne sumy walorów dla wszystkich 80 rodzajów antropopresji. Otrzymano w ten sposób wartości średnich sum walorów poszczególnych rodzajów antropopresji w odniesieniu do atmosfery, litosfery, hydrosfery, pedosfery i biosfery. Wartości te nie stanowią żadnych wielkości fizykalnych i dlatego nie mogą być rozpatrywane pojedynczo. Obraz zróżnicowania antropopresji zarysowuje się dopiero przy zestawieniu otrzymanych wartości. Zestawienie takie nie uwzględnia jednak faktu, że poszczególne podsystemy środowiska naturalnego mają różne ilości elementów, dlatego średnie arytmetyczne sumy walorów nie mogą być ze sobą w pełni porównywalne. Nie uwzględnia się również faktu, że średnia arytmetyczna dotyczy wyłącznie elementów aktywnych 1–4 z całkowitym pominięciem liczby elementów zerowych, która jest różna w poszczególnych podsystemach środowiska naturalnego.

Natężenie oddziaływań antropogenicznych jest to więc średnia arytmetyczna sumy walorów poszczególnych rodzajów oddziaływania antropogenicznego, obliczona w obrębie każdego z 5 podsystemów środowiska przyrodniczego dla elementów aktywnych (1–4).

Największe wartości natężenia poszczególnych rodzajów oddziaływań antropogenicznych przedstawia tabela 7.

STOPIEŃ PRZEKSZTAŁCEŃ

W niniejszym opracowaniu, jako wskaźnik określający stopień przekształceń środowiska, przyjęto procent od sumy walorów maksymalnie możliwych przy założeniu, że cecha antropogeniczna przekształca wszystkie elementy środowiska naturalnego maksymalnie (tzn. w randze 4) otrzymujemy, po zsumowaniu oddziały-

Tabela 7

Nateżenie poszczególnych rodzajów oddziaływań antropogenicznych na środowisko naturalne*

Rodzaje oddziaływań	wskaźnik nateżenia oddziaływań
1. Parkingi o nawierzchni nieprześciągowej	3,2
2. Stacje benzynowe	3,1
3. Zabudowa zwarta miejska o wysokości powyżej 4 pięter murowana	2,8
4. Zabudowa zwarta miejska o wysokości do 4 pięter murowana	2,8
5. Drogi utwardzone nieprześciągowe	2,8
6. Parkingi o nawierzchni prześciągowej użytkowane stale	2,7
7. Składowiska odpadów organicznych płynnych	2,6
8. Zabudowa miejska drewniana — zwarta o wysokości do 4 pięter	2,6
9. Zabudowa miejska mieszana — zwarta o wysokości do 4 pięter	2,5
10. Składowiska odpadów stałych rozkładających się	2,5

* Jak wynika z tabeli 7 najwyższe wartości wskaźnika nateżenia oddziaływań antropogenicznych mają rodzaje infrastruktury komunikacyjnej. Przewyższają one zdecydowanie wpływ zabudowy zwartej i składowisk odpadów.

wań, wartość zwaną sumą walorów maksymalnie możliwych. Wartość ta określa granicę teoretycznej zagłady środowiska naturalnego.

Po porównaniu wyniku otrzymanego z analizy macierzy z tą teoretyczną wartością określoną jako 100% i obliczeniu stopnia deformacji środowiska w procentach otrzymujemy wskaźnik zmian w środowisku naturalnym w odniesieniu do sumy walorów maksymalnie możliwych. Jeżeli np. emisja pyłów przekształca 30 elementów atmosfery na 35 istniejących w tym dziale, daje to 85,7% zmian w stosunku do całości. Unicestwienie środowiska naturalnego nastąpiłoby wówczas, gdyby wszystkie 35 elementów atmosfery było przekształcane przez emisję pyłów w randze 4. Suma

Tabela 8

Stopień przekształceń środowiska naturalnego przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych

Elementy antropogeniczne	F_i^k *
1. Zabudowa zwarta miejska o wysokości powyżej 4 pięter murowana	63,0
2. Zabudowa zwarta miejska o wysokości do 4 pięter murowana	62,1
3. Zabudowa zwarta miejska o wysokości do 4 pięter drewniana	57,0
4. Zabudowa zwarta miejska o wysokości do 4 pięter mieszana	57,1
5. Składowiska odpadów płynnych organicznych	50,5
6. Parkingi o nawierzchni nieprześciągowej	49,8
7. Składowiska odpadów stałych rozkładających się	49,4
8. Drogi utwardzone o nawierzchni nieprześciągowej	48,1
9. Zabudowa luźna miejska o wysokości powyżej 4 pięter	47,7
10. Stacje benzynowe	47,7

Wskaźnik antropopresji obliczony w odniesieniu do sumy walorów maksymalnie możliwych wykazuje dominację oddziaływań zabudowy zwartej, składowisk odpadów i niektórych rodzajów infrastruktury komunikacyjnej.

* Procent sumy walorów od maksymalnie możliwych ogółem F_i^k

walorów maksymalnie możliwych wyniosłaby wtedy 140. Przyjmując tę wartość za 100% obliczamy stopień zniszczenia środowiska.

W przytoczonym przykładzie emisji pyłów suma walorów w dziale „atmosfera” wynosi 56, a więc emisja pyłów przekształca atmosferę w 40%. W analogiczny sposób obliczono wpływ emisji pyłów na całokształt środowiska naturalnego.

Unicestwienie całego środowiska naturalnego w wyniku oddziaływania pyłów nastąpiłoby wtedy, gdyby 230 cech środowiska było przekształcane w najwyższym stopniu rangowania 4. Wówczas suma walorów maksymalnie możliwych wyniosłaby $230 \times 4 = 920$. Gdy przyjmiemy 920 za 100% (teoretyczne, całkowite unicestwienie środowiska), to otrzymana w wyniku badań suma walorów 235 stanowi 25,5%. I ten właśnie wskaźnik przyjęto do określenia wpływu emisji pyłów na całokształt środowiska (tab. 8).

ODDZIAŁYWANIE CZYNNIKÓW ANTROPOGENICZNYCH NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

W wyniku przeprowadzonych badań można było określić charakter oddziaływania poszczególnych elementów antropogenicznych na środowisko przyrodnicze. Jak już wspomniano, przyjęto trzy rodzaje wskaźników przydatnych do badań interakcji człowiek—środowisko, a mianowicie zakres oddziaływania, jego natężenie oraz stopień przekształceń.

Najbardziej przydatny do szczegółowych badań, dotyczących rodzajów i rozmiarów antropopresji oraz oceny jakościowych zmian w środowisku przyrodniczym-zaistniałych pod jej wpływem, jest stopień przekształceń antropogenicznych.

Zestawienie elementów antropogenicznych według zakresu przekształceń obrazuje wprawdzie rozmiary antropopresji i można by się na nim oprzeć przy interpretacji macierzy, stosując ocenę 2-stopniową, a mianowicie „oddziałuje” lub „nie oddziałuje”. Skoro jednak zdecydowano się na stosowanie 5-stopniowej skali ocen, powyższy sposób interpretacji okazał się tylko częściowo przydatny.

Przedstawienie rozmiarów antropopresji za pomocą wskaźnika natężenia przekształceń pomija całkowicie oddziaływania zerowe, gdyż ujęcie to uwzględnia wyłącznie elementy aktywne. Może być ono z powodzeniem stosowane do badań aktywności poszczególnych oddziaływań czy elementów. Biorąc jednak pod uwagę zakres niniejszej pracy, należy stwierdzić, że badanie zmian w środowisku przyrodniczym za pomocą wskaźnika natężenia nie objęłoby całości problemu. Może się bowiem zdarzyć, że dany element antropogeniczny oddziałuje bardzo silnie, lecz w wąskim zakresie i wówczas średnie natężenie jego oddziaływań może okazać się wyższe niż oddziaływanie innego elementu, który przekształca słabo znacznie więcej cech środowiska przyrodniczego. Rozbieżności pogłębia też niejednakowa liczba zespołów i elementów w poszczególnych podsystemach.

W niniejszej pracy zdecydowano się na przedstawienie zmian antropogenicznych w środowisku przyrodniczym za pomocą wskaźnika stopnia przekształceń. Zestawienie średnich wartości tego wskaźnika dla poszczególnych podsystemów środowiska przedstawia się następująco:

1. Biosfera	59,0
2. Pedosfera	41,0
3. Litosfera	21,0
4. Hydrosfera	19,2
5. Atmosfera	15,5

Wielkości wskaźnika stopnia przekształceń w obrębie każdego z 5 podsystemów środowiska przyrodniczego przedstawiono w formie wykresów (ryc. 3-7). Skala pionowa po lewej stronie wykresów przedstawia wartości procentowe stopnia przekształceń, natomiast na osi poziomej zestawiono wartości 80 rodzajów oddziaływań antropogenicznych.

Za pomocą odmiennych typów szrafowania zróżnicowano rodzaje oddziaływań według podziału na grupy elementów antropogenicznych oddziałujących na środowisko (dawcy oddziaływań).

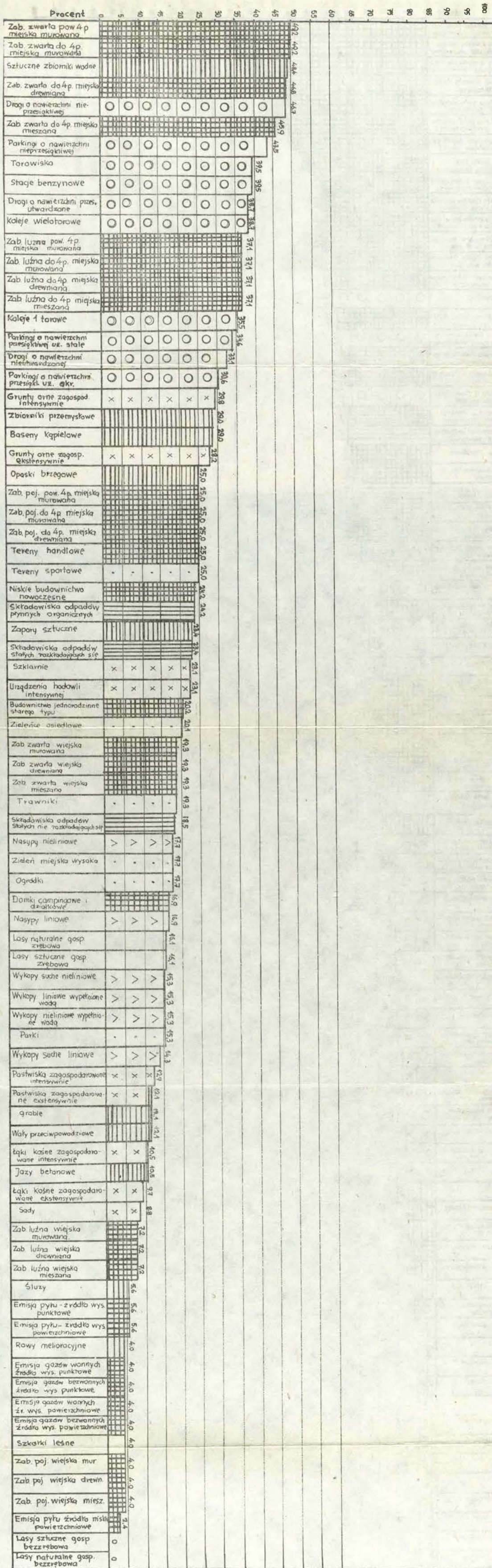
ODDZIAŁYWANIE NA ATMOSFERĘ

W macierzy, stanowiącej podstawę badań, podsystem „atmosfera” składa się z 35 elementów podstawowych. Teoretyczna więc zagłada tego bloku nastąpiłaby, gdyby wszystkie jego elementy zostały przekształcone najsilniej, tj. z rangą 4 przez każdy z 80 rodzajów oddziaływania antropogenicznego. Suma walorów zdewastowanej zupełnie atmosfery wyniosłaby wówczas $(35 \cdot 4) \cdot 80 = 11200$. Z analizy macierzy wynika, że suma walorów w obrębie atmosfery wynosi 1736, tak więc wskaźnik procentowy zmian antropogenicznych w atmosferze jest równy 15,5%. Jak z tego widać, wskaźnik ten nie jest wysoki w porównaniu ze wskaźnikami obliczonymi dla pozostałych podsystemów.

Stopień przekształceń w obrębie atmosfery przedstawiono w formie wykresu (ryc. 3). Prezentowane badania wykazały dominujący wpływ na atmosferę różnych rodzajów zabudowy.

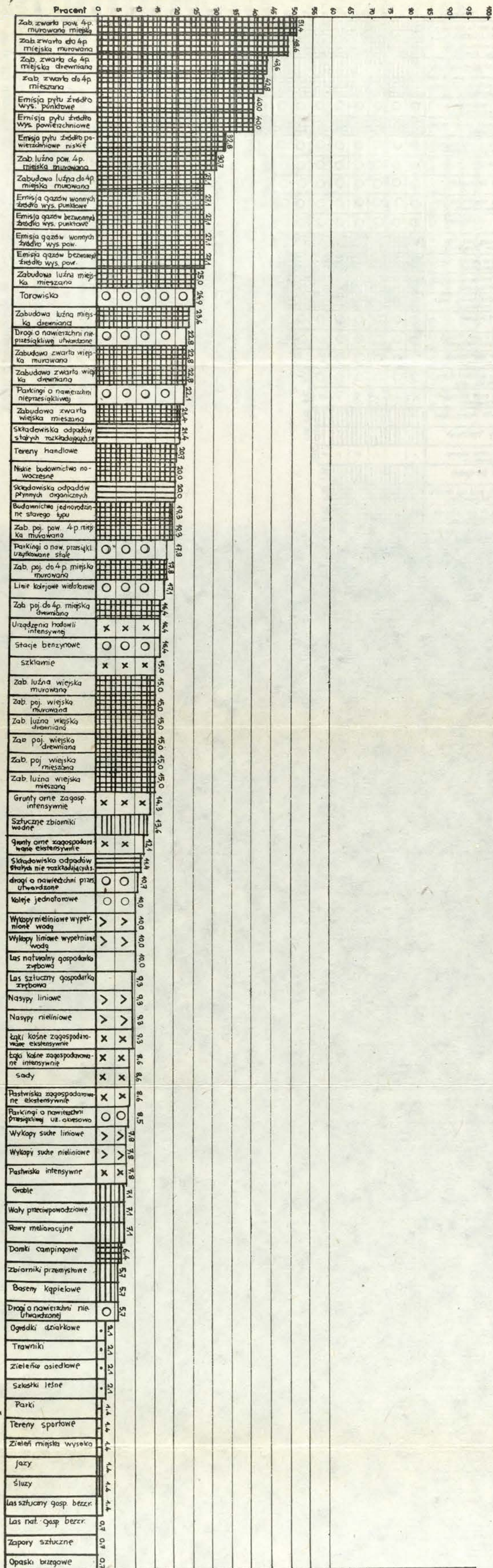
Wraz z rodzajami urządzeń komunikacyjnych, składowiskami odpadów i formami intensywnej gospodarki rolnej tworzą one grupę elementów najaktywniej oddziałujących i obejmują łącznie 40 rodzajów antropopresji. W sposób najbardziej intensywny oddziałuje na atmosferę zwarta zabudowa miejska. Wszystkie 4 rodzaje tej zabudowy znalazły się na początku wykresu w obrębie wartości wskaźnikowych 42,8-51,4%. Widać wyraźną przewagę tej grupy oddziaływań nad zabudową przemysłową emitującą pyły, dla której wskaźniki przekształceń wahają się w granicach 32,8-40,0%. W grupie oddziaływań mniej intensywnych znalazło się 40 elementów, czyli połowę branych pod uwagę; wskaźniki stopnia przekształceń różnicują się tutaj pomiędzy wartościami 0,7-14,3%. W grupie tej dominują oddziaływania gospodarki rolnej i leśnej, przeobrażenia powierzchni ziemi oraz tereny zielone w miastach. Znalazły się wśród nich także domki campingowe, jako jedyny rodzaj zabudowy, formy urządzeń komunikacyjnych, ale o przesiąkliwej nawierzchni, i składowiska odpadów nie rozkładających się. W omawianej grupie oddziaływań zanotowano znaczny udział elementów zerowych, który np. dla form przeobrażenia powierzchni ziemi waha się w granicach od 62,9 do 74,3%, a dla gospodarki leśnej — od 62,9 do 97,2%.

Największy udział elementów zerowych dotyczy gospodarki bezzrębowej w lesie naturalnym, który jest najbardziej zbliżony do naturalnego środowiska przyrodniczego.



Ryc. 4. Wykres stopnia przekształceń litosfery przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych (objaśnienia na ryc. 3)

Anthropogenic transformations in the lithosphere (For explanations see Fig. 3)



Ryc. 3. Wykres stopnia przekształceń atmosfery przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych

1 – zabudowa i jej rodzaje, 2 – składowiska odpadów, 3 – urządzenia gospodarki wodnej, 4 – urządzenia komunikacyjne, 5 – przeobrażenia powierzchni ziemi, 6 – przeobrażenia pod wpływem gospodarki rolnej, 7 – przeobrażenia pod wpływem gospodarki leśnej, 8 – tereny zielone w miastach

Anthropogenic transformations in the atmosphere

1 – build-up area and types of buildings, 2 – postproduction wastes, 3 – infrastructure of water economy, 4 – infrastructure of transport, 5 – relief deformation, 6 – areas transformed by agriculture, 7 – areas transformed by forestry, 8 – green (open) areas in towns

ODDZIAŁYWANIE NA LITOSFERĘ

W podsystemie „litosfera” macierz uwzględnia 31 elementów. Teoretycznie całkowite przekształcenie litosfery nastąpiłoby więc przy założeniu $(31 \cdot 4) \cdot 80 = 9920$. Obliczona suma walorów w obrębie litosfery wynosi ogółem 2080, tak więc wskaźnik procentowy zmian antropogenicznych w litosferze równa się 21,0%. Stopień przekształceń w obrębie litosfery przedstawia wykres (ryc. 4).

Najsilniej oddziałuje na litosferę zwarta zabudowa miejska, zbiorniki sztuczne o nawierzchni nie utwardzonej (w przypadku badanego terenu — Zalew Zegrzyński), drogi i parkingi o nawierzchni nieprzeziąkliwej. Elementy te tworzą grupę najmocniejszych przekształceń litosfery o wskaźnikach przewyższających 40%. Typowymi formami oddziaływań w tej grupie są niwelacje terenu, tworzenie wykopów i nasypów oraz zatrzymywanie procesów denudacyjnych. W granicach miast formy te występują tak obok siebie, że ich działanie często nakłada się. Niewiele niższe wskaźniki oddziaływań zanotowano dla urządzeń komunikacyjnych i innych rodzajów zabudowy miejskiej; osiągają one wartości powyżej 30%. W grupie oddziaływań słabszych znalazły się m. in. przeobrażenia pod wpływem gospodarki rolnej, przy czym wskaźniki dla gruntów ornych są wyższe niż dla urządzeń intensywnego rolnictwa. Wynika to z przewagi elementów zerowych w ocenie przekształceń litosfery; dla urządzeń intensywnego rolnictwa wskaźnik ten wynosi bowiem 58,1%, a dla gruntów ornych — 48,4%. Niewielki stosunkowo jest wpływ wszelkich składowisk odpadów i niektórych urządzeń gospodarki wodnej.

W grupie urządzeń gospodarki wodnej udział elementów zerowych waha się w granicach 61,3—90,3%. Na podstawie tych danych można wnioskować, że obiekty te przekształcają litosferę w sposób dość intensywny, ale raczej w wąskim zakresie.

Znikomo natomiast przekształcają litosferę m.in. niektóre formy luźnej i pojedynczej zabudowy wiejskiej, dla których procentowy udział elementów zerowych jest wysoki i waha się w granicach 45,2—83,9%. Jeszcze wyższy udział tych elementów (87,1—90,3%) występuje w grupie oddziaływań zabudowy przemysłowej emitującej pyły i gazy.

O ile w przypadku zabudowy wiejskiej luźnej i pojedynczej czynnikiem warunkującym niski stopień przekształceń są niewielkie stosunkowo rozmiary tych obiektów, o tyle w przypadku oddziaływania przemysłu niskość wskaźnika wynika z uwzględnienia wyłącznie emisji pyłów i gazów z pominięciem posadowienia zakładów, który został uwzględniony przy badaniu wpływu zabudowy typu miejskiego.

ODDZIAŁYWANIE NA HYDROSFERĘ

Analizowany podsystem hydrosfery składa się z 79 elementów zgrupowanych w 4 zespołach. Teoretyczny wskaźnik całkowitej dewastacji hydrosfery wynosi więc 25 280, natomiast wyliczona z macierzy wartość wskaźnika deformacji hydrosfery równa się 4846, tak więc wskaźnik procentowy przekształcenia antropogenicznego hydrosfery jest równy 19,2%.

Gospodarcza działalność człowieka uwarunkowana jest z jednej strony dostęp-

nością wody, z drugiej zaś wpływa na przemiany stanu hydrosfery, deformując jej strukturę, stan chemiczny, stan fizyczny i system funkcjonowania. Zmiany te dotyczą głównie wód powierzchniowych i gruntowych, gdyż wody głębinowe są na badanym obszarze deformowane w znacznie mniejszym stopniu. Deformacje hydrosfery, powstałe na skutek gospodarki człowieka, są przede wszystkim rezultatem emisji zanieczyszczeń, które można podzielić na biologiczne (skażenia bakteriologiczne) i chemiczne (o mniejszym lub większym stopniu toksyczności). Gospodarka ludzka zmienia również parametry fizyczne wód, np. poprzez zrzuty wód podgrzanych i zanieczyszczenia komunalne. Podnoszą one wilgotność powietrza, zwiększając równocześnie parowanie.

Zmiany poziomu wód gruntowych wywołane np. melioracją, kanalizacją oraz zmniejszeniem infiltracji na skutek pokrycia terenu sztucznymi nawierzchniami prowadzi bezpośrednio lub pośrednio do degradacji systemu obiegu wody, a tym samym do zmiany ekosystemów.

Stopień przekształceń hydrosfery przez poszczególne rodzaje działalności gospodarczej człowieka przedstawiono na wykresie (ryc. 5).

Na badanym obszarze hydrosfera należy do tych podsystemów środowiska przyrodniczego, które są przekształcane w stosunkowo słabym stopniu. Wskaźniki przekształceń antropogenicznych, obliczone dla podstawowych elementów hydrosfery i zestawione według wielkości, dają na wykresie obraz stopniowo malejących zmian. Jedynie 6 elementów, najsilniej deformujących hydrosferę, wyraźnie dominuje nad pozostałymi. Są to różne formy zwartej zabudowy miejskiej oraz składowiska odpadów. Zakres oddziaływań tych form jest szczególnie szeroki, udział elementów zerowych dla zwartej zabudowy miejskiej wynosi bowiem 15,2% a dla odpadów płynnych i rozpuszczalnych 20,3 i 21,5%.

Jak widać z przedstawionych na wykresie danych, oddziaływania na hydrosferę nie przekraczają wartości 50%, 6 pierwszych wskaźników najsilniej deformujących hydrosferę osiąga wartości ponad 40%, następne 3 wskaźniki ponad 30% i to w przedziale 30—35%. Właśnie pomiędzy sześcioma pierwszymi wskaźnikami a trzema następnymi zaznacza się wyraźna granica.

Do rodzajów działalności gospodarczej najslabiej deformujących hydrosferę należą m. in. płytkie wykop ynieliniowe i liniowe, źródła emisji gazów, łąki i szkółki leśne. Wskaźnik zmian hydrosfery w lasach na siedlisku naturalnym przy gospodarce bezrzębowej ma wartość zerową.

ODDZIAŁYWANIE NA PEDOSFERĘ

Podsystem pedosfery składa się z 53 elementów zgrupowanych w 3 zespoły. Wskaźnik całkowitego zniszczenia pedosfery wynosi zatem $(53 \cdot 4) \cdot 80 = 16960$. Na podstawie interpretacji macierzy ustalono, że suma walorów w obrębie pedosfery jest równa 6958, tak więc wskaźnik procentowy zmian antropogenicznych wynosi 41%.

Zmiany zachodzące w pedosferze pod wpływem działalności gospodarczej człowieka dotyczą jej stanu chemicznego i cech fizycznych (skład, termika i przepuszczal-

ność gleby oraz rozmieszczenie wody w glebie). Zmianom ulega też aktywność biologiczna gleby i jej właściwości fizyczne (jak np. lepkość, plastyczność, pęcznienie itp. oraz cechy syntetyczne wyrażone poprzez typy gleb). Działalność gospodarza człowieka ma również znaczny wpływ na charakter procesów glebotwórczych. Istnieje wiele możliwości przekształcania gleby przez człowieka. Zmiana sposobu użytkowania lub składu roślinności w sposób pośredni przekształca profil glebowy. Zanieczyszczenia powietrza i wód mają również znaczny wpływ na glebę, zwłaszcza na jej chemizm, a tym samym na przydatność gospodarczą.

W obrębie miast przeważają gleby wtórne nie w pełni wykształcone lub też zdegradowane na skutek zainwestowania miejskiego. Pokrycie terenu betonem, asfaltem czy materiałem odpadowym powoduje unicestwienie gleby.

Stopień przekształceń pedosfery przedstawia wykres (ryc. 6).

Najmocniej deformuje pedosferę wysoka zabudowa miejska zwarta, której wskaźnik deformacji wynosi 90,1%. Wskaźniki o wartościach przekraczających 80% mają m. in. parkingi, stacje benzynowe, drogi utwardzone nieprzeziąkliwie, wykopy wypełnione wodą i inne. W przedziale 80-90% jest łącznie 8 typów oddziaływań antropogenicznych, które charakteryzują się stosunkowo wysokim udziałem elementów aktywnych. W przypadku zabudowy miejskiej elementy aktywne przekraczają 94%, a w przypadku terenów komunikacyjnych ich udział waha się w granicach 86,7–96,2%. W przedziale 70–80% znalazły się jedynie składowiska odpadów płynnych i stałych rozkładających się, dla których zanotowano 100% udziału elementów aktywnych, a w przedziale 60–70% występuje łącznie 9 elementów, w tym m. in. miejska zabudowa luźna, parkingi i torowiska.

Wyraźny wzrost wartości analizowanego wskaźnika zaznacza się w przedziale 50–60%. Można tu przeprowadzić granicę między grupą oddziaływań powodujących największe zniszczenia w pedosferze i obejmującą łącznie oddziaływania 22 elementów antropogenicznych o wpływie silnie destruktywnym do unicestwienia pedosfery włącznie, a grupą deformacji średnich.

W tej ostatniej grupie, obok elementów oddziałujących niszcząco, występują również rodzaje przekształceń pozytywnych, prowadzących do zwiększenia wydajności gleb. Zmiany takie zachodzą głównie na gruntach ornych, w szklarniach, na trawnikach, w ogródkach przydomowych, pastwiskach itp. Oddziaływanie tych elementów na pedosferę jest powszechne, o czym świadczy wysoki udział elementów aktywnych, wahający się w granicach 56,6–92,4% dla miejskich terenów zielonych, 58,5–92,5% dla przeobrażeń pod wpływem gospodarki rolnej i 83–94,3% dla form przeobrażenia powierzchni ziemi. Spośród analizowanych cech, znaczna większość powoduje deformacje bardzo słabe. Świadczy o tym wyraźna przewaga elementów przekształcających pedosferę w randze 1 i 2 nad liczbą przekształceń w randze 3 i 4.

Ilościowy udział poszczególnych rang w oddziaływaniu wybranych elementów antropogenicznych omawianej grupy na pedosferę przedstawia tabela 9.

Większość urządzeń gospodarki wodnej, jak np. jazy, śluzy, zapory czy opaski brzegowe, nie wywiera bezpośredniego wpływu na pedosferę i dlatego udział elementów zerowych waha się wśród nich w granicach 86–100%. Wraz z gospodarką

Tabela 9

Ilościowy udział poszczególnych rang w oddziaływaniu wybranych elementów antropogenicznych na pedosferę

Elementy antropogeniczne		Liczba elementów środowiska przyrodniczego przekształconych w randze			
		1	2	3	4
wykopy suche	liniowe	22	8	14	0
	nielinowe	7	21	16	0
tereny sportowe		18	22	9	0
grunty orne	zagospodarowane intensywnie	8	27	14	0
	zagospodarowane ekstensywnie	28	15	1	0
zabudowa wiejska	zwarta	13	26	10	0
	luźna	36	11	0	0
	pojedyncza	39	2	0	0

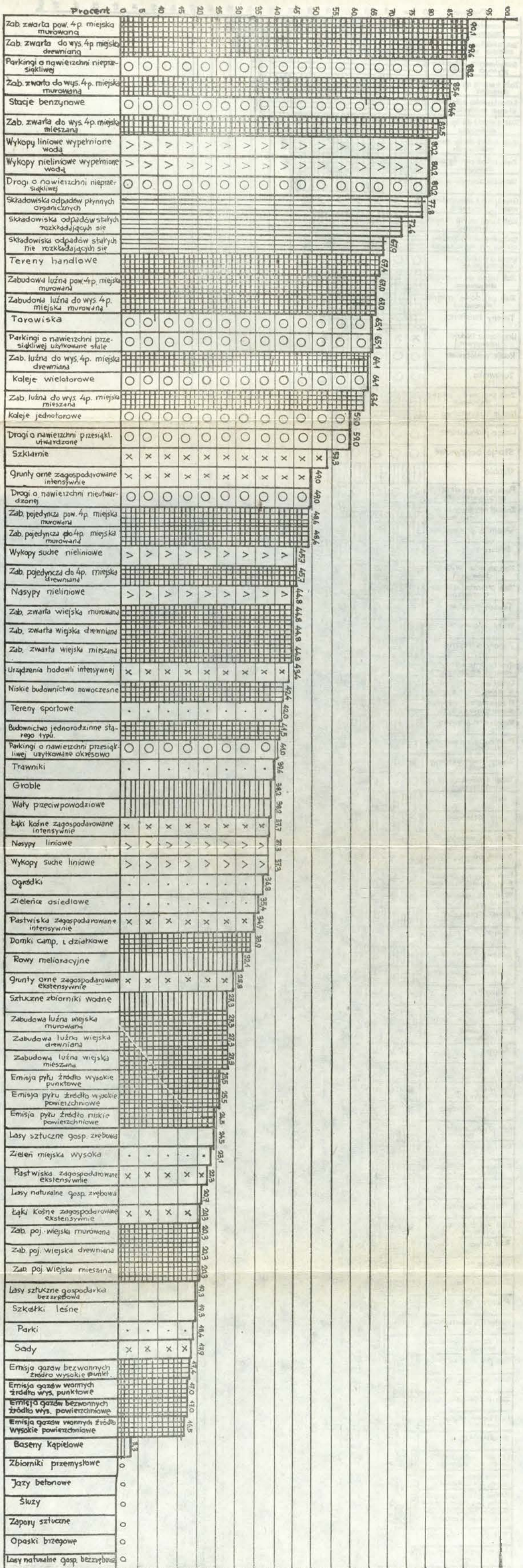
bezzrębową, w lesie naturalnym tworzą one grupę elementów antropogenicznych których wpływ na pedosferę jest znikomy.

ODDZIAŁYWANIE NA BIOSFERĘ

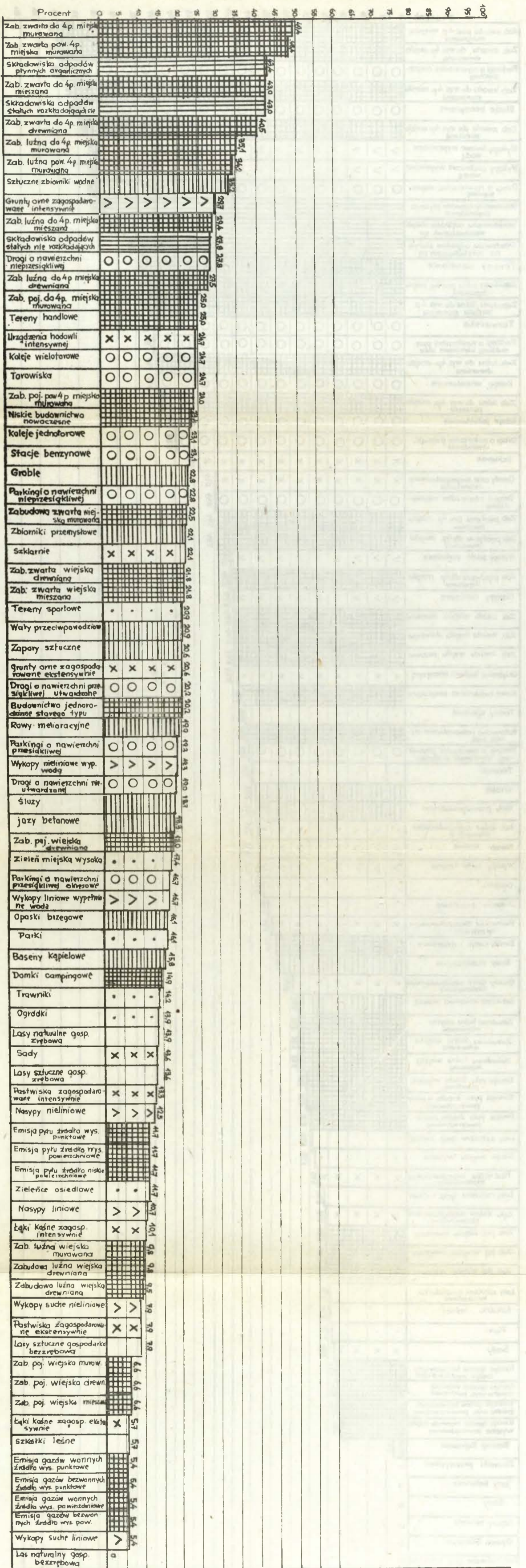
Podsystem biosfera składa się z 32 elementów zgrupowanych w 4 zespołach. Wskaźnik całkowitej deformacji biosfery wynosi więc $(32 \cdot 4) \cdot 80 = 10240$. Na podstawie interpretacji macierzy ustalono, że suma walorów w obrębie podsystemu biosfery wynosi 6040, tak więc wskaźnik zmian antropogenicznych w biosferze na badanym terenie jest równy 59,0%. Badania wykazały, że działalność gospodarcza człowieka przekształca biosferę mocniej niż inne podsystemy środowiska przyrodniczego. Przekształceniom ulegają zarówno właściwości fizyczne i strukturalne biosfery, jej chemizm, funkcjonowanie, jak też cechy typologiczne. Antropopresja spowodowała zanik wielu gatunków roślin i zwierząt, głównie w wyniku systematycznego trzebieżenia lasu i zamiany go na pola uprawne, drogi i tereny osiedleńcze. W szczególności wysokim stopniu jest biosfera deformowana w warunkach miejskich.

Gospodarka człowieka wprowadziła na badany teren wiele nowych gatunków roślin użytecznych oraz umożliwiła samorzutne pojawienie się wielu gatunków towarzyszących człowiekowi. Zmiany w składzie biosfery dotyczą zarówno fauny, jak i flory, są wprost proporcjonalne do wielkości i zwartości zabudowy miasta. W obszarach zwartej zabudowy mieszkalnej i przemysłowej nie zachowały się w ogóle żadne zespoły naturalne. W postaci szczątkowej przetrwały one jedynie w parkach leśnych lub na peryferiach miasta. Miejskie tereny zielone są bowiem zbiorowiskami sztucznymi, choć niekiedy, z uwagi na niewielki stopień zmian siedliska, są one zbliżone do półnaturalnych.

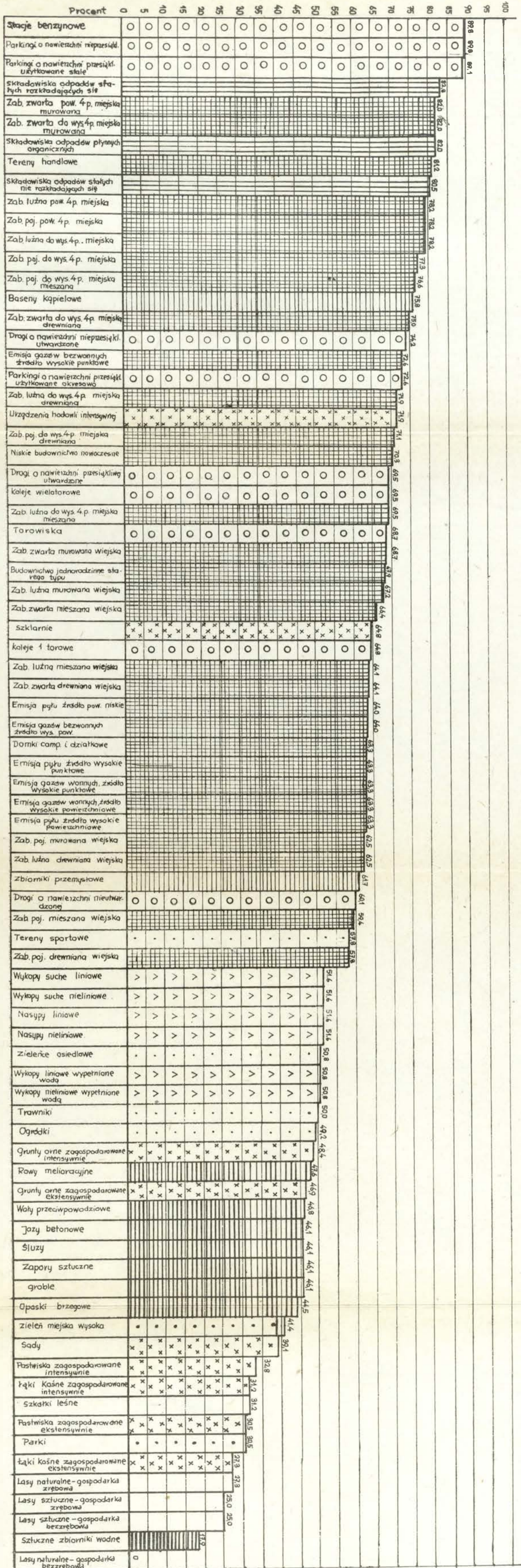
Na terenach o glebie zrujnowanej robotami ziemnymi, wymieszanej z materiałem



Ryc. 6. Wykres stopnia przekształceń pedosfery przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych
 Anthropogenic transformations in the pedosphere (For explanations see Fig. 3)



Ryc. 5. Wykres stopnia przekształceń hydrosfery przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych (objaśnienia na ryc. 3)
 Anthropogenic transformations in the hydrosphere (For explanations see Fig. 3)



Ryc.7. Wykres stopnia przekształceń biosfery przez poszczególne rodzaje oddziaływań antropogenicznych
 Anthropogenic transformations in the biosphere (For explanations see Fig. 3)

podłoża, powstały zbiorowiska ruderalne, stanowiące częstokroć stadia sukcesji zbiorowisk pierwotnych. Na terenach wysypisk gruzowych, np. wokół Stadionu X-lecia, wprowadzono układy sztuczne, dostosowane jednak swym składem gatunkowym do warunków siedliska. Stopień przekształceń biosfery przez gospodarkę człowieka pokazano na wykresie (ryc. 7). Jak wynika z przedstawionych danych, największy stopień przekształceń biosfery powodują parkingi, składowiska odpadów stałych i stacje benzynowe. Wskaźniki deformacji osiągają tu prawie 90%. W otoczeniu zabudowy zwartej, terenów handlowych, innych składowisk odpadów wskaźniki osiągają również wartości ponad 80%. Najmniejsze stosunkowo zmiany biosfery powodują tereny zieleni miejskiej, gospodarka leśna i formy gospodarki rolnej. Gospodarka bezzębowa w lesie naturalnym ma wskaźnik deformacji równy zeru.

Zakres oddziaływania elementów najmocniej przekształcających biosferę jest bardzo szeroki, o czym świadczy znikomy procent elementów zerowych. I tak np. dla terenów komunikacyjnych waha się on w granicach 3,2—15,6%, a dla składowisk odpadów wynosi 0%.

GLÓWNE RODZAJE ANTROPOPRESJI

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY MIEJSKIEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zmiany w środowisku przyrodniczym wywołane oddziaływaniem zabudowy miejskiej dotyczą średnio 78,6% jego elementów. Wartości wskaźnika zakresu przekształceń wahają się od 88,7% dla form zabudowy zwartej do 60,8% dla osiedli domków campingowych, których wpływ na zmiany środowiska jest w tej grupie oddziaływań najniższy.

Zestawienie udziału poszczególnych rang w przekształceniu środowiska przyrodniczego przez zabudowę miejską przedstawia tabela 10. Jak wynika z tabeli naj-

Tabela 10

Udział poszczególnych rang w przekształcaniu środowiska naturalnego przez zabudowę miejską

	Wartość rangi	Liczba elementów przekształcanych w danej randze	Procentowy udział elementów przekształcanych w danej randze
Brak oddziaływań	0	711	20,6
Zmiany słabe	1	979	28,4
Zmiany średnie	2	646	18,7
Zmiany silne	3	658	19,1
Zmiany całkowite	4	456	13,2

wiekszy udział w przekształcaniu środowiska przez zabudowę miejską mają oddziaływania słabe, natomiast oddziaływań silnych jest nieco więcej niż średnich; najmniejszy udział mają przekształcenia najsilniejsze.

Na podstawie danych z macierzy obliczono średni wskaźnik stopnia przekształceń przez zabudowę miejską środowiska przyrodniczego jako całości; wynosi on 44%.

Stopień przekształcenia poszczególnych podsystemów środowiska przez zabudowę miejską przedstawia tabela 11.

W poszczególnych podsystemach środowiska przyrodniczego stwierdzono różną liczbę elementów, które z tych czy innych przyczyn nie podlegają antropopresji.

Tabela 11

Stopień przekształceń poszczególnych podsystemów środowiska przez zabudowę miejską

	Nazwa podsystemu	Wartość stopnia przekształceń
1	Biosfera	74,8
2	Pedosfera	62,4
3	Litosfera	33,4
4	Hydrosfera	30,5
5	Atmosfera	27,5

Uwypuklenie ich roli w kształtowaniu się wskaźnika stopnia przekształceń w obrębie poszczególnych podsystemów dowodzi, że wpływ ich nie zmienia kolejności tych podsystemów.

Tabela 12 przedstawia zestawienie poszczególnych podsystemów środowiska według wartości wskaźnika stopnia przekształceń, obliczonego wyłącznie dla elementów aktywnych (1—4). Podano również wartości procentowego udziału elementów zerowych. Im jest on większy, tym bardziej rośnie różnica pomiędzy wielkością wskaźnika obliczonego dla wszystkich elementów (0—4) i wyłącznie dla elementów aktywnych (1—4).

Im mniejszy procentowy udział elementów zerowych, tym mniejsze są różnice między wskaźnikiem obliczonym dla wszystkich elementów (0—4) a wskaźnikiem elementów wyłącznie aktywnych. Związek ten można zaobserwować na przykładzie biosfery i pedosfery, gdzie udział elementów zerowych jest znikomy. Największe różnice między wskaźnikami występują w litosferze, gdyż udział elementów zerowych jest tam zdecydowanie najwyższy.

Tabela 12

Zestawienie poszczególnych elementów środowiska wg wartości wskaźnika stopnia przekształceń, obliczonego wyłącznie dla elementów aktywnych (1-4) i procentowy udział elementów zerowych

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń elementów aktywnych (1-4)	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	75,3	0,6
2	Pedosfera	65,0	4,1
3	Litosfera	60,7	46,0
4	Hydrosfera	41,6	28,2
5	Atmosfera	34,7	24,2

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY MIEJSKIEJ NA BIOSFERĘ

Jak widać z zestawienia (tab. 12) najmocniej przekształcana jest biosfera, dla której wskaźniki zarówno stopnia, jak i natężenia przekształceń są najwyższe. Przekształcenia biosfery przez poszczególne rodzaje zabudowy miejskiej mają szczególnie

Tabela 13

Udział procentowy rang w przekształcaniu biosfery

	Wartość rangi	Liczba elementów	Procentowy udział
Brak oddziaływań	0	3	0,7
Zmiany słabe	1	49	10,2
Zmiany średnie	2	51	10,6
Zmiany silne	3	222	46,2
Zmiany całkowite	4	155	32,3

szeroki zakres. Procentowy udział elementów aktywnych (1–4) waha się w granicach 96,9–100%, przy czym w większości przypadków przekształcenia dotyczą wszystkich elementów biosfery. Biosfera jest bardzo silnie deformowana przez zabudowę miejską. W niektórych przypadkach jest ona unicestwiona, w wielu silnie zmieniona. Udział poszczególnych rang w przekształcaniu biosfery przedstawia tabela 13.

Jak widać z załączonego zestawienia, w przekształcaniu biosfery dominują oddziaływania silne, przekształcające prawie połowę wszystkich jej elementów. Na drugim miejscu znalazły się oddziaływania całkowicie unicestwiające biosferę; ich udział wynosi 32,3%. Natomiast znacznie mniej jest oddziaływań słabych, średnich i zerowych. Udział tych ostatnich nie przekracza 1% i w porównaniu z innymi podsystemami środowiska jest zdecydowanie najniższy. Można więc stwierdzić, że wielkość wskaźnika przekształceń biosfery przez zabudowę miejską wynika:

- 1) z powszechności oddziaływania elementów tej grupy na poszczególne cechy biosfery,
- 2) ze zdecydowanej przewagi przekształceń silnych i całkowitych nad pozostałymi ich rodzajami.

W oddziaływaniu na biosferę zdecydowanie dominują formy zabudowy zwartej, które powodują największy udział procentowy przekształceń całkowitych, czyli zagłady tego podsystemu. W przypadku zabudowy zwartej wysokiej, czy terenów handlowych, przekształcenia całkowite stanowią ponad 53% wszystkich przekształceń. Natomiast znacznie słabiej oddziałują na biosferę domki campingowe i działkowe: przekształcenia silne dotyczą wprawdzie 50% jej elementów, ale całkowitą zagładę powoduje tylko 6,2% oddziaływań.

Każdy z 15 podstawowych elementów zabudowy miejskiej oddziałuje na zdecydowaną większość spośród 32 analizowanych elementów biosfery. Mówi o tym znikoma różnica pomiędzy wartością średniego stopnia jej przekształceń, obliczoną dla wszystkich oddziaływań (0–4), a wynoszącą 74,8% i wartością średniego stopnia przekształceń dla elementów wyłącznie aktywnych osiągającą 75,3%.

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY MIEJSKIEJ NA PEDOSFERE

Podobnie jak biosfera, również i pedosfera jest w szerokim zakresie przekształcana przez zabudowę miejską. Tylko niewielki procent elementów pedosfery nie podlega przekształceniom — waha się on w granicach od 3,8 do 5,7%, a jego wartość

Tabela 14

Udział poszczególnych rang w przekształcaniu pedosfery

	Wartość rangi	Liczba elementów	Procentowy udział
Brak oddziaływań	0	33	4,1
Zmiany słabe	1	137	17,2
Zmiany średnie	2	207	26,0
Zmiany silne	3	238	29,9
Zmiany całkowite	4	180	22,6

średnia wynosi 4,1%. Natomiast średni wskaźnik natężenia przekształceń jest równy 2,8, a więc znacznie niższy od wskaźnika dla biosfery. Zauważa się dość znaczną rozpiętość wskaźników natężenia, których wartość form zabudowy zwartej waha się od 3,4 do 3,7, a np. dla domków campingowych wynosi zaledwie 1,4.

Udział poszczególnych rang w przekształcaniu pedosfery przedstawia tabela 14.

Podobnie jak w biosferze przeważają oddziaływania silne, lecz w nieco mniejszym niż tam stopniu, mniejsza też liczba elementów podlega całkowitej zagładzie. Zwiększa się natomiast procentowy udział elementów zerowych oraz oddziaływań słabych i średnich. Tak więc stosunkowo wysoki wskaźnik stopnia przekształceń pedosfery przez zabudowę miejską wynika podobnie jak w biosferze:

1) z powszechności oddziaływania elementów tej grupy na poszczególne cechy pedosfery,

2) z wyraźnej przewagi przekształceń silnych, średnich i całkowitych nad pozostałymi ich rodzajami.

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY MIEJSKIEJ NA LITOSFERĘ

Wpływ zabudowy miejskiej na litosferę jest znacznie słabszy niż na biosferę i pedosferę. Wskaźnik stopnia przekształceń wynosi bowiem 33,4% w porównaniu z 74,8% dla biosfery i 62,4% dla pedosfery.

W litosferze zanotowano znacznie więcej oddziaływań zerowych niż w omówionych wyżej podsystemach, ponieważ zabudowa miejska nie oddziałuje w ogóle aż na 46% analizowanych elementów.

Wskaźnik natężenia przekształceń, obliczany tylko dla antropogenicznych elementów aktywnych, jest w tym przypadku mniej obiektywny niż dla biosfery i pedosfery, w których udział elementów zerowych nie przekracza 5%.

Wskaźnik natężenia przekształceń jest w odniesieniu do litosfery dość mocno zróżnicowany. Najniższe wartości wskaźnika ma niska zabudowa osiedlowa typu przedwojennego (1,5), a najwyższe — różne formy zabudowy zwartej (3,1–3,2). Średni wskaźnik natężenia przekształceń litosfery wynosi 2,4.

Tabela 15 przedstawia udział poszczególnych rang w przekształcaniu litosfery.

Wśród elementów aktywnych przeważają oddziaływania średnie (30,3%) oraz przekształcenia całkowite (25,5%). Oddziaływania słabe stanowią 23,9%, a silne

Tabela 15

Udział poszczególnych rang w przekształcaniu litosfery

	Wartość rangi	Liczba elementów	Procentowy udział elementów	
			0-4	1-4
Brak oddziaływań	0	214	46,0	
Zmiany słabe	1	60	12,9	23,9
Zmiany średnie	2	76	16,3	30,3
Zmiany silne	3	51	11,0	20,3
Zmiany całkowite	4	64	13,8	25,5

20,3%. Jak z tego wynika, oddziaływanie zabudowy miejskiej na litosferę przebiega w stopniu równomiernym, wszystkie 4 stopnie skali przekształceń są reprezentowane przez zbliżone do siebie liczbowo grupy oddziaływań.

Oceniając stopień przekształceń litosfery przez zabudowę miejską, można stwierdzić, że:

- 1) oddziaływania aktywne (1–4) stanowią tylko 54% wszystkich oddziaływań,
- 2) nie widać wyraźnej przewagi żadnego z 4 przyjętych w skali ocen stopni.

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY MIEJSKIEJ NA HYDROSFERĘ

Przekształcenia hydrosfery przez zabudowę miejską dotyczą 71,8% analizowanych elementów. Procentowy udział aktywnych oddziaływań 1–4 waha się w granicach od 84,8% dla form zabudowy zwartej do 49,3% dla osiedli domków campingowych i działkowych. Udział poszczególnych rang oddziaływań w stosunku do przekształcalnych elementów hydrosfery przedstawia tabela 16.

Największy udział w przekształcaniu hydrosfery mają oddziaływania słabe, natomiast zdecydowanie najmniej zanotowano niszczących przekształceń całkowitych. Rola elementów zerowych jest znaczna, przy czym są one rozmieszczone dość równomiernie w obrębie zespołów hydrosfery. Procentowy udział poszczególnych rang w stosunku do przekształcalnych przez nie elementów maleje wraz ze wzrostem siły przekształceń. Średni wskaźnik przekształceń wynosi 1,6. Różnicuje się on w gra-

Tabela 16

Udział poszczególnych rang w przekształcaniu hydrosfery

	Wartość rangi	Liczba elementów	Procentowy udział
Brak oddziaływań	0	334	28,2
Zmiany słabe	1	487	41,1
Zmiany średnie	2	188	15,9
Zmiany silne	3	119	10,0
Zmiany całkowite	4	57	4,8

nicach od 1,1 dla form zabudowy pojedynczej do 2,3 dla form zabudowy zwartej. Tak więc wielkość wskaźnika stopnia przekształceń hydrosfery przez zabudowę miejską jest określana przez:

- 1) dominujący udział przekształceń słabych,
- 2) znikomy udział oddziaływań zerowych,
- 3) malejący wraz ze wzrostem siły przekształceń udział poszczególnych rang.

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY MIEJSKIEJ NA ATMOSFERĘ

Średni stopień przekształceń atmosfery wynosi 27,5%. Jest ona najslabiej przekształcanym przez zabudowę miejską podsystemem środowiska przyrodniczego. Można tu zaobserwować znaczną — w porównaniu z innymi podsystemami — rozpiętość zasięgu oddziaływań. Procentowy udział oddziaływań aktywnych waha się od 100% dla form zabudowy zwartej do 22,8% dla osiedli domków campingowych i działkowych, a średni udział oddziaływań zerowych wynosi 24,2%.

Zestawienie wartości procentowych udziałów poszczególnych rang w stosunku do ilości przekształcanych elementów atmosfery przedstawia tabela 17.

Tabela 17

Procentowy udział poszczególnych rang w przekształcaniu atmosfery

	Wartość rangi	Liczba elementów	Procentowy udział
Brak oddziaływań	0	127	24,2
Zmiany słabe	1	246	46,9
Zmiany średnie	2	124	23,6
Zmiany silne	3	28	5,3
Zmiany całkowite	4	0	0

Porównując powyższe zestawienie z analogicznym dla hydrosfery, zauważa się w obydwu przypadkach podobieństwo udziału poszczególnych rang w całokształcie oddziaływań. Widać zbliżoną dominację oddziaływań słabych, podobny udział oddziaływań zerowych i średnich oraz malejący wraz ze wzrostem siły przekształceń udział poszczególnych rang. Zaznacza się ogólnie słabszy stopień przekształceń atmosfery, spowodowany brakiem przekształceń całkowitych i znacznie słabszym niż dla hydrosfery udziałem oddziaływań bardzo silnych i słabych. Jedynie oddziaływań średnich jest w odniesieniu do atmosfery nieco więcej. Tak więc ogólne wnioski co do sposobu przekształceń atmosfery przez zabudowę miejską można sformułować w podobny sposób jak dla hydrosfery.

Średni wskaźnik natężenia przekształceń atmosfery należy do najniższych w środowisku przyrodniczym i wynosi 1,4. Różnicuje się on w sposób umiarkowany od 1,8 do 2,0 dla form zabudowy zwartej do 1,1 (a więc minimum) dla osiedli budownictwa jednorodzinnego czy domków campingowych.

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY PRZEMYSŁOWEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Wskaźniki stopnia przekształceń poszczególnych podsystemów środowiska przyrodniczego przez przemysł przedstawia tabela 18. Jak już stwierdzono, przy określaniu stopnia przekształceń środowiska przez przemysł wzięto pod uwagę wyłącznie wydzielanie zanieczyszczeń do środowiska, różnicując tylko ich źródła.

Z przeprowadzonych badań wynika, że najsilniej przekształcana jest biosfera, w stosunku do której brak zupełnie elementów o zerowym oddziaływaniu. Szczególnie silnie są przekształcane cechy strukturalne szaty roślinnej, a zwłaszcza jej piętnowość.

Tabela 18
Stopień przekształceń poszczególnych podsystemów środowiska przyrodniczego przez przemysł

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	66,1	0
2	Atmosfera	31,6	33,5
3	Pedosfera	20,5	35,3
4	Hydrosfera	8,1	73,9
5	Litosfera	4,3	87,5

Emisje gazów niszczą również wiele gatunków reducentów, a rozrywając strukturę łańcuchów pokarmowych wpływają na biomasę ogólną i fitomasę. W rezultacie silnym przekształceniom ulega także zróżnicowanie typologiczne biosfery. Silne zwłaszcza jest oddziaływanie emisji gazów bezwonnych na ekosystemy borów sosnowych. W odróżnieniu od biosfery, udział procentowy elementów zerowych w pozostałych podsystemach środowiska jest znaczny. Na przykład dla atmosfery wynosi on 33,5%, dla gleb 35,3%, dla hydrosfery 73,9%, a dla litosfery aż 87,5%.

Przekształcenia atmosfery dotyczą głównie — w wyniku oddziaływania gazów — jej składu chemicznego, natomiast emisje te nie wpływają na pozostałe elementy atmosfery, zwłaszcza na jej funkcjonowanie oraz w małym stopniu na klimat.

W glebach emisja pyłów i gazów przekształca przede wszystkim ich skład chemiczny, odczyn oraz przebieg procesów glebowych, natomiast wpływ emisji na fizyczne właściwości gleb, czy też ich zróżnicowanie typologiczne, jest słaby. Wpływ emisji pyłów i gazów na obieg wody i jej charakter fizyczny nie ma większego znaczenia. Stosunkowo silnie oddziałują emisje przemysłowe na stan chemiczny wód powierzchniowych zarówno emisja gazów i pyłów, jak i zrzuty wody wpływają ponadto na zanieczyszczenia, eutrofizację wód i zawartość w nich tlenu. Natomiast wpływ tych emisji na wody gruntowe jest nieznaczny i można go pominąć. Oddziaływanie emisji przemysłowych na litosferę jest znikome i dotyczy jedynie wąskiego jej wycinka, a mianowicie cech chemicznych, w mniejszym zaś stopniu — fizycznych.

ODDZIAŁYWANIE ZABUDOWY WIEJSKIEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zestawienie wskaźników stopnia przekształceń poszczególnych podsystemów środowiska przez zabudowę wiejską przedstawia tabela 19.

Zabudowa wiejska najsilniej wpływa na biosferę. Przekształcenia te dotyczą równomiernie prawie wszystkich jej cech, o czym świadczy znikomy udział elementów zerowych.

Tabela 19
Stopień przekształceń środowiska przyrodniczego przez zabudowę wiejską

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	63,6	1,0
2	Pedosfera	30,8	13,8
3	Atmosfera	17,5	40,0
4	Hydrosfera	12,8	56,2
5	Litosfera	10,2	67,7

Zabudowa wiejska zmienia przede wszystkim cechy typologiczne biosfery. Pod jej wpływem całkowitej zagładzie ulegają ekosystemy naturalne oraz półnaturalne. Silnie przekształcane są również ekosystemy wód otwartych, a nawet pól uprawnych. Wpływa też na funkcjonowanie biosfery, a zwłaszcza na stabilność ekosystemów oraz obieg materii i energii w ich obrębie.

Znacznie słabiej niż biosfera przekształcana jest pedosfera; świadczy o tym wielkość udziału elementów zerowych. Zabudowa wiejska, zwłaszcza luźna i pojedyncza, nie ma bowiem wpływu na skład gleby oraz na niektóre jej właściwości fizyczne. Oddziaływanie zabudowy wiejskiej na pedosferę ma głównie charakter słaby i średni. Zmiany silniejsze, wywoływane głównie przez formy zabudowy zwartej, dotyczą przede wszystkim chemizmu gleby oraz zawartości w niej niektórych pierwiastków. Oddziaływanie zabudowy wiejskiej na atmosferę, hydrosferę i litosferę jest bardzo słabe. Natomiast udział elementów zerowych jest bardzo duży, zwłaszcza dla form zabudowy luźnej i pojedynczej. Największe stosunkowo zmiany powoduje zabudowa wiejska w składzie chemicznym tych podsystemów.

ODDZIAŁYWANIE URZĄDZEŃ GOSPODARKI WODNEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Wskaźniki stopnia przekształceń przez urządzenia gospodarki wodnej, obliczone dla poszczególnych podsystemów środowiska, przedstawia tabela 20.

Zasięg wpływu urządzeń gospodarki wodnej na środowisko przyrodnicze jest stosunkowo wąski. Mówi o tym znaczny udział elementów zerowych, które domi-

Tabela 20

Stopień przekształceń środowiska przyrodniczego przez urządzenia gospodarki wodnej

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	48,2	18,0
2	Litosfera	21,9	68,5
3	Hydrosfera	20,6	48,4
4	Pedosfera	7,8	79,9
5	Atmosfera	4,5	85,0

nują w stosunku do atmosfery, pedosfery i litosfery. Stosunkowo silniej oddziałują na środowisko przyrodnicze jako całość urządzenia melioracyjne, w których udział elementów aktywnych (1—4) jest stosunkowo duży i wynosi 55,2%. Wyjątek stanowi Zalew Zegrzyński, największa budowa hydrotechniczna na badanym obszarze. Jego wpływ na środowisko jest znaczny, wynosi bowiem 64,4% analizowanych cech.

Najsilniej przekształcanym podsystemem środowiska przyrodniczego jest biosfera. W stosunku do niej przeważają oddziaływania silne, dotyczące zarówno cech fizycznych, strukturalnych, jak i funkcjonowania biosfery.

Przekształcenia litosfery przez urządzenia gospodarki wodnej są dość intensywne, dotyczą jednak wąskiego jej fragmentu, np. basenów kąpielowych, zbiorników przemysłowych czy opasek brzegowych, powodując lokalne tylko zmiany w strukturze fizycznej litosfery.

Jeżeli chodzi o hydrosferę — to wszelkiego rodzaju urządzenia hydrotechniczne zmieniają przede wszystkim system jej funkcjonowania, a w mniejszym stopniu stan fizyczny wód powierzchniowych. Najsilniej przekształcane są m. in. zdolności transportowe rzek oraz przepływy wód gruntowych, a w stopniu średnim — wahania stanu wód. W oddziaływaniu urządzeń gospodarki wodnej na pedosferę stosunkowo wyraźnie zaznacza się ich wpływ, zwłaszcza rowów melioracyjnych i zbiorników wodnych, na całokształt lokalnych warunków glebowych. Natomiast oddziaływanie pozostałych elementów tej grupy w nieznacznym tylko stopniu dotyczy pedosfery. Stąd też średni udział elementów zerowych w przekształcaniu tego podsystemu jest stosunkowo wysoki.

Na analizowane elementy atmosfery urządzenia gospodarki wodnej oddziałują jedynie w nieznacznym stopniu. Świadczy o tym wyraźna dominacja oddziaływań zerowych.

ODDZIAŁYWANIE URZĄDZEŃ KOMUNIKACYJNYCH NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Wskaźniki stopnia przekształceń podsystemów środowiska przyrodniczego przez urządzenia infrastruktury komunikacyjnej przedstawia tabela 21.

Urządzenia komunikacyjne najsilniej oddziałują na biosferę. Wskaźnik stopnia

Wskaźniki stopnia przekształceń podsystemów środowiska przyrodniczego przez urządzenia infrastruktury komunikacyjnej

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	74,8	8,4
2	Pedosfera	65,5	7,2
3	Litosfera	38,1	43,9
4	Hydrosfera	22,1	60,9
5	Atmosfera	15,6	53,7

jej przekształceń osiąga taką samą wartość, jak i analogiczny wskaźnik zmian spowodowanych przez zabudowę miejską.

Najsilniej przekształcają biosferę, co jest oczywiste, komunikacyjne nawierzchnie nieprzeziątkliwe. Stosunkowo wysoki jest w tym przypadku udział elementów biosfery podlegających całkowitej zagładzie, wynosi on bowiem 46,9%.

Zakres oddziaływania komunikacji na biosferę jest szeroki; udział elementów zerowych wynosi tylko 7,2%, niewiele jest również zmian słabych (6,9%) i średnich (10%). Zakres przekształceń pedosfery jest nieco szerszy niż w biosferze, natomiast średni stopień przekształceń jest wyraźnie niższy. Całkowita zagłada gleb następuje jedynie na terenach pokrytych nawierzchnią nieprzeziątkliwą.

W litosferze, mimo że deformacje całkowite i silne przeważają nad pozostałymi rodzajami oddziaływań, to udział elementów zerowych jest dość znaczny. Pod wpływem zabudowy komunikacyjnej zostają całkowicie powstrzymane naturalne procesy grawitacyjne, przekształceniu ulegają też naturalne formy morfologiczne itd.

Infrastruktura komunikacyjna jedynie w znikomym sposobie wpływa na zmiany stanu chemicznego hydrosfery, zwłaszcza wód gruntowych, nie ma również większego wpływu na stan fizyczny wód powierzchniowych, dlatego w relacji komunikacyjno-hydrosfera odnotowano największy udział elementów zerowych. Natomiast całkowitej zagładzie ulegają wszelkie podmokłości, źródłiska oraz zmienia się nieraz bardzo znacznie system krążenia.

Wskaźnik stopnia przekształceń atmosfery przez komunikację jest niski, a udział elementów zerowych przekracza 50%. Urządzenia komunikacyjne nie oddziałują, lub oddziałują słabo, na funkcjonowanie atmosfery oraz jej cechy syntetyczne (klimat). Największe zmiany w atmosferze powoduje emisja zanieczyszczeń, zwłaszcza pyłów oraz niektórych produktów spalania.

ODDZIAŁYWANIE PRZEOBRAZEŃ POWIERZCHNI ZIEMI NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zestawienie wskaźników stopnia przekształceń wywołanych przez przeobrażenia powierzchni ziemi przedstawia tabela 22.

Przeobrażenia powierzchni ziemi tylko nieco silniej przekształcają pedosferę

Tabela 22

Wskaźniki stopnia przekształceń wywołanych przez przeobrażenia
powierzchni ziemi

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Pedosfera	50,3	10,8
2	Biosfera	50,1	3,1
3	Hydrosfera	14,9	64,1
4	Litosfera	14,9	54,8
5	Atmosfera	8,6	68,6

niż biosferę. Natomiast udział elementów zerowych dla pedosfery jest znacznie większy, co dowodzi, że natężenie oddziaływań jest w tym przypadku wyższe niż w biosferze. Wskaźnik natężenia przekształceń osiąga bowiem wartość 2,2, przy znacznym zróżnicowaniu wielkości poszczególnych wskaźników (w granicach 3,4–1,6), natomiast dla biosfery wynosi on 2,1.

Całkowitą dewastację pedosfery powodują wykopy wypełnione wodą, natomiast w biosferze ulegają zmianom cechy typologiczne.

Stopień przekształceń pozostałych podsystemów i zakres tych przekształceń jest znacznie niższy, a udział elementów zerowych przekracza 50%. W hydrosferze silnym przekształceniom ulega system krążenia wód podziemnych, zwłaszcza przypowierzchniowych, natomiast stan chemiczny i fizyczny zmienia się tylko nieznacznie.

Atmosfera jest przekształcana w sposób znikomy i słabo oddziaływania form przeobrażenia powierzchni ziemi dotyczą głównie jej funkcjonowania i niektórych cech syntetycznych, zwłaszcza topoklimatu.

W litosferze przeważają zmiany słabe i średnie, znaczny jest też udział oddziaływań zerowych (ponad 50%). Wskaźnik natężenia przekształceń waha się w granicach 1,1 do 1,5. Przekształceniom ulega głównie funkcjonowanie litosfery, a także jej cechy fizyczne i mechaniczne. Najsilniej przekształcane są formy morfologiczne; na terenie badań przeważają formy eoliczne zarówno akumulacyjne, jak i deflacyjne. Przeobrażenia powierzchni ziemi nie wpływają na ogół na zmiany cech chemicznych litosfery.

ODDZIAŁYWANIE MIEJSKICH TERENÓW REKREACJI NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zestawienie wskaźników stopnia przekształceń zaistniałych pod wpływem terenów rekreacyjnych przedstawia tabela 23.

Analiza środowiska przyrodniczego przez miejskie tereny rekreacyjne obejmuje wszelkie przekształcenia, bez różnicowania ich na pozytywne i negatywne. W analizowanym przypadku najsilniejszym przekształceniom podlega biosfera. Największe zmiany wywołują tereny sportowe, które przeobrażają zarówno cechy fizyczne i strukturalne biosfery, jak i jej chemizm oraz funkcjonowanie.

Tabela 23

Wskaźniki stopnia przekształceń środowiska przyrodniczego przez tereny rekreacyjne

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	46,6	10,4
2	Pedosfera	32,5	17,6
3	Litosfera	19,2	73,1
4	Hydrosfera	15,7	54,4
5	Atmosfera	1,8	92,8

Oddziaływanie na pedosferę można określić jako słabe i średnie. Silnym przekształceniom ulegają głównie gleby najuboższe, które są bądź użyźniane, bądź też dewastowane całkowicie.

Zakres przekształceń litosfery jest wąski, lecz natężenie tych przekształceń jest stosunkowo wysokie i wyraża się wskaźnikiem 2,9. Miejskie tereny rekreacyjne charakteryzują się na ogół całkowitą nieraz przebudową form morfologicznych, co wpływa na przebieg procesów grawitacyjnych. Natomiast cechy chemiczne litosfery, a także przeważająca część elementów strukturalnych, nie ulegają zmianom.

Hydrosfera przekształcana jest w sposób nierównomierny. Najsilniej bowiem deformowana jest jej struktura, a znacznie słabiej funkcjonowanie.

W przypadku atmosfery miejskie tereny zieleni wysokiej oddziałują jedynie na niektóre jej cechy, np. na prędkość wiatru lub pionowe przemieszczanie mas powietrza. Udział elementów zerowych jest w tych relacjach bardzo wysoki, wynosi bowiem 92,8%.

ODDZIAŁYWANIE SKŁADOWISK ODPADÓW NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zestawienie wskaźników stopnia przekształceń spowodowanych składowaniem odpadów przedstawia tabela 24.

Wskaźnik przekształceń biosfery przez składowiska odpadów jest bardzo wysoki, wyższy zarówno od wskaźnika zabudowy miejskiej, jak i infrastruktury komunika-

Tabela 24

Wskaźniki stopnia przekształceń środowiska przyrodniczego przez składowiska odpadów

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	81,8	0
2	Pedosfera	72,8	0
3	Hydrosfera	38,1	27,8
4	Litosfera	22,0	58,1
5	Atmosfera	17,6	58,1

cyjnej. Składowiska odpadów przekształcają bowiem w tym zakresie całą biosferę i pedosferę, o czym świadczy również brak oddziaływań zerowych. Dominują przekształcenia silne i całkowite, wskaźniki natężenia są wysokie i wynoszą w biosferze 3,3, a w pedosferze 2,9. Całkowitej przemianie, a nieraz i zagładzie, ulega większość analizowanych cech tych układów.

Największe zniszczenie w pedosferze czynią składowiska organicznych odpadów płynnych, dla których wskaźnik natężenia jest najwyższy i wynosi 3,1.

W obrębie hydrosfery przekształcenia silne dotyczą głównie wód otwartych, jak jeziora, podmokłości czy niektóre źródła. Wyraźnie zaznacza się dużo większy wpływ odpadów płynnych i stałych rozkładających się niż odpadów stałych nie rozkładających się.

W oddziaływaniu na litosferę najsilniej są przekształcane jej cechy chemiczne i struktura fizyczna, zwłaszcza przez odpady płynne organiczne oraz stałe rozkładające się.

Wymienione rodzaje odpadów znacznie silniej wpływają na parametry atmosfery niż odpady stałe nie rozkładające się. Przekształcają one bowiem chemizm atmosfery, mają też wpływ na zawartość substancji organicznych w powietrzu, natomiast składowiska odpadów stałych zwiększają co najwyżej zawartość zanieczyszczeń pyłowych oraz ograniczają parowanie z powierzchni czynnej.

ODDZIAŁYWANIE GOSPODARKI ROLNEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zestawienie wskaźników stopnia przekształceń poszczególnych podsystemów środowiska spowodowanych gospodarką rolną przedstawia tabela 25.

Oddziaływanie gospodarki rolnej na środowisko można zaliczyć do mało intensywnych rodzajów antropopresji. Stopień przekształceń, zwłaszcza biosfery i pedosfery, jest znacznie mniejszy niż w omawianych poprzednio typach antropopresji. Niewielki też jest udział przekształceń całkowitych. Dotyczą one tylko 5,9% wszystkich elementów biosfery i są spowodowane głównie przez formy gospodarki intensywnej. Słabiej niż biosfera zmieniana jest pedosfera. Brakuje przekształceń całkowitych, dominują oddziaływania słabe i średnie, które łącznie dotyczą 66,9% elementów. Oddziaływania silne wywołują, podobnie jak w biosferze, urządzenia gos-

Tabela 25

Wskaźniki stopnia przekształceń środowiska przyrodniczego przez gospodarkę rolną

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	43,7	11,1
2	Pedosfera	34,7	18,7
3	Litosfera	18,0	66,6
4	Hydrosfera	16,4	55,7
5	Atmosfera	11,2	59,4

podarki intensywnej, które silnie przekształcają skład chemiczny i mechaniczny gleb oraz ich zasoby wodne.

W stosunku do litosfery oddziaływanie gospodarki rolnej jest słabe, a udział elementów zerowych najwyższy w całej grupie i wynosi 66,6%. Nieliczne przekształcenia całkowite dotyczą niektórych form morfologicznych zniszczonych przez użytkowanie rolnicze.

Znaczny udział elementów zerowych w relacjach „rolnictwo-hydrosfera” tłumaczy się stosunkowo niskim poziomem rolnictwa na badanym obszarze. Jedynie urządzenia gospodarki intensywnej silniej oddziałują na m. in. stan chemiczny wód powierzchniowych i gruntowych.

Stosunkowo najslabszy wpływ wywiera gospodarka rolna na atmosferę.

ODDZIAŁYWANIE GOSPODARKI LEŚNEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Zestawienie wskaźników stopnia przekształceń wywołanych gospodarką leśną przedstawia tabela 26.

Najbardziej naturalnym rodzajem gospodarczej działalności człowieka jest leśna gospodarka bezrębowa. Stanowi ona dość specyficzną formę antropopresji, wykorzystuje lub odtwarza fragmenty naturalnego środowiska przyrodniczego. Dlatego też wskaźniki stopnia przekształceń przez gospodarkę bezrębową w lesie naturalnym są traktowane jako równe zero. Zmiany wywołuje głównie gospodarka zrębowa,

Tabela 26

Wskaźniki stopnia przekształceń środowiska przyrodniczego przez gospodarkę leśną

	Nazwa podsystemu	Stopień przekształceń	Procentowy udział elementów zerowych
1	Biosfera	21,7	20,0
2	Pedosfera	16,8	34,7
3	Hydrosfera	8,2	69,4
4	Litosfera	7,3	76,1
5	Atmosfera	4,7	82,3

która siłą rzeczy najmocniej przekształca biosferę. Przeważają oddziaływania słabe, których udział wynosi 60%. Gospodarka zrębowa zmienia również charakter gleb i to w dość szerokim zakresie, przekształcenia dotyczą bowiem aż 85,8% elementów. Dominują oddziaływania słabe (81,1%).

Na hydrosferę gospodarka leśna oddziałuje, wpływając na charakter niektórych wód otwartych, głównie na źródła i podmokłości. Wpływa również na ruchy wód gruntowych i spływ powierzchniowy.

Gospodarka zrębowa oddziałuje też na cechy mechaniczne litosfery, np. zarówno na przepuszczalność czy porowatość, jak też na procesy grawitacyjne. Pod jej wpły-

wem przekształceniom ulegają niektóre formy morfologiczne, a zwłaszcza — akumulacji eolicznej.

Wpływ różnych form gospodarki leśnej na atmosferę jest znikomy, przeciętnie 82,3% elementów podsystemu atmosfery nie ulega w ogóle temu rodzajowi antropopresji. Pod wpływem określonych typów gospodarki leśnej zmienia się jedynie system funkcjonowania atmosfery, a zwłaszcza prędkość wiatru, pionowe przemieszczanie mas powietrza, temperatura oraz topoklimat.

*
* *
*

Analizując wpływ poszczególnych rodzajów antropopresji na środowisko przyrodnicze, można stwierdzić, iż najsilniej przekształcana jest biosfera i pedosfera.

Wielkość stopnia przekształceń tych dwóch podsystemów pozwala określić rozmiary deformacji ze strony danej grupy oddziaływań antropogenicznych. Do silnie przekształcających środowisko zaliczono te grupy oddziaływań, których wskaźnik stopnia przekształceń biosfery wynosi ponad 50%. W nawiasach podano dla porównania średni wskaźnik stopnia przekształceń obliczony dla całego środowiska przyrodniczego.

	Stopień przekształceń		
	biosfery	pedosfery	całego środowiska
1. Składowiska odpadów	81,8	72,8	(46,8)
2. Zabudowa miejska	74,8	62,5	(44,0)
3. Infrastruktura komunikacyjna	74,8	65,5	(40,3)
4. Zabudowa przemysłowa	66,0	20,5	(22,0)
5. Zabudowa wiejska	63,6	30,8	(24,4)
6. Przeobrażenia powierzchni ziemi	50,1	50,3	(24,0)

Do grupy słabszych oddziaływań można zaliczyć:

7. Urządzenia gospodarki wodnej	48,2	7,8	(17,1)
8. Miejskie tereny rekreacyjne	46,6	32,5	(22,3)
9. Gospodarka rolna	43,7	34,1	(23,0)
10. Gospodarka leśna	21,7	16,8	(11,4)

PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE ODDZIAŁYWANIA ANTROPOGENICZNEGO W PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ CZĘŚCI WARSZAWSKIEGO ZESPOŁU MIEJSKIEGO

SPOSÓB UJĘCIA

W celu przedstawienia zróżnicowania przestrzennego stopnia przekształceń antropogenicznych na badanym obszarze podzielono podkład topograficzny mapy w skal 1:25000 na kwadraty robocze o boku 2×2 cm (500×500 m rzeczywistego terenu badań).

Ustalona na podstawie kartowania terenowego i analizy zdjęć lotniczych aktualna sytuacja topograficzna została odpowiednio zgeneralizowana i zinterpretowana w sposób matematyczny.

Podstawą interpretacji są wskaźniki stopnia przekształceń antropogenicznych obliczone dla poszczególnych rodzajów oddziaływań, które występują na badanym terenie.

W celu ustalenia sposobu jednoznacznego określenia stopnia przekształceń w obrębie każdego kwadratu przeprowadzono następujące rozważanie:

S_k oznacza powierzchnię k -tego kwadratu roboczego,

gdzie $k = 1, 2, \dots, 2581$

powierzchnia k -tego kwadratu roboczego ulega przekształceniom wskutek oddziaływania K elementów

$$K = 1, 2, 3, \dots, \quad K \leq 80. \quad (11)$$

Każdy spośród K elementów antropopresji przekształca w określonym stopniu i -ty wycinek η_i^k powierzchni S_k . Zakłada się że oddziaływania różnych elementów antropopresji na wybrany jednostkowy element powierzchniowy kwadratu roboczego stanowią zbiór zdarzeń wzajemnie się wykluczających.

Stosownie do tego założenia każdy kwadrat roboczy podzielono na tyle części składowych (wycinków η_i^k), ile działa na niego elementów antropopresji. Wtedy pole powierzchni S_k K -tego kwadratu roboczego można wyrazić wzorem

$$S_k = \sum_{i=1}^k \eta_i^k, \quad (12)$$

przy czym

$$\eta_i^k \leq S_k. \quad (13)$$

$F_j^k, j = 1, 2, 3, \dots, K$ oznacza oddziaływanie j -tego elementu antropopresji na powierzchnię k -tego kwadratu. Zgodnie z zestawieniem podanym na str. 32 zachodzi nierówność

$$0 < F_j^k \leq 630\%. \quad (14)$$

Zgodnie z poprzednio wprowadzonymi oznaczeniami, wzór

$$\xi_i^k = \frac{\eta_i^k}{S_k} \quad (15)$$

określa ułamek powierzchni elementarnego kwadratu roboczego k , na który działa i -ty element antropopresji.

Z definicji (15) i z (12) wynika, że

$$\sum_{i=1}^k \xi_i^k = 1. \quad (16)$$

ξ_i^k można uważać za bezwymiarową powierzchnię, na którą działa i -ty element antropopresji.

Średnie wartości oddziaływania K elementów antropopresji na powierzchnię k -tego kwadratu roboczego zdefiniowania wzorem

$$H_k = \frac{\sum_{i=1}^k \eta_i^k F_i^k}{S_k}, \quad (17)$$

można teraz, posługując się wprowadzoną powierzchnią bezwymiarową, wyrazić w sposób następujący

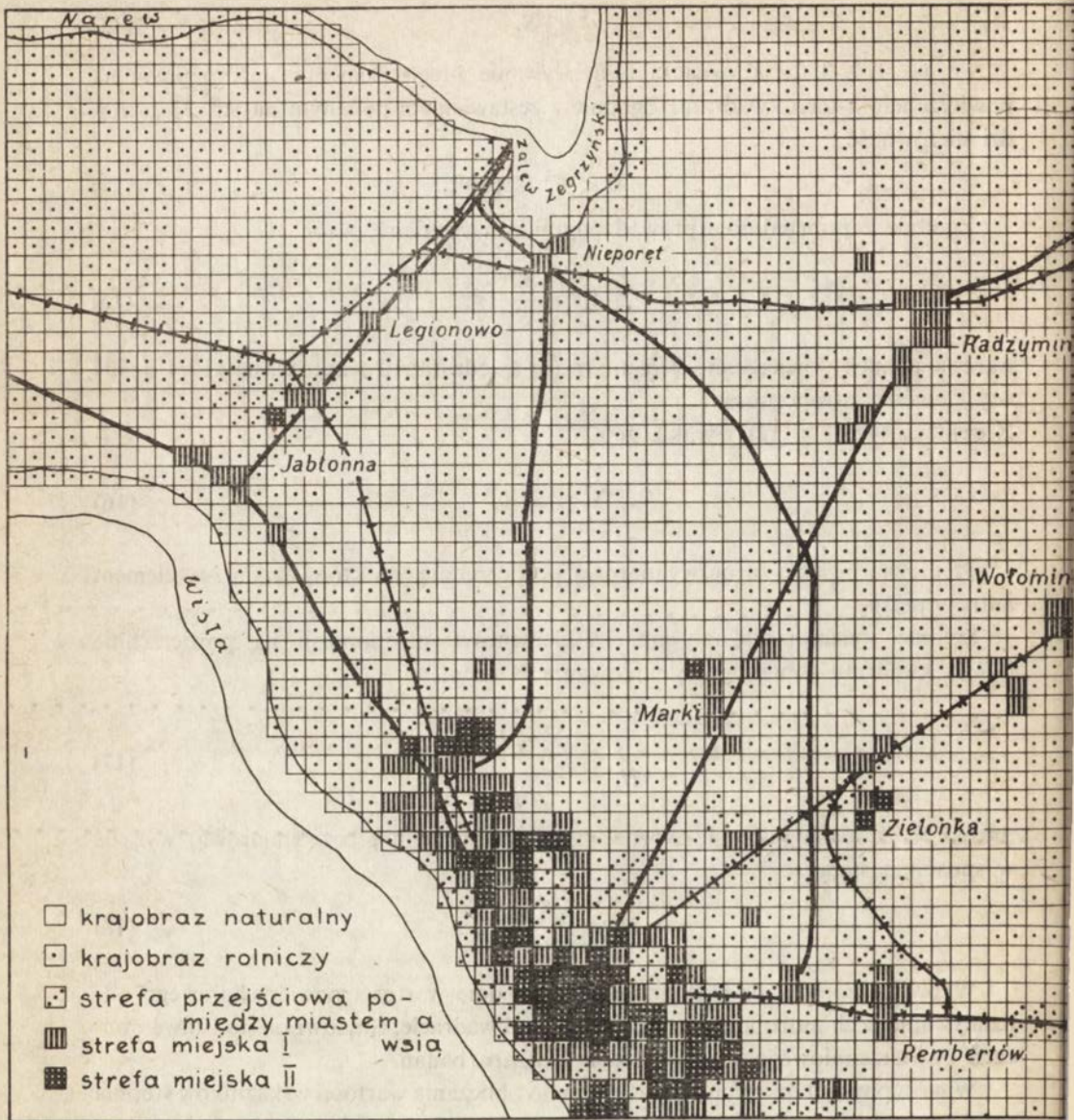
$$H_k = \sum_{i=1}^k \xi_i^k F_i^k. \quad (18)$$

Wyprowadzony wzór (18) przedstawia średnie wartości powierzchniowego oddziaływania cech antropogenicznych w k -tym kwadracie. Stanowi on podstawę obliczeń powierzchniowego przekształcenia obszaru badań.

W następnym etapie prac przystąpiono do obliczania wartości wskaźników stopnia przekształceń antropogenicznych dla poszczególnych kwadratów roboczych. Ustalono liczbę, rodzaj i zasięg oddziaływań, a po podstawieniu do wyprowadzonego wyżej wzoru otrzymano sumaryczną wartość wskaźnika stopnia przekształceń antropogenicznych dla całego kwadratu.

ROZMIARY SKUTKÓW ANTROPOPRESJI

Zgeneralizowane skutki różnych form antropopresji określono za pomocą wskaźników cyfrowych, obliczonych dla każdego z 2581 kwadratów roboczych. W granicach badanego obszaru wartości tych wskaźników wahają się w granicach od 0,1 do 59,6%.



Ryc. 8. Kartogram przedstawiający zróżnicowanie przestrzenne antropopresji na badanym obszarze
Distribution of anthropogenic transformations in the investigated area

Uzyskane wartości połączono w 4 główne grupy (ryc. 8), a mianowicie:

1. **Krajobraz prawie naturalny.** Obejmuje kwadraty, w których wartości wskaźników wahają się w granicach 0,1–10,0%. Do grupy tej należą m. in.:

a) lasy na siedlisku naturalnym (wskaźnik 0,1–1,0%);

b) lasy z pojedynczym elementem antropogenicznym, np. drogą, linią kolejową, kanałem itp., lasy z haliznami lub pastwiskami (wskaźnik 1,0–5,0%);

c) lasy z dwoma lub więcej elementami antropogenicznymi, zajmującymi jednakże niewielkie powierzchnie.

2. Krajobraz rolniczy. Obejmuje kwadraty z wskaźnikami przekształceń o wartościach 10—30%. W jego obrębie wyróżniono:

a) Tereny z dominacją użytków zielonych lub gruntów orných, ekstensywnie zagospodarowane, z niewielkim udziałem lasów na siedlisku naturalnym oraz lasy na siedlisku niezgodnym z charakterem drzewostanu. Ponadto zakwalifikowano w tej klasie oddziaływania o zróżnicowanych wartościach wskaźnika, np. las naturalny i znajdujące się w nim duże pod względem powierzchni wysypisko śmieci czy lasy ze szlakami komunikacyjnymi lub zabudową półmiejską. W klasie tej wskaźniki osiągają wartości w granicach 10—15%.

b) Tereny z dominacją zabudowy wiejskiej, jak też osiedla domków jednorodzinnych strefy podmiejskiej otoczone gruntami ornymi, lasem lub użytkami zielonymi. W tej podklasie znalazły się również tereny pokryte pojedynczą zabudową miejską wysoką, otoczoną lasami naturalnymi lub gruntami ornymi lub też użytkami zielonymi. Wskaźniki antropopresji osiągają w tej grupie wartości w granicach 15—20%.

c) Tereny rolnicze obejmujące grunty orne zagospodarowane w sposób ekstensywny lub intensywny z urządzeniami hodowli intensywnej lub szklarniami. W obrębie kwadratów roboczych brakuje na ogół lasów, których obecność znacznie obniża wskaźnik antropopresji. Dominują różne formy zabudowy wiejskiej, rozmieszczone najczęściej wzdłuż szlaków komunikacyjnych, przeważnie szos, o nawierzchni utwardzonej i nieprzeziąkliwej.

Wskaźniki stopnia przekształceń dla tych obszarów wahają się w granicach 20—30%.

3. Krajobraz podmiejski (strefa przejściowa pomiędzy miastem i wsią). Pod względem sumarycznej wartości wskaźnika stopnia przekształceń strefa ta pokrywa się ze strefą krajobrazu rolniczego, różniąc się jedynie odmiennym charakterem zagospodarowania przestrzennego. Wskaźniki antropopresji oscylują pomiędzy 10 a 30%.

W strefie przejściowej znajdują się różne formy przestrzenne zabudowy osiedlowej, luźnej, jednorodzinnej, zazwyczaj z ogródkami przydomowymi, często wyposażone w szklarnie, jak też luźna, wysoka zabudowa typu miejskiego, lecz otoczona zewsząd lasem naturalnym. W zasięgu tej strefy znalazły się ponadto obiekty o funkcjach specjalnych, które nie mogą być zlokalizowane na terenach zabudowy mieszkalnej.

Typową formą przestrzenną krajobrazu podmiejskiego są współwystępujące fragmenty gruntów orných z luźną i pojedynczą zabudową typu podmiejskiego. Znaczne przestrzenie zajmują nieraz torowiska, magazyny, składy, wśród których spotyka się również pojedyncze zakłady przemysłowe, ogródki działkowe itp.

Specyficzną formą krajobrazu podmiejskiego jest otoczenie Zalewu Zegrzyńskiego; wskaźnik przekształceń środowiska wynosi tam 28,8%.

4. Krajobraz miejski

a) Krajobraz miejski I obejmuje tereny o wskaźnikach zmian zawartych w przedziale 30—40%. Dominują w nim fragmenty luźnej, nowoczesnej zabudowy miejskiej,

z niewielkim udziałem miejskiej zabudowy zwartej oraz osiedla domków jedno- lub kilkurodzinnych. W strefie tej znajdują się również pojedyncze zakłady przemysłowe i składy, rozwinięta jest też sieć transportowa. Liczba form strukturalnych przypadająca na jednostkę powierzchni jest w tym typie znacznie wyższa niż w strefie podmiejskiej.

b) Strefa miejska II obejmuje tereny o wskaźnikach antropopresji przekraczających 40%. Są to centralne tereny miasta, w obrębie których dominuje zabudowa miejska zwarta o wysokości powyżej 4 pięter. Wśród zabudowy mieszkalnej znajdują się zakłady przemysłowe z licznymi źródłami emisji zanieczyszczeń. Teren pomiędzy budynkami pokrywa nawierzchnia nieprzeziąkliwa. Zieleń miejska jest na ogół uboga. Ten typ zabudowy obejmuje fragmenty miasta powstałe przed kilkudziesięciu laty i nie spotyka się go w dzielnicach nowoczesnych. Zakłady przemysłowe wybudowane w okresie powojennym na peryferiach miasta tworzą obecnie duże dzielnice przemysłowe. Charakteryzują się one silną koncentracją różnego rodzaju antropopresji i również osiągają wskaźniki przekraczające 40%. Tereny rekreacyjne zarówno wewnątrz miasta, jak i na jego peryferiach, mają te same wartości wskaźników przekształceń co i tereny rolnicze, a mianowicie od 15 do 30%. Miejskie tereny zielone obniżają w znaczny sposób sumaryczne wskaźniki przekształceń środowiska na terenach zurbanizowanych.

Tereny rekreacyjne znajdujące się nad Jeziorem Zegrzyńskim w pobliżu Nieporętu stanowią samodzielną formę zagospodarowania. Procentowy udział poszczególnych grup oddziaływań w przekształcaniu powierzchni badanego obszaru przedstawia tabela 27.

Tabela 27

Procentowy udział poszczególnych grup oddziaływań w przekształcaniu powierzchni badanego obszaru

	Grupa oddziaływania	Powierzchnia w ha	Udział procentowy
1	Krajobraz półnaturalny	16 475	25,5
2	Krajobraz rolniczy	39 900	61,8
3	Krajobraz podmiejski	2 000	3,1
4	Krajobraz miejski I	3 525	5,5
5	Krajobraz miejski II	1 725	2,7
6	Tereny rekreacyjne	900	1,4
	Ogółem:	64 525	100

ROZMIESZCZENIE WSKAŹNIKÓW ANTROPOPRESJI

OBSZAR WARSZAWY

Najwyższe wskaźniki przekształceń antropogenicznych, wahające się w granicach 40–60%, występują przeważnie w granicach Warszawy. Wśród tych najbardziej zurbanizowanych i uprzemysłowionych obszarów znajdują się również powierzchnie

o znacznie obniżonym wskaźniku, osiągającym nawet 15—25%. Są to tereny ze znacznym udziałem zieleni miejskiej. Na prawym brzegu Wisły obszary najwyższych przekształceń ciągną się od północnej strony Kanału Żerańskiego, gdzie dominuje nowoczesna zabudowa przemysłowa, do południowej granicy opracowania, biegnącej przez Saską Kępe.

Obszary o najwyższym stopniu przekształceń (o wartościach powyżej 40%) występują głównie w centrum Pragi obejmując otoczenie ulicy Targowej, na północy po rejon ulicy Ratuszowej i 11 Listopada, a na wschodzie po Kamionek Przemysłowy i otoczenie ulicy Radzymińskiej. Obszar ten zajmuje powierzchnię około 525 ha. Ponadto obszary o wskaźnikach przekraczających 40% występują wyspowo na północ od Ronda Starzyńskiego oraz w pasie zabudowy przemysłowej wzdłuż Alei Stalingradzkiej. Są to głównie tereny FSO i rejon „Faelbetu” na północnym brzegu kanału Żerańskiego.

We wschodniej części miasta najwyższy stopień przekształceń stwierdzono na Targówku Przemysłowym w okolicach Warszawskiej Fabryki Mebli przy ulicy Siarczanej oraz wokół Warszawskich Zakładów Telewizyjnych przy ulicy Matuszewskiej, a także w pobliżu Ronda Wiatraczna. Zwarta zabudowa mieszkalna występuje tam obok przemysłowej, wiele jest też punktów emisji zanieczyszczeń atmosfery.

Zakłady przemysłowe zlokalizowane są w znacznym zagęszczeniu na Targówku i Kamionku. O ich uciążliwości, zwłaszcza w obszarze zabudowy zwartej, świadczą niektóre dane. Na przykład w Polskich Zakładach Optycznych przy ul. Mińskiej kotłownia zużywa węgiel o zawartości siarki 0,8—1%. Daje on w procesie spalania 15—25% popiołu, a emisja pyłów z 6 kominów o wysokości 10 m i średnicy 0,8 m wynosi 1 t na dobę.

Warszawskie Zakłady Przemysłu Gumowego Stomil przy ul. Gocławskiej zużywają do produkcji jeszcze gorsze gatunki węgla, który zawiera 1,3—2,0% siarki, a w procesie spalania wytwarza do 30% popiołu. Zakłady te położone w centrum zabudowy mieszkalnej mają na swoim terenie potężny komin o wysokości 55,5 m, emitujący gazy z szybkością 5 m/sek.

Położone w sąsiedztwie Warszawskie Zakłady Wytwórcze Aparatury Wysokiego Napięcia emitują pyły i gazy przez trzy kominy o wysokości 22—30 m.

Duże znaczenie jako meliorator warunków życia w tej części miasta ma zespół zieleni miejskiej Cmentarza Bródnowskiego. Obniża on wartości wskaźnika stopnia przekształceń do 15—25% na przestrzeni 25 ha.

Wartość tę obniżają również tereny przeznaczone jako rezerwa dla budownictwa przemysłowego, położone na północ od FSO w widłach jakie tworzy tor linii kolejowej Warszawa—Jabłonna i Kanał Żerański; podobnie jak i tereny położone na zachód od Warszawskich Zakładów Telewizyjnych.

W samym centrum Pragi obniżenie wartości sumarycznej stopnia przekształceń wynika z oddziaływania Ogrodu Zoologicznego, Parku Praskiego, Parku Skaryszewskiego jak i terenów zielonych wokół Stadionu Dziesięciolecia.

Saska Kępa, która stanowi również skupienie zabudowy mieszkalnej o wskaźnikach stopnia przekształceń przekraczających 40%, jest oddzielona od silnie rozbudo-

wanego w okresie powojennym Grochowa pasem zieleni ogródków działkowych i zieleńców, leżących po północnej stronie Alei Waszyngtona.

Tak więc w granicach miasta można zaobserwować zjawisko nasilania się z biegiem czasu stopnia przekształceń antropogenicznych, zwłaszcza na terenach słabiej zagospodarowanych, czyli proces zmierzający do wyrównywania istniejących różnic w rozmiarach antropopresji. Równocześnie daje się zauważyć obniżenie wartości wskaźników maksymalnych na obszarach zabudowywanych obecnie, wynika to ze struktury urbanistycznej nowych osiedli. Najczęściej bowiem spotykana formą nowoczesnej zabudowy miejskiej są pojedyncze bloki, luźno rozrzucone pomiędzy zieleńcami.

Wskaźnik stopnia przekształceń dla tego rodzaju zabudowy wynosi 47,5%, a więc jest znacznie niższy od wskaźnika dla form zabudowy zwartej wysokiej starożytnego typu (63,3%).

Cechą charakterystyczną nowego budownictwa jest oddzielanie zabudowy mieszkalnej od zabudowy przemysłowej, ponadto nowoczesne zakłady przemysłowe mają w porównaniu ze starymi o wiele mniejszą liczbę źródeł emisji zanieczyszczeń.

Głównym sprawcą zanieczyszczeń powietrza w północnej strefie miasta jest Elektrociepłownia Żerańska, której dwa 100-metrowe kominy i jeden 200-stumetrowy emitują 74 tony pyłów na dobę. Zapylenie potęgują hałdy miazgi węglowej składowanej na powietrzu oraz wysypisko popiołów i szlaki usytuowane pomiędzy elektrociepłownią i FSO.

Znaczne zanieczyszczenie atmosfery powodują też 20-metrowe kominy fabryk asfaltu przy ulicy Białołęckiej i Marywilskiej. Ich kotłownie opalane są węglem, koksem i olejem napędowym.

Na północ od Kanału Żerańskiego źródła emisji zanieczyszczeń znajdują się na terenie Tarchomińskich Zakładów Farmaceutycznych „Polfa” przy ulicy Fleminga. Kotłownia tych zakładów opalana jest miazgą węglową, a dwa kominy stalowe o wysokości 25 m i średnicy 1,2 m i 1,7 m emitują znaczne ilości pyłów i SO_2 .

Zakłady Elementów Betonowych „Faelbet” przy ulicy Marywilskiej mają na swym terenie kotłownię wyposażoną w dwa żelazne kominy o wysokości 28 m i średnicy 1,20 m.

Dzielnice przemysłowe powstawały również na terenach luźnej zabudowy typu podmiejskiego. Pomiedzy zakładami przemysłowymi znajdują się jeszcze jednorodzinne parterowe lub piętrowe domki otoczone ogródkami warzywnymi lub sadami.

Na terenie Nowego Bródna ten typ zabudowy jest wypierany przez nowoczesne budownictwo mieszkaniowe, składające się z luźno rozmieszczonych bloków o wysokości powyżej 4 pięter. Dzielnica ta rozrasta się w kierunku wschodnim i północnym kosztem obszarów rolniczych.

OBSZARY PODMIEJSKIE

Charakterystyczną formą zagospodarowania terenów podmiejskich są urządzenia intensywnej gospodarki warzywniczej i hodowlanej. Wskaźniki stopnia przekształceń dla tych obiektów wahają się w granicach 30–40%.

Te właśnie wartości osiąga również pas upraw intensywnych, położony na wschód

od Cmentarza Bródnowskiego. Drugi podobny obszar intensywnego rolnictwa z przewagą hodowli znajduje się w Elsnerowie.

Zabudowa luźna jednorodzinna z ogródkami przydomowymi i sadami dominuje w Wiśniewie, Henrykowie, Dąbrówce, Białolece i Żeraniu, a także w Lewinowie, Wygodzie, Wawrze, częściowo w Marysinie Wawerskim. Jest to typowa zabudowa podmiejska, w której wiele działek, zwłaszcza na Żeraniu i w Wiśniewie, wyposażono w szklarnie. Znaczny odsetek powierzchni przeznaczono też pod gruntowe intensywne uprawy warzyw lub kwiatów. Lasy występują na tych terenach sporadycznie, zwykle na wydmach, np. w rejonie Dąbrówki oraz pomiędzy Wawrem i Olszynką. Są to zazwyczaj młode drzewostany sosnowe. Omawiany rodzaj zagospodarowania terenu osiąga wartości stopnia przekształceń w granicach 25–30%.

Poza granicami Warszawy zarysowują się pewne prawidłowości w rozmieszczeniu wskaźników stopnia przekształceń. Wyższe wartości tych wskaźników grupują się wyraźnie wzdłuż szlaków komunikacyjnych, zostawiając pomiędzy nimi fragmenty krajobrazu naturalnego, który zachował się najlepiej na wydmach w okolicach Nieporętu, Białobrzegów czy Beniaminowa.

Wskaźniki stopnia przekształceń na tych terenach nie przekraczają 5%. Główne pasy wzmoczonej antropopresji można zaobserwować wzdłuż:

1 — szosy radzywińskiej z wyraźnym zaakcentowaniem na terenie Pustelnika i Radzymina,

2 — linii kolejowej Warszawa—Białystok, głównie w Ząbkach, Zielonce, Kobylce i Wołominie,

3 — linii kolejowej do Mińska Mazowieckiego z wyraźnym wzrostem wskaźnika w Rembertowie,

4 — szosy Warszawa—Jabłonna i Jabłonna—Zegrze (sumaryczne wskaźniki antropopresji zwiększają się wyraźnie w Jabłonie, Legionowie i Wieliszewie),

5 — Kanału Żerańskiego; jest to szlak stosunkowo młody, wokół niego przeważa głównie krajobraz rolniczy, a wskaźniki antropopresji są tam niższe, niż dla wymienionych wyżej pasm.

Wartości powyżej 30% występują tylko na terenie Nieporętu i na południe od Rembelszczyzny, gdzie zaznacza się wpływ zakładu przemysłowego.

Pas antropopresji wzdłuż linii kolejowej Warszawa—Białystok

W pasie tym dominują wskaźniki stopnia przekształceń w granicach 15–30%. Wyższe wartości osiągają one jedynie w Zielonce, Kobylce, Wołominie.

W Zielonce około 50 ha powierzchni podlega przekształceniom w granicach 40–50%, a 100 ha — w granicach 30–40%.

Najwyższe przekształcenia zanotowano na terenach rozbudowanych po wojnie i położonych na południe od szosy z Ząbek do Wołomina. W zachodniej części miasta powstały tam nowoczesne osiedla domków jednorodzinnych, a w części wschodniej osiedle mieszkaniowe, będące przykładem miejskiej nowoczesnej zabudowy luźnej.

Pomiędzy dzielnicami mieszkalnymi znajdują się kolejowe Zakłady Zabezpie-

czenia Ruchu i Łączności. Obejmują one teren około 20 ha, a ich kotłownia zużywająca na 1 dobę 174 t węgla emituje przez 25-metrowy komin ponad 10 t pyłów i SO_2 na dobę.

Leżący na północ od szosy teren Starej Zielonki obejmuje zabudowę podmiejską luźną. Są to na ogół domki jednorodzinne z ogródkami warzywnymi i kwiatowymi. Dla terenów tych wskaźnik przekształceń wynosi 25–30%.

Pomiędzy tymi głównymi ciągami wzmoczonej antropopresji występują bory sosnowe, najczęściej na siedlisku naturalnym. Są to fragmenty terenu o mało zmienionych warunkach naturalnych, z zachowanymi zbiorowiskami roślin i utrzymującymi się tam gatunkami zwierząt.

Stosunkowo najlepiej zachowane obszary zbliżone do naturalnych występują w 7 kompleksach leśnych (tab. 28).

Tabela 28

Obszary zbliżone do naturalnych na badanym obszarze

	Nazwa kompleksu leśnego	Krajobraz półnaturalny w ha		
		w formie zwartej	w formie rozproszonej	razem
1	Chotomów	350	400	750
2	Białobrzegi-Beniaminów	300	275	575
3	Wieliszew-Nieporęt	475	75	550
4	Wólka Radzyńska-Struga	—	425	425
5	Rezerwat im. Sobieskiego	400	—	400
6	Choszczówka-Jabłonna	100	300	300
7	Zielonka-Struga	—	150	150
	Razem:	1625	1525	3150

Pas antropopresji wzdłuż szosy Warszawa—Radzymin

Wzdłuż szosy z Warszawy do Radzimina dominują przekształcenia o wskaźnikach powyżej 20%, a w okolicy Radzimina i Pustelnika zaznacza się wyraźny ich wzrost. W Markach wartości przekraczają 30% na terenach osiedli nowoczesnych domków jednorodzinnych. Osiedla te charakteryzują się znacznym zagęszczeniem standardowych budynków na działkach nie przekraczających 500 m² powierzchni.

W kierunku północno-wschodnim znajdują się tereny przemysłowe Pustelnika o wskaźniku stopnia przekształceń ponad 40%. Obecnie najbardziej uciążliwe dla środowiska są w tym rejonie cegielnie, pozostawiające znaczne obszary wyrobisk (na terenie Marek i Pustelnika ponad 200 ha). Większa ich część to wyrobiska stare, w których dawno już zaprzestano eksploatacji. Są to tereny nie wykorzystywane gospodarczo i wymagające rekultywacji. Ponadto cegielnie emitują przede wszystkim pyły i SO_2 poprzez 40-metrowe kominy, z których każdy wyrzuca na dobę ponad tonę tych zanieczyszczeń. Podobnie uciążliwe są w tym rejonie Zakłady Chemiczne

w Pustelniku, których kotłownia emituje około 1 t na dobę pyłów i SO₂. Zakłady przemysłowe w Pustelniku nie posiadają żadnych urządzeń odpylających.

Wskaźnik stopnia przekształceń w Markach i Pustelniku wynosi w centrum zabudowy (25 ha) 40–50%, a w jej otoczeniu (175 ha) — 30–40%.

Kolejnym skupiskiem większych przekształceń jest Radzymin. Wskaźniki na peryferiach tego miasta są średniej wielkości 20–30%. Przeważają tam osiedla domków jednorodzinnych wraz z zagrodami wiejskimi, otoczone ogródkami i sadami, a także gruntami ornymi. Uprawy wyspecjalizowane kwiatów i warzyw grupują się głównie w centrum Radzimina oraz na jego południowo-zachodnich peryferiach. Na pozostałym obszarze przeważają uprawy polowe, głównie żyta i ziemniaków.

Wskaźniki przekształceń rzędu 30–40% występują w centrum miasta na terenach zajętych przez cegielnię oraz przy Zakładach Sylikatowych. Tereny wyrobiskowe, skąd pobiera się piasek dla tej fabryki, znajdują się w lesie w okolicy wsi Rejentówka, w odległości 3 km od zakładów.

Na terenie Kobyłki przeważa zabudowa luźna jednorodzinna z ogródkami przydomowymi. Wskaźniki antropopresji dla tego obszaru wynoszą od 25 do 30%. Po zachodniej stronie szosy do Zielonki wybudowano osiedle nowoczesnych domków jednorodzinnych, a po przeciwnej stronie tej szosy powstają obecnie zakłady przemysłowe.

Zakończono już budowę Zakładów Urządzeń Telefonicznych TELKOM, a w budowie znajdują się zakłady maszyn budowlanych i drogowych BUDOR oraz Zakłady Maszyn Biurowych. Tak więc i tu również wzrastać będzie stopień antropizacji, który już w centrum osiągnął wartości rzędu 30–40%.

W granicach opracowania znalazła się tylko zachodnia część Wołomina. Centrum miasta obejmuje zabudowę miejską zwartą, starego typu, wraz z zabudową jednorodziną luźną. Wskaźnik przekształceń środowiska osiąga tutaj wartość 42,3%. Wokół tego centrum, zwłaszcza po północnej stronie torów, powstały luźne osiedla domków jednorodzinnych i nowoczesna luźna zabudowa mieszkalna typu miejskiego. Dla obszarów tych wskaźniki wahają się w granicach 30–40%.

Pas antropopresji wzdłuż linii kolejowej z Warszawy do Mińska Mazowieckiego

Stopień przekształceń antropogenicznych jest w tym pasie bardzo zróżnicowany. W okolicach Kawęczyna znajdują się duże obszary rolnicze zagospodarowane w sposób ekstensywny, o wskaźniku przekształceń środowiska 15–30%.

Obszar zajęty przez Zakłady Wyrobów Gumowych w Kawęczynie zajmuje około 75 ha powierzchni, a omawiany wskaźnik osiąga tu wartość do 40%. W Rembertowie podobne wartości wskaźnika występują na przestrzeni około 125 ha. Przeważa tam zabudowa jednorodzinna, a przy głównych ulicach zwarta typu miejskiego. Wiele budynków jest drewnianych. Najniższe wskaźniki stopnia przekształceń rzędu 5–10% występują na terenach leśnych pomiędzy Kawęczynem a Rembertowem oraz pomiędzy Rembertowem a Wesołą, a rzędu 10–25% na terenie południowo-wschodniego Rembertowa i Wesołej w obszarze zabudowy jednorodzinnej.

Pas antropopresji wzdłuż szosy Warszawa—Jabłonna i Jabłonna—Zegrze

W kierunku północno-zachodnim wychodzą z prawobrzeżnej Warszawy dwa szlaki komunikacyjne, a mianowicie linia kolejowa do Nowego Dworu i szosa, która w Jabłonie rozwidła się w kierunku Zegrza. Wzdłuż linii kolejowej występuje głównie zabudowa luźna z ogródkami przydomowymi. Wskaźniki stopnia przekształceń nie przekraczają tu 25%. Natomiast w Legionowie zaznacza się wyraźny wzrost wskaźnika osiągającego wartości rzędu 30—40%, a nawet 40—50%, jak np. na skrzyżowaniu toru kolejowego z szosą do Zegrza. W obrębie zabudowy mieszkalnej Legionowa znajdują się zakłady przemysłowe o małym stopniu uciążliwości.

Mazowieckie Zakłady Wapienno Piaskowe, zlokalizowane poza obrębem zwartej zabudowy, wytworzyły wokół siebie wyrobiska o powierzchni około 30 ha. Kociołnia tych zakładów zużywa na dobę około 40 t węgla, a 40-metrowej wysokości komin emituje rocznie około 175 t pyłu i 440 t SO₂. Wskaźnik stopnia przekształceń dla obszaru, na którym znajduje się ten zakład, wynosi 27,0—30,8%. Produkcja odbywa się kosztem dewastacji sąsiadujących z zakładem borów sosnowych porastających wzgórze wydmowe.

Wzdłuż szosy z Warszawy do Jabłony przeważa krajobraz rolniczy, przewany tylko na północ od Dąbrówki Szlacheckiej przez pas wydm porośniętych młodym borem sosnowym. W rejonie Jabłony po obydwóch stronach szosy znajdują się grunty orne zagospodarowane w sposób intensywny i wyposażone w szklarnie. Wskaźnik przekształceń środowiska osiąga na tym obszarze wartość 15—25%, a miejscami przekracza nawet 25%. Wyższy stopień transformacji środowiska występuje w Henrykowie i Jabłonie na obszarze luźnej zabudowy podmiejskiej, ze szczególnie intensywną uprawą warzyw i kwiatów.

Na północnym zachodzie badanego terenu dominują grunty orne zagospodarowane w sposób ekstensywny, które razem z luźną zabudową wiejską i drogami o nawierzchni nieprzeziąkliwej przekształcają środowisko w 25—30%.

W dolinie Narwi, gdzie przeważają użytki zielone na terenach dawnych starorzeczy, wskaźniki są niskie i na ogół nie przekraczają 10—20%.

Pas antropopresji wzdłuż Kanału Żerańskiego

Pas silniejszych oddziaływań antropogenicznych, rozciągający się wzdłuż Kanału Żerańskiego i szosy do Nieporętu, ma wskaźniki przekształceń wyraźnie niższe od pozostałych pasów biegnących wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Fakt ten spowodowany jest tym, że tereny te jeszcze przed 20 laty były zacofane gospodarczo. Przeważały niskotowarowe gospodarstwa rolne, większość gruntów wymagała melioracji, brakowało dróg o utwardzonej nawierzchni. Dopiero po wybudowaniu szosy do Nieporętu, łączącej Warszawę z ośrodkami rekreacyjnymi nad Zalewem, nastąpiło ożywienie gospodarcze tych terenów. Jedyne zakłady przemysłowe zlokalizowane na tym terenie jest przykładem nowoczesnej zabudowy przemysłowej i nie daje zanieczyszczeń powietrza. Rozbudowuje się Nieporęt, w którym powstają osiedla nowoczesnej zabudowy jednorodzinnej. Pod ten rodzaj budownictwa przeznaczają się tereny

wydmore, porośnięte dotychczas borem sosnowym. Stosunkowo niedawno — w 1962 r. zbudowano na tym terenie sztuczne Jezioro Zegrzyńskie, a kanał oddano do eksploatacji w rok później. Obok funkcji komunikacyjnych, ma on również znaczenie melioracyjne, obniżając wydajnie poziom wód gruntowych w okolicy. Przy połączeniu kanału z jeziorem powstał port wraz z zapleczem. Na terenie Nieporętu, poza obszarem portowym, wskaźniki stopnia przekształceń nie przekraczają na ogół 30%.

PODSUMOWANIE

Badania, których wyniki prezentowane są w niniejszej pracy, dotyczą głównie zagadnień metodycznych kompleksowego ujmowania interakcji „człowiek—środowisko”. Proponowane metody zostały zweryfikowane na obszarach kontaktowych między wielkim rozwijającym się organizmem miejskim, a terenami o mało jeszcze zmienionych warunkach przyrodniczych. W fazie wstępnej, dokonano szczegółowej analizy środowiska przyrodniczego, które podzielono na 230 elementów, rozpatrywanych, jako „biorcy oddziaływań antropogenicznych”. Analizie poddano również system techniczno-produkcyjny człowieka. Wyodrębniono w nim 8 głównych subsystemów, które składały się łącznie z 80 elementów, rozpatrywanych jako dawcy przekształceń antropogenicznych. Do określenia rozmiarów tych przekształceń posłużono się pięciostopniową skalą ocen, którą można dowolnie rozszerzyć lub też zawęzić w przypadku zmiany zakresu badań.

Jak wykazano na str. 13, 15 błąd oceny kształtuje się w granicach $\pm 15\%$ w przypadku jednej osoby bonitującej i może ulec znacznemu zmniejszeniu, jeżeli praca będzie wykonywana zespołowo.

W pracy zastosowano trzy rodzaje wskaźników: wskaźnik zakresu, natężenia i stopnia przekształceń, które posłużyły do badania zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym pod wpływem gospodarczej działalności człowieka. Najszerzej wykorzystano wskaźnik stopnia przekształceń, który okazał się najbardziej przystosowany do charakteru niniejszej pracy. Wskaźnik ten określa w procentach odchylenia od maksymalnie możliwej sumy walorów, czyli odnosi się do teoretycznej, ujętej liczbowo zagłady środowiska przyrodniczego. Pozostałe wskaźniki — zakresu i natężenia przekształceń — mają również zastosowanie, przy czym stwierdzono, że ich przydatność byłaby większa w badaniach prowadzonych w skali bardziej szczegółowej.

Wyniki badań wykazały, że spośród podstawowych struktur środowiska przyrodniczego biosfera podlega najsilniejszym przekształceniom. Średni stopień przekształceń tego podsystemu wynosi bowiem 59% i znacznie przewyższa średnie wskaźniki dla pedosfery (41,0%), litosfery (21,0%), hydrosfery (19,2%) i atmosfery (15,5%).

Również pedosfera jest przekształcana w wysokim stopniu, np. wskaźniki stopnia przekształceń przez formy zwartej zabudowy miejskiej przekraczają nawet wartość 90%.

Zakres przekształceń jest najszerzy również w biosferze. Wskazuje na to domi-

nacja elementów aktywnych, które w przypadku oddziaływania przemysłu, czy składowisk odpadów, osiągają 100%, a w pozostałych:

- 99,4% dla zabudowy mieszkalnej miejskiej,
- 99,0% dla zabudowy mieszkalnej wiejskiej,
- 96,9% dla przeobrażeń powierzchni ziemi,
- 91,5% dla urządzeń komunikacyjnych,
- 89,6% dla terenów rekreacji miejskiej,
- 88,9% dla gospodarki rolnej,
- 74,2% dla urządzeń gospodarki wodnej,
- 70,6% dla gospodarki leśnej.

Jak wynika z przytoczonych danych, biosfera okazała się elementem najbardziej wrażliwym, dlatego też w badaniach kompleksowych odnoszących się do relacji „człowiek – środowisko” należy zwracać na nią szczególną uwagę. Spośród dawców oddziaływań, tj. strukturalno-przestrzennych form aktywności ludzkiej wszelkie formy zabudowy są czynnikiem przekształcającym środowisko w najszerszym zakresie. Wartości zakresu przekształceń wahają się w ich przypadku w granicach 80–88,7% i przewyższają wartość wskaźników innych rodzajów oddziaływań antropogenicznych.

Formy zabudowy dominują również pod względem stopnia przekształceń – szczególnie w stosunku do atmosfery, a także litosfery, hydrosfery i pedosfery. Natomiast jeśli chodzi o biosferę, to jest ona przekształcana nasilniej przez urządzenia komunikacyjne i składowiska odpadów.

Tabela 29

Stopień przekształceń środowiska przyrodniczego przez poszczególne grupy oddziaływań antropogenicznych z uwzględnieniem oddziaływań zerowych

Lp.	Nazwa grupy oddziaływań antropogenicznych	Wartość 0-4 średniego wskaźnika stopnia przekształceń
1	Składowiska odpadów	46,8
2	Zabudowa miejska	44,0
3	Urządzenia komunikacyjne	40,3
4	Zabudowa wiejska	24,4
5	Przeobrażenia powierzchni ziemi	24,0
6	Gospodarka rolna	23,0
7	Miejskie tereny rekreacyjne	22,3
8	Zabudowa przemysłowa*	22,0
9	Gospodarka wodna	17,1
10	Gospodarka leśna	11,4

* Stosunkowo niską wartość tego wskaźnika tłumaczy się faktem wzięcia pod uwagę w badaniach jedynie emisji zanieczyszczeń.

Badania wykazały, że formy zwartej zabudowy miejskiej w sposób równomierny i w wysokim stopniu przekształcają wszystkie podsystemy środowiska.

O tym, jak silną presję wywierają składowiska odpadów na środowisko, a szczególnie na biosferę, hydrosferę i pedosferę, świadczy wielkość średniego wskaźnika stopnia przekształceń, obliczonego dla całego środowiska przyrodniczego (tab. 29).

Z powyższego zestawienia do czynników najbardziej aktywnie oddziałujących na środowisko przyrodnicze należy zaliczyć: składowiska odpadów, zabudowę miejską i urządzenia komunikacyjne.

Z uwagi na elementy wyłącznie aktywne (1—4) oddziaływaniami najbardziej intensywnymi pozostają nadal trzy wyżej wymienione, z tym że ulega zmianie ich kolejność, na pierwsze bowiem miejsce wysuwają się urządzenia komunikacyjne, następnie składowiska odpadów i zabudowa miejska (tab. 30). Należy podkreślić, że dla tych trzech elementów wielkość wskaźnika stopnia przekształceń kształtuje się powyżej 50%.

Tabela 30

Stopień przekształceń środowiska przyrodniczego przez poszczególne grupy oddziaływań antropogenicznych z uwzględnieniem wyłącznie oddziaływań aktywnych

Lp.	Nazwa grupy oddziaływań antropogenicznych	Wartość 1-4 średniego wskaźnika stopnia przekształceń	Procentowy udział elementów zero-wych
1	Urządzenia komunikacyjne	64,6	37,9
2	Składowiska odpadów	63,4	26,2
3	Zabudowa miejska	54,6	20,6
4	Gospodarka wodna	48,4	59,7
5	Przeobrażenia powierzchni ziemi	46,9	43,0
6	Zabudowa przemysłowa	45,2	52,0
7	Miejskie tereny rekreacyjne	42,7	48,1
8	Gospodarka rolna	40,6	43,2
9	Zabudowa wiejska	38,7	37,9
10	Gospodarka leśna	27,0	58,6

Przeprowadzone studia syntetyczno-kartograficzne wykazały, iż wszelkie rodzaje zieleni miejskiej, a zwłaszcza lasy występujące w sąsiedztwie zabudowy, obniżają w znacznym stopniu sumaryczny wskaźnik przekształceń antropogenicznych. I tak np. w obszarach zwartej zabudowy miejskiej starego typu w centrum Pragi wskaźnik stopnia przekształceń wahał się w granicach 53—59%, a w sąsiedztwie Ogrodu Zoologicznego spada do 32%. Na terenie Cmentarza Bródnowskiego wskaźniki nie przekraczają 21%, podczas gdy całe jego otoczenie wykazuje wartości powyżej 30%. W odniesieniu do nowoczesnej miejskiej zabudowy mieszkaniowej, wskaźnik ten osiąga wartość 47%, a więc o około 10% niższą niż w zabudowie przedwojennej. Gdy nowoczesne osiedle mieszkaniowe typu miejskiego powstaje na terenach zalesionych, następuje widoczny spadek wartości wskaźnika. I tak np. w osiedlu „Marysin

Wawerski” wskaźnik nie przekracza nigdzie wartości 40%, spadając na wschodnich krańcach tegoż osiedla do zaledwie 14,3 i 18%. Podobnie w Białobrzegach nad Zalewem Zegrzyńskim z powodu bliskiego sąsiedztwa lasu, wskaźnik stopnia przekształceń na obszarach nowoczesnej zabudowy miejskiej nie przekracza 30%.

Wyniki uzyskane za pomocą zastosowanych metod pozwoliły na dostatecznie szczegółową analizę charakteru i struktur interakcji „człowiek—środowisko” w konkretnych warunkach presji miasta na otaczającą przyrodę i dotychczasowe formy użytkowania ziemi. Wydaje się, iż wykonanie badań podobnymi metodami po 5—10 latach pozwoliłoby na przejście z wnioskowania typu opisowego na ujęcie dynamiczne, a co za tym idzie — na stworzenie funkcjonalnego modelu skutków oddziaływania rozwijających się organizmów miejskich zarówno na ich otoczenie przyrodnicze, jak i na przyrodę wewnątrz miast.

LITERATURA

- Bartkowski T., 1961, *Próby oceny środowiska geograficznego metodą bonitacji (na przykładzie środkowej części Niziny Wielkopolskiej)*, Spraw. PTPN, 3—4/1961, Poznań.
- 1962, *Charakterystyka fizycznogeograficzna powiatu Lubsko dla potrzeb planistycznych*, Spraw. PTPN, 1—2/1962, Poznań.
- 1970, *Prognozowanie zmian w środowisku geograficznym*, Przegł. Geogr., t. 42, z. 4.
- 1971, *O metodyce oceny środowiska geograficznego*, Przegł. Geogr., t. 43, z. 3.
- 1972, *O pojęciu zasobów użytków środowiska geograficznego i metodyce ich mierzenia*, Przegł. Geogr., t. 44, z. 1.
- 1976, *Ochrona zasobów przyrody i zagospodarowanie środowiska geograficznego człowieka*, PWN, Warszawa.
- Chojnicki Z., 1969, *Metody matematyczne w badaniach geograficznych*, Czas. Geogr., t. 40, z. 2.
- 1970, *Podstawowe tendencje metodologiczne współczesnej geografii ekonomicznej*, Przegł. Geogr., t. 42.
- 1971, *Metody matematyczne w geografii fizycznej*, Przegł. Geogr., t. 43, z. 3.
- Ciechocińska M., 1973, *Kryteria delimitacyjne aglomeracji warszawskiej*, Nadb. Ogólnopolska konferencja na temat: „Aglomeracja łódzka na tle innych aglomeracji w Polsce”, Łódź, 3—4 X 1973.
- Czyż T., 1973, *Zastosowanie metod i modeli matematycznych w geografii polskiej*, Przegł. Geogr., t. 45, z. 1.
- Domański R., 1967, *Konstruowanie teorii w geografii ekonomicznej*, Przegł. Geogr., t. 39, z. 1.
- The environment of human settlements. Human well being in cities*, 1976, Proceedings of the Conference held in Brussels, Belgium, April 1976, Oxford Pergamon Press.
- Fleszar M., 1972, *Zanieczyszczenie i ochrona środowiska naturalnego w świecie*, Pol. Inst. Spraw Międzynarod., Warszawa.
- Grocholska J., 1974, *Czynniki wpływające na użytkowanie ziemi w Warszawie*, Studia KPZK PAN, t. 46, Warszawa.
- Iwanicka-Lyra E., 1969, *Delimitacja aglomeracji wielkomiejskich w Polsce*, Pr. Geogr. IG PAN, nr 76, Warszawa.
- Isacenko A. G., 1976, *Priladnoe landsaftovedenie*, Gosudarstvennyj Universitet im. A. A. Zdanova.
- Klimek K., Kotarba A., Obrębska-Starkel B., Starkel L., 1966, *Analiza i ocena środowiska geograficznego powiatu ropczyckiego dla potrzeb planowania regionalnego*, Dok. Geogr., z. 2/3.
- Kondracki I., 1967, *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa.
- 1970, *Terminy stosowane w nazewnictwie fizyczno-geograficznym Polski*, Acta Geogr. Lodz., nr 24, Łódź.
- 1976, *Podstawy regionalizacji fizyczno-geograficznej*, PWN, Warszawa.
- Kostrowicki J., 1968, *Środowisko geograficzne Polski. Warunki przyrodnicze rozwoju gospodarki narodowej*, PWN, Warszawa.
- Kostrowicki A. S., 1970, *Z problematyki badawczej systemu człowiek-środowisko*, Przegł. Geogr., t. 42, z. 1.
- 1971, *Możliwości oceny środowiska przyrodniczego przy pomocy wskaźników roślinnych*, Przegł. Geogr., t. 43, z. 3.

- Kukliński A., 1973, *Problematyka środowiska w polityce i planowaniu*, Przgl. Geogr., t. 45, z. 3.
- Leszczycki S., 1937, *Rola naturalnego środowiska geograficznego w planowaniu regionalnym*, Ochrona Przyrody, R. 17, Kraków.
- 1970, *Zagadnienia degradacji środowiska człowieka*, Studia KPZK PAN, Materiały sesji naukowej poświęconej problemom środowiska człowieka, Szczecin 9–10 XI 1970.
 - 1971a, *Podstawy polityki środowiskowej*, Nauka Polska, nr 6.
 - 1971b, *Zagadnienia ochrony środowiska w badaniach geograficznych*, Przgl. Geogr., t. 43, z. 3.
 - 1973a, *Perspektywa rozwoju nauk geograficznych*, Przemówienie Prezydenta Międzynarodowej Unii Geograficznej na XXII Międzynarodowym Kongresie Geograficznym w Montrealu w dniu 11 VIII 1972, Warszawa.
 - 1973b, *Rola i zadania geografii we współczesnym świecie*, Czas. Geogr., nr 44, z. 3–4.
 - 1974, *Problemy ochrony środowiska człowieka*, Pr. Geogr., IG PAN nr 108.
 - 1975, *Geografia jako nauka i wiedza stosowana*, PWN, Warszawa.
 - 1976, *Podstawowe zadania gospodarki przestrzennej*, Nauka Polska, nr 7.
- Muchina L. I., 1973, *Principy i metody technologicznej oceny przyrodnych kompleksow*, Nauka, Moskwa.
- Ogólna teoria systemów. Tendencje rozwojowe*, 1976, pod red. G. I. Kliva, Wyd. Nauk.-Techn., Warszawa.
- Richter H., 1974, *Zmiany stanu zagospodarowania środowiska strefy obrzeżnej miasta na przykładzie aglomeracji Lipska i Halle*, Przgl. Geogr., t. 46, z. 4.
- Środowisko miejskie i przemysłowe*, 1970, oprac. J. Paszyński, Materiały sesji naukowej poświęconej problemom ochrony środowiska, Szczecin 9–10 XI 1970.
- Środowisko naturalne wobec uprzemysłowienia i urbanizacji*, 1972, Kraj. Niż. Polski. praca wykonana pod kierunkiem J. Minorskiego, PWN, Warszawa.
- Waksmundzki K., 1968–1969, *Kompleksowa mapa sozologiczna województwa krakowskiego (6 map w podziałce 1:300 000)*, UJ Kraków.
- 1967, *Kompleksowa mapa zaburzeń i zniszczeń w środowisku geograficznym województwa krakowskiego (5 map w podziałce 1:500 000)*, UJ Kraków.
 - 1973, *Projekt instrukcji kompleksowego opracowania mapy sozologicznej (1:2 500 000—1:1 000 000; 1:500 000—1:300 000)*, UJ Kraków.
- Waksmundzki K., Brykowiec K., 1971, *Zagadnienia kompleksowej mapy zaburzeń i zniszczeń w środowisku geograficznym mapy sozologicznej*, Zesz. Nauk. AGH, Zeszyt Specjalny, nr 21.
- Wójcicka I., 1970a, *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na klimat miast*, Ochrona Powietrza, nr 6.
- 1970b, *Rola terenów pokrytych roślinnością w melioracji klimatu miast*, IUA, Warszawa.
 - 1971, *Uciążliwość klimatu miast i możliwości jego poprawy za pomocą roślinności*, IUA, Warszawa.
- Żmuda S., 1973, *Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego Konurbacji Górnośląskiej*, PWN, Warszawa.

CHANGES IN GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT WITHIN A RANGE OF INFLUENCE OF A BIG CITY. A CASE STUDY OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE WARSAW URBAN AGGLOMERATION

Summary

The study is mainly concerned with methodological problems. It is a presentation of a qualitative method of investigating the degree of transformations in geographical environment within the range of influence of a big city.

The following three problems have been set to be solved in the study:

1. To work out a method of a complex investigation of the range of influence exerted by economic activity of natural environment.
2. To verify the method by checking how it operates in a specific situation on a given area.
3. To apply the already verified method in further research work and to analyse results obtained.

The area under investigation was the north-eastern part of the Warsaw Urban Agglomeration together with adjacent areas, covering altogether 64 525 ha.

Several spatial patterns which appear on this area differ sharply in the amount of anthropopressure: from the greatly transformed central part of the district of Praga with its densely built-up area of high residential and industrial constructions, recreation grounds and transport facilities through the suburban zone with its numerous storage facilities, facilities of intensive agriculture and livestock breeding, as well as single industrial works, to small towns, lying near Warsaw, like Radzymin or Wołomin, surrounded by an „agricultural landscape”.

As it appears from the above there is a wealth of types of anthropogenetic transformations in that area. Mutual interrelations between those patterns create many possibilities of links between the theoretically differentiated associations and an objectively functioning reality. Moreover, regularities and trends in environmental changes can be detected and links uniting them investigated.



In the initial stage of the research work a so-called matrix of one sided influence was constructed: it contained all anthropopressure exerted in the conditions of the Polish lowland on the natural environment. The thus obtained „model” matrix contains a maximum of forms of anthropogenetic influences which have been detected in the investigated area as well as those which have not.

In constructing the matrix 11 forms of anthropopressure were taken into consideration, which contained 141 basic elements, the „donors” of the influence exerted on natural environment. The “taker” of anthropogenetic influences, that is natural environment, was also broadly treated, as the principal five environmental subsystems contained a total of 474 elements.

The elements of the “model” matrix were approached hierarchically in order to make it possible — when necessary — to gather them in groups and sub-groups.

The matrix presenting the interaction: man-environment was constructed on the basis of ranked one-sided influences (modification of the structures), as follows:

$N_2 = 141$	$N_1 = 474$	In-taking elements (takers)		
$j = 1, 2, 3, \dots, N_2$	$i = 1, 2, 3, \dots, N_1$	α_{11}	α_{21}	α_{31}
$j = 1, 2, 3, \dots, N_2$	$i = 1, 2, 3, \dots, N_1$	α_{12}	α_{32}	α_{ij}
$j = 1, 2, 3, \dots, N_2$	$i = 1, 2, 3, \dots, N_1$	α_{13}	α_{23}	α_{33}
				$\alpha_{ij} = 0, 1, 2, 3, 4$

Altogether, in the model matrix there were 66 834 potential fields of interactions; each of them was analysed on the basis of hitherto available knowledge and evaluated adequately. The adopted system of evaluation was relatively simple: the occurrence or non-occurrence of influence of a given element exerting influence (donor) on a given in-taking element (taker). It was therefore a "yes or no" system, which was subsequently made more complicated by the determination of the intensity of influences.

Certain, more complicated evaluations, such as "direct or indirect", "physical or chemical", "short-term or long-term", etc. influences were not taken into consideration: this was a conscious act, as in the initial stage of the study of a complex character the simplest approach should be adopted.

In order to determine the intensity of influences a five-class scale was adopted, in which 0 = none or very weak, 1 = weak, 2 = medium, 3 = strong, 4 = very strong, that is such when the whole system of the functioning of the given element is maximally changed.

The starting point, a so-to-say bench mark, for assessing the degree of anthropogenetic transformations was a hypothetical environment, in no way disturbed by man. In such an environment the total value of anthropopressure would equal, of course, zero, that is the mutual interaction of the separate components would be regulated by nature's laws only.

When the above described method is used in the evaluation of the degree of transformations of separate elements of natural environment, it is relatively easy to determine a very weak influence (class 0) and a maximal one (class 4). The most difficult task was to designate intermediary ranks (classes 1, 2, 3) as most unstable and subjective by their nature.

The quality of evaluation of the degree of transformations depends both on the knowledge of literature and own experiences gained during field research, on the one hand, and on the other, on views held by the person who has prepared the ranking. It should therefore be assumed beforehand that this person could not be treated as a perfect measuring instrument. In such a subjective assessment of the degree of transformations there must be a measurable error, analogous to the error contained in the instrument. With such an approach the margin of error when evaluating the influence of a single element-donor on a single element-taker is naturally quite wide. However, the more elements are simultaneously taken into consideration, the lesser becomes the error. In such a case the law of large numbers operates. Therefore, in the described study the matrix was, first of all, analysed as a whole, and the influence within the separate groups of elements was investigated subsequently, after its verification.

The total absolute error committed in the designation of the evaluation of transformations $\Delta\beta_N$, approached as a whole, results from errors committed when the values of separate Δa_N were determined and, at its maximum, it amounts to

$$\Delta\beta_N = \pm 25\%$$

The value of the maximal error was calculated on the assumption that the person entrusted with the evaluation committed the maximal absolute error, that is always +1 or -1. This is, however, hardly probable, especially when N is a large number. As it is also hardly probable that the person who has been entrusted with re-ranking always committed the same error of overevaluating ($\Delta a_N = +1$), or underevaluating ($\Delta a_N = -1$), it can be accepted that the actual error oscillates between ± 15 per cent.

*
* *
*

The construction of the basic matrix, representing a generalized evaluation of the influence of anthropogenetic forms on natural environment, was followed by a stage of collecting data in field research.

This part of the study was based upon a 1:25 000 topographical map of the north-eastern area of the Warsaw Urban Agglomeration, published in Warsaw in 1965. All anthropogenetic forms were plotted on the base map: namely, those which were presented on the map as well as those which were established in a period following the editing of the map sheets. It appeared that in certain area, especially in the suburban zone, the topographical and actual situation coincided in a rather broad outline only as in the meantime the geographical environment had undergone outstanding changes. The main task of the detailed field studies was therefore to register all anthropogenetic forms occurring on the investigated area in 1974. To obtain a real current picture of the area air photographs, made on the 1:30 000 scale, were used. The analysis of those photographs greatly speeded up the preparation of the much more detailed anthropization map of the environment, which became a basis for further investigation.

Material, obtained from the Office for Planning the Development of Warsaw (Biuro Planowania Rozwoju Warszawy) and from the Department of the Geography of Industry of the Polish Academy of Sciences Institute of Geography and Spatial Organization, was used to make a list of industrial works operating on the investigated area. Moreover, data illustrating amounts of emitted pollution, its types and sources were also collected.

Territorial mapping and the analysis of air photographs made it possible to construct the current map of the investigated area and to use it as a basis for the evaluation of the degree of the degradation of the natural environment under the influence of anthropogenetic factors. In the next stage the general matrix was verified in the following way:

a) The scale of evaluation was adapted to the situation occurring in the north-eastern part of the Warsaw Urban Agglomeration: certain influences, potentially relevant and highly evaluated in the general matrix, appeared to be, when analysed in a given actual case, not so strong: a typical example is the influence of gases, which though emitted on the investigated area, were really harmful elsewhere, namely in the south-eastern part of the Warsaw Urban Agglomeration.

b) Those elements and influences which were not detected in field research were eliminated and thus the number of "donors" fell down from 141 to 80, and of the number of potential influences decreased from 66 834 units to 18 400 units, that is almost 3,5 times.

*
* *
*

The verification of the elements of the matrix and of the scale of evaluation was followed by the determination of the degree of influence on every element of the natural environment for 80 anthropogenetic characteristics. The elements of the environment were previously grouped in 5 principal sections, namely: the atmosphere — 35 elements, the lithosphere — 31 elements, the hydrosphere — 79 elements, the pedosphere — 53 elements, the biosphere — 32 elements.

The grouping made it possible to calculate the average range of transformations both for the environment as a whole, as well as for the separate groups, i.e. the percentages of the elements transformed by a given form of anthropopressure in relations to all 230 elements forming the natural environment.

On this basis it was possible to establish the range of influence of the given elements of anthropopressure on the environment and to arrange all the elements according to those values. However, in this arrangement the intensity of influence was not accounted for, as the sum total of the values was not taken into consideration. The determination of this value of the interrelation "man-environment" became the subject of further studies.

*
* *

As stated above, each of the 80 forms of anthropopressure exerted an influence on each of the 230 elements of the natural environment, grouped according to the five-degree scale. The arithmetic means were calculated for 80 types of anthropopressure on the basis of the sum total of their values. The values of the mean totals of the values for the separate form of anthropopressure in relation to the total set and to the atmosphere, lithosphere, hydrosphere, pedosphere and biosphere, were thus obtained.

The intensity of anthropogenetic influence is therefore an arithmetic mean of the total sum of the values of the separate forms of anthropogenetic influence, calculated for the active elements (1—4) within every one of the 5 subsystems of the natural environment.

The percentage of the total of maximally possible values was adopted as the third index determining the degree of transformations of the environment, on the basis of the assumption that the anthropogenetic feature transforms all the elements of the environment, that is class 4. The obtained value demarcates the boundary of the theoretical complete destruction of the natural environment.

The result of the analysis of the matrix was compared with the theoretical value, accepted as 100%: the percentage of the deformation of the natural environment was calculated and the index of the degree of transformations, i.e. of actual changes which had occurred in the natural environment in relation to the sum total of maximal possible values, was obtained.

*
* *

On the basis of investigations carried out the character of the influence exerted by the separate anthropogenetic elements on the natural environment was determined. The following three aspects were taken into consideration: 1. the range of influence, 2. the intensity of influence, and 3. the degree of transformations. Further research work was mainly based on the index of the degree of anthropogenetic transformations, as this measure seemed to be more adequate in this respect than the remaining two. The average values, tabulated globally for the separate sub-systems of the natural environment of the investigated area, are as follows: 1. the biosphere 59,0, 2. the pedosphere 41,0, 3. the lithosphere 21,0, 4. the hydrosphere 19,2, 5. the atmosphere 15,5. This would have been a trivial effect, not worth while investigating, if the analysis had been concerned only with discovering which of the sub-systems was most strongly affected by anthropopressure.

However, it was not the global relationships between the transformations of the separate "spheres" which was the most essential factor but their internal variations in relation to the character of the donors of influence. It was calculated that, against the generally accepted views, the strongest influence was not always exerted by the same elements, and that the significance of the various forms of anthropopressure was different in various sub-systems of the natural environment. An analysis of the size of the indices of the degree of transformations occurring within those systems makes it possible to discover the most essential threats and therefore can supply guiding principles for a rational spatial development as far as the protection of the values of a given group of elements of the natural environment is concerned.

*
* *

Following the determination of the indices of the degree of transformations for every element represented in the legend of the map an attempt was made to generalize cartographically the obtained values. The 1:25 000 base map was therefore divided into squares, the dimensions of which were 2×2 cm (i.e. 500×500 m), the data for those squares were integrated and properly interpreted mathematically.

Intergration was based on the indices of the degree of anthropogenetic transformations, calculated for the separate types of influence, which occur in every square. The following formula was used:

$$H_k = \sum_{i=1}^k \xi_i^k F_i^k$$

where: H is a spatially averaged index of anthropopressure in a given square.

ξ_i^k = the area with the k -th square, occupied by a given element of anthropopressure,

F_i^k = the percentage of the degree of transformations.

This formula served as a basis for the calculation of spatial transformation of the investigated area.

The generalized picture of the effects of the various forms of anthropopressure was presented in the form of a cartogram, in which the global value of the indices of transformations within the separate squares was expressed by means of 10 types of hachures. Within the investigated area this value oscillated between 0,1 and 59,6% for the separate squares.

The squares with similar values were gathered in the following 4 principal groups:

1. An almost natural landscape. This group contains the squares with the values of the indices oscillating between 0,1 and 1,0%. These are mainly forest areas with a small percentage of other forms of land use (roads, dispersed buildings, etc.).

2. Agricultural landscape. This group combines the squares with the indices of transformations oscillating between 10 and 30%. The following territories were differentiated within this group: areas with the dominance of extensively utilized arable land and grassland with the dominance of rural construction as well as settlements composed of detached houses in the suburban zones surrounded by arable land, forests or grassland, and also agricultural land consisting of arable land utilized intensively or extensively, but with intensive livestock breeding or hot houses.

3. Suburban landscape. As far as the global values of the indices of the degree of transformations are concerned, this zone is the same as the previous one, i.e. that of agricultural landscape. It differs, however, in the character of its spatial organization. The indices of anthropopressure oscillate between 10 and 30%. Spatial forms of settlement construction are various: loose groups of detached houses, predominantly with small gardens, often with a hot house; loose groups of high buildings of the suburban type, surrounded however by natural forests. Moreover, objects with special functions which could not be localized in the residential area, are also represented in the group.

4. Urban landscape. This group contains areas with the highest indices of changes falling within the interval from 30-60%. Two subgroups can be differentiated within this group: I — an urban zone (indices from 30 to 40%) in which fragments of loose groups of modern buildings with a small percentage of compact construction are dominant; II — an urban zone covering the areas with anthropopressure indices exceeding 40%. These are central parts of the town, with compact construction and buildings over 4 storeys high. This type includes the fragments which were built several decades ago and are never seen in modern town districts. Industrial works, built in the peripheral zone in the post-war period, are characterized by a strong concentration of the various types of anthropopressure: indices referring to them also exceed 40%.

The results obtained during the study, carried out by means of the described method, have been graphically expressed in the form of enclosed diagrams and cartograms. They justify the conclusion that the approach adopted in the study proved to be quite useful both in the cognitive as well as practical sense.

A handicap of this method is that it provides a static picture. The dynamic picture of changes taking place in the natural environment following the increasing anthropopressure can be obtained by way of periodical repetitions of the study. As the method of approach has already been established, the consecutive periodical studies will not take too much time.

Translated by Halina Dzierżanowska

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КРУПНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВАРШАВСКОГО ГОРОДСКОГО КОМПЛЕКСА)

У этой работы главным образом методический характер. Она представляет качественный метод исследования степени преобразования естественной среды в зоне влияния крупного города.

В работе автор поставил три главные цели:

1. Разработка метода комплексного исследования влияния хозяйственной деятельности на естественную среду.
2. Проверка метода путем его приспособления к ситуации, наблюдаемой на определенной территории.
3. Применение уже проверенного метода в дальнейших исследованиях и анализ полученных результатов.

Территорией исследований, общей площадью в 64 525 га, является северо-восточная часть варшавского городского комплекса с примыкающими к нему участками.

На этой территории наблюдается несколько дифференцированных в отношении размеров антропопресии территориальных систем, как: сильно преобразованный центр Праги со сплошной высокой жилой и промышленной застройкой; парки и места отдыха; пути сообщения и связанные с этим сооружения; пригородная зона с многочисленными складами, устройствами для интенсивного выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства, с единичными промышленными заводами; малые подваршавские городки — напр. Радзымин или Воломин, окруженные „сельскохозяйственным ландшафтом”.

Как из этого вытекает, на этой территории наблюдается богатство типов антропогенных преобразований. Взаимное влияние этих систем друг на друга дает ряд возможностей связать теоретически выделенные отношения с объективно существующей действительностью. Кроме того, создается возможность раскрыть закономерности и направления изменений среды, а также исследовать происходящие взаимосвязи.

*

*

*

Первым этапом работы являлось конструирование так называемой матрицы односторонних воздействий, охватывающей весь объем антропопресии, оказываемой в условиях польской низменности на естественную среду. Таким образом возникла широко развитая „образцовая” матрица, заключающая максимум форм антропогенных воздействий, как тех, которые выступают на исследуемой территории, так и тех, которые на ней не выступают.

В этой матрице учтены 11 форм антропопресии, охватывающих 141 основной элемент, являющиеся „дающими” воздействия на естественную среду. Также и к „принимающему”, т.е. естественной среде был применен широкий подход; пять главных субсистем среды охватывало вместе 474 элемента.

Элементы „образцовой” матрицы были взяты иерархически, чтобы в зависимости от потребности можно было бы соединять их в группы и подгруппы.

Матрица, представляющая взаимодействие человек-среда, была сконструирована на принципе ботинированных односторонних воздействий (видоизменение структур), т.е. по следующей системе:

Воздействующие элементы (дающие)	$j = 1, 2, 3, \dots, N_2$	„Принимающие” элементы				
		$i = 1, 2, 3, \dots, N_1$ $N_1 = 474$				
		1	a_{11}	a_{21}	a_{31}	...
		2	a_{12}	a_{22}	a_{32}	...
		3	a_{13}	a_{23}	a_{33}	...
	$a_{ij} = 0, 1, 2, 3, 4$	
		
		
		

Таким образом, в образцовой матрице было 66834 потенциальных полей взаимодействий, каждая из них подверглась анализу на основании располагаемых знаний и получило соответствующую оценку. Была принята относительно простая система оценок; наличие или отсутствие определенного элемента — „дающего” на определенный элемент, являющийся „принимающим”, т.е. система „да-нет”. Эта система была осложнена только определением интенсивности воздействий.

Поэтому сознательно обойдены все иные, более сложные системы оценок, как: „посредственные — непосредственные”, „физико — химические”, „временные — долговременные” и т.п. воздействия, исходя из положения, что в первом этапе исследований общего характера, основанном на анализе матрицы взаимодействия, необходимо наиболее простое определение.

Для определения интенсивности взаимодействия принята 5-ти степенная бонитировочная шкала; 0 — отсутствие воздействий или очень слабые воздействия; 1 — слабые воздействия, 2 — средние воздействия, 3 — сильные воздействия, 4 — очень сильные воздействия, происходящие тогда, когда вся система функционирования данного элемента в их результате максимально изменилась.

Исходной точкой, как бы репером, для оценки степени антропогенных преобразований, являлась гипотетическая среда вообще нетронутая человеком, в которой суммарное значение антропопрессии равнялось бы, разумеется, нулю, т.е. такая, в которой взаимодействие отдельных компонентов подчинялось бы только лишь законам природы.

В примененном методе оценки степени преобразований отдельных элементов естественной среды, относительно легко было определить очень незначительные воздействия (значение оценки 0), а также полные воздействия (значение оценки 4). Однако труднее всего было определить посредственные ранги (значения 1,2,3) — наиболее неустойчивые и субъективные.

Качество оценки степени преобразований зависит как от знакомства с литературой и собственных опытов во время полевых исследований, так и от личного мнения бонитирующего. Поэтому следовало предполагать, что она выполняла роль несовершенного измерительного инструмента, а ее субъективное ощущение степени преобразований считалось обремененным определенной погрешностью, аналогичной погрешности этого же инструмента. При таком подходе, границы погрешности при оценке влияния единичного элемента — „дающего” на единичный элемент — „принимающий” очень значительные. Однако, чем больше элементов одновременно принимается во внимание, тем погрешность меньше. В этом случае действует закон больших чисел. Поэтому применена техника анализа матрицы, прежде всего как совокупности, а затем после ее проверки, исследовалось воздействие в пределах отдельных групп элементов.

Суммарная абсолютная погрешность при определении целостной оценки преобразований $\Delta\beta_N$ вытекает из погрешностей, сделанных при определении отдельных величин Δa_n и максимальная ее величина составляет $\Delta\beta_N = \pm 25\%$.

Величина максимальной погрешности была вычислена при предпосылке, что оцени-

вающий при оценке каждого элемента всегда совершает самую большую абсолютную погрешность, т.е. $+1$ или -1 . В действительности это маловероятно, в особенности, когда N является довольно большим числом. Так как маловероятно, чтобы бонитирующий всегда совершал ту же погрешность, оценчивая или с излишком ($\Delta a = +1$) или с недомером ($\Delta a_N = -1$), поэтому можно принять, что действительная погрешность оценки колеблется в пределах $\pm 15\%$.

*
* *

После конструирования основной матрицы, представляющей обобщенную оценку воздействий антропогенных форм на естественную среду, началось собирание данных в местности.

За основу разработки принята топографическая карта в масштабе $1 : 25000$, охватывающая северо-восточную часть Варшавского городского комплекса и изданная в Варшаве в 1965 г. На эту основную карту нанесены всякие антропогенные формы, как те, которые уже были нанесены на карту, так и те, которые возникли в более поздний период, чем издание листов. Оказалось, что на некоторых участках, в особенности пригородной зоны, топографическая ситуация только в общих чертах отвечала настоящему положению, т.к. между тем географическая среда значительно изменилась. Главной задачей детальных полевых исследований являлась регистрация всех антропогенных форм, существующих в пределах исследуемой территории в 1974 г. Чтобы придать актуальный характер ситуации в местности, была использована серия авиаснимков в приблизительном масштабе $1 : 30000$. Анализ этих снимков значительно ускорил и детализировал разработку карты антропогенной среды, являющейся основой дальнейшей интерпретации.

На основании материалов, полученных в Бюро по планированию развития Варшавы, а также в Отделении географии промышленности Института географии и территориального развития ПАН был составлен список промышленных заводов, имеющих на исследуемой территории. Были собраны также данные о размерах эмиссии загрязнений, их типах, а также размещении источников этих эмиссий.

На базе полевого картирования и анализа авиаснимков возникла карта актуального состояния исследуемой территории, являющаяся основой оценки степени деградации естественной среды под влиянием антропогенного воздействия. После получения конкретных данных, касающихся состояния среды на исследуемой территории, начался второй этап работы — проверка общей матрицы путем:

а) приспособления шкалы оценок к ситуации, наблюдаемой в северо-восточной части ВГК (некоторые воздействия потенциально существенные и в общей матрице оцениваемые высоко, в данном конкретном случае оказались не особенно сильными, например, воздействие эмиссии газов, которые, несмотря на то, что исходят на исследуемой территории оказывают свое вредное влияние вне пределов этой территории в юго-восточной части ВГК);

б) исключения этих элементов и их воздействий, которые на исследуемой территории не наблюдаются — это позволило уменьшить число „дающих” воздействий с 141 до 80, а число „принимающих” с 474 до 230 — тем самым поле потенциальных воздействий уменьшилось с 66 834 единиц до 18 400, т.е. почти в 3,5 раза.

*
* *

После проверки элементов матрицы и шкалы оценок была определена степень воздействия 80 избранных антропогенных признаков на каждый из элементов естественной среды. Элементы среды были ранее сгруппированы в 5 главных разделах, а именно: 1) атмосфера — 35 элементов, 2) литосфера — 31 элемент, 3) гидросфера — 79 элементов, 4) педосфера — 53 элемента, 5) биосфера — 32 элемента.

Это позволило вычислить среднее распространение преобразований, как всей среды, так и отдельных групп, т.е. процентного отношения элементов, преобразованных данной формой антропопрессии по отношению ко всем 230 элементам, составляющим естественную среду.

На этом основании можно было определить дальность воздействия данного элемента антропопрессии на среду и упорядочить все элементы согласно этим величинам. Совсем однако, обойдена интенсивность воздействий, т.к. не учтена в ней сумма оценок.

Определение этого признака межсоотношений „человек-среда” являлось предметом дальнейших исследований.

*
* *

Как уже установлено выше, каждый из 80 типов антропопрессии воздействует на каждый из 230 элементов естественной среды в определенной интенсивности, оцениваемой по 5-ти степенной шкале. Для каждой из субсистем естественной среды вычислена средняя арифметическая от суммы оценок для всех 80 типов антропопрессии. Полученные этим способом величины средних сумм оценок отдельных типов антропопрессии в отношении всего множества, а также атмосферы, литосферы, гидросферы, педосферы и биосферы.

Таким образом, интенсивность антропогенных воздействий — это среднее арифметическое от суммы оценок отдельных типов антропогенного воздействия, вычисленное для активных элементов (1—4) в пределах каждой из 5 субсистем естественной среды.

В качестве третьего показателя, определяющего степень преобразований среды, принят процент от суммы максимально возможных оценок, при предпосылке, что антропогенный признак максимально преобразовывает все элементы среды, т.е. в ранге 4. Полученная величина определяет предел теоретической гибели естественной среды.

После сравнения результата, полученного из анализа матрицы с той теоретической величиной, принятой за 100% и вычислении степени деформации среды в процентах, получен показатель степени преобразований, т.е. фактических изменений в естественной среде в отношении максимально возможных оценок.

*
* *

В результате исследований можно было определить характер воздействия отдельных антропогенных элементов на естественную среду, учитывая три аспекта: распространение воздействия, интенсивность воздействия, а также степень преобразований. В дальнейших исследованиях использован главным образом показатель степени антропогенных преобразований. Кажется, что он более подходит для этой цели, чем два остальных — дальность действия и интенсивность преобразований. Суммарное сопоставление средних величин этого показателя для отдельных субсистем естественной среды на исследуемой территории выглядит так: 1 — биосфера 59,0; 2 — педосфера 41,0; 3 — литосфера 21,0; 4 — гидросфера 19,2; атмосфера 15,5. Это был бы тривиальный результат, не заслуживающий исследований, если бы весь вопрос заключался только в определении, которая из субсистем сильнее всего реагирует на антропоессию.

Существенными оказались не суммарные соотношения между преобразованием отдельных „сфер”, а их внутреннее различие в отношении характера „дающих” воздействия. Вычислено, что вопреки принятым взглядам — не всегда те самые элементы сильнее всего воздействуют и что значение различных форм антропопрессии различно в разных субсистемах естественной среды. Анализ величины показателей степени преобразований внутри этих субсистем позволяет выделить наиболее существенные опасности. Таким образом создаются предпосылки рационального территориального экономического развития с точки зрения защиты достоинств данной группы элементов естественной среды.

После опеределения показателей степени преобразований для каждого из выделений на карте, предпринята попытка картографического обобщения полученных величин. Поэтому основная топографическая карта в масштабе 1 : 25000 была разделена на рабочие квадраты 2×2 см, т.е. 500×500 м, для которых математически были интегрированы и интерпретированы полученные данные.

Основой интеграции являлись показатели степени антропогенных преобразований, вычисленных для отдельных типов воздействий, выступающих в данном квадрате. Эта интеграция проведена по формуле:

$$H_k = \sum_{i=1}^k \xi_i^k F_i^k$$

где H_k обозначает показатель антропопрессии (среднюю его величину) в данном квадрате. ξ_i^k обозначает поверхность внутри k — того квадрата, занимаемого данным элементом антропопрессии и F_i^k обозначает процентный коэффициент степени преобразований. Эта формула является основой вычислений поверхностного преобразования территории исследований.

Генерализованная картина разных форм антропопрессии на исследуемой территории представлена в виде картограммы, в которой суммарная величина показателей в пределах отдельных рабочих квадратов представлена с помощью 10 типов штрихов. В пределах исследуемой территории эта величина колеблется для отдельных рабочих квадратов от 0,1 до 59,6%.

Квадраты подобного значения соединены в 4 главные группы, а именно:

1. Почти натуральный ландшафт. Охватывает квадраты, в которых величины показателей колеблются в пределах 0,1—10,0%. Это главным образом лесные участки с ничтожным наличием других форм использования территории (дороги, единичные постройки и т.п.).

2. Сельскохозяйственный ландшафт соединяет квадраты с показателями преобразований величиной в 10—30%. В его пределах выделены: территории с преобладанием экстенсивно возделываемых земель, с использованием зеленых угодий и небольшим наличием лесов; участки с преобладанием сельской застройки и односемейных особнячков пригородной зоны, окруженных пахотными участками, лесами или зелеными угодьями; сельскохозяйственные участки с интенсивным или экстенсивным возделыванием земель, но приспособленные к интенсивному животноводству или оснащенные оранжереями и теплицами.

3. Пригодный ландшафт. В отношении суммарной величины показателя степени преобразований эта зона совпадает с зоной сельскохозяйственного ландшафта, отличаясь от него отличным характером территориального развития. Показатель антропопрессии колеблется в пределах 10% и 30%. В этой переходной зоне сказались различные территориальные формы жилищной свободной застройки как односемейные особняки, обыкновенно с садами, в которых часто наблюдаются оранжереи или теплицы, а также высокие жилые дома пригородного типа, окруженные натуральным лесом. Кроме того, в пределах этой зоны нашли свое место объекты с особыми функциями, которые нельзя было разместить на участках с жилищной застройкой.

4. Городской ландшафт охватывает территории с наивысшими показателями изменений от 30 до 60%. В этом типе ландшафта можно выделить две подгруппы: I-ю городскую зону (показатель 30—40%), в которой преобладают участки со свободной современной застройкой с очень незначительным наличием сплошной и II-ю городскую зону, охватывающую участки с показателем антропопрессии, превышающим 40%. Это центральная часть города, в пределах которой преобладает сплошная городская застройка высотой более чем 4 этажа. Этот тип застройки наблюдается в городских районах, возникших несколько

десятилетий назад, и в современных районах он не встречается. Промышленные предприятия, построенные на городских окраинах в послевоенный период, характеризуются сильной концентрацией разного рода антропопрессий и также достигают показателей, превышающих 40%.

Результаты, полученные с помощью примененного метода, графическим выражением которого являются прилагаемые диаграммы и картограмма, позволяют полагать, что подход, представленный в настоящей работе, может пригодиться как для ознакомления, так и для практических целей.

Недостатком представленного метода является его статичность. Динамическую картину изменений, происходящих в естественной среде под влиянием нарастающей антропопрессии, можно будет получить путем периодического повторения исследований. Ввиду того, что способ подхода уже выработан, то репликации по времени уже не будут настолько трудоемкими.

Перевел Bogdan Michowski

WYDAWNICTWA IG i PZ PAN
VARIA

B. OLSZEWICZ — Dorobek polskiej historii geografii i kartografii w latach 1945—1969, 1973, s. 172, zł 48,—

J. MISZAŁSKI — Współczesne procesy eoliczne na Pobrzeżu Słowińskim. Studium fotointerpretacyjne, 1973, s. 150+nlb., zł 30,—

Z. CIĘTAK, S. PIETKIEWICZ — Słownik geograficzny angielsko-polski, 1974, s. 422, zł 120,—

CENTRALNY KATALOG ZBIORÓW KARTOGRAFICZNYCH W POLSCE

Zeszyt 1. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482—1800, 1961, s. 247, zł 72,—

Zeszyt 2 (uzupełniający). Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482—1800, 1963, s. 112, zł 28,—

Zeszyt 3. Katalog atlasów 1801—1919, 1965, s. 342, zł 76,—

Zeszyt 4. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1528—1945, 1968, s. 160, zł 48,—

Zeszyt 5. Wieloarkuszowe mapy topograficzne Polski 1576—1870

Katalog dawnych map Rzeczypospolitej Polskiej w kolekcji Emeryka Hutten Czapskiego i w innych zbiorach. Oprac. W. Kret, 1978, s. 164, 37 map, zł 140,—

WYKAZ ZESZYTÓW DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ
za ostatnie lata

1977

- 1 PRACA ZBIOROWA — Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1975, s. 85, zł 24,—
- 2-3 M. PULINA — Zjawiska krasowe w Sudetach polskich, s. 48 + nlb., zł 48,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej. Cz. II, s. 85, zł 24,—
- 5 L. MAZURKIEWICZ — Zastosowanie metody symulacji w badaniu zmian przestrzennej struktury miasta (na przykładzie Wałbrzycha), s. 68, zł 24,—
- 6 R. SOJA, K. WIT-JÓŻWIK, A. WELC — Opady atmosferyczne i deflacja w okolicach Szymbarku, s. 83, zł 24,—

1978

- 1 W. TYSZKIEWICZ — Struktura agrarna Polski 1945—1975. Analiza przestrzenno-czasowa, s. 87, zł 24,—
- 2-3 R. GLAZIK — Wpływ zbiornika wodnego na Wiśle we Włocławku na zmiany stosunków wodnych w dolinie, s. 119 + nlb., zł 48,—
- 4 S. KOZARSKI, J. SZUPRYCZYŃSKI — Formy i osady glacialne na przedpoju lodowca Sidu (Islandia), s. 59 + nlb., zł 24,—
- 5 A. MAKSIMIUK-PAZURA — Aglomeracje miejskie w Polsce jako bieguny rozwoju społeczno-gospodarczego, s. 80, zł 24,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1976, s. 85, zł 24,—

1979

- 1 PRACA ZBIOROWA — Kampinowski Park Narodowy i jego problematyka, s. 60, zł 24,—
- 2 PRACA ZBIOROWA — Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej, Cz. III, s. 83, zł 24,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Metody analiz geograficznych w planowaniu przestrzennym, s. 100, zł 24,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — Tendencje rozwoju i zmiany w organizacji przestrzeni krajów Trzeciego Świata, s. 94, zł 24,—
- 5 E. GIL — Typologia i ocena środowiska naturalnego okolic Szymbarku s. 91, + nb; zł 24,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1977 s. 79, zł 24,—

1980

- 1 S. CHMIELEWSKI — Zmiany środowiska geograficznego w strefie oddziaływania wielkiego miasta (na przykładzie północno-wschodniej części warszawskiego zespołu miejskiego) s. 85, zł 24,—
- 2 D. GOSPODAROWICZ — Osadnictwo rolnicze a gospodarka wieloobszarowa na terenie woj. koszalińskiego w latach 1950—1977 s. 74, zł 24,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Metody opracowań topoklimatycznych (w druku).
- 4 M. KŁAPA — Procesy morfogenetyczne i ich związek z sezonowymi zmianami pogody w otoczeniu Hali Gąsienicowej w Tatrach (w druku)
- 5 M. ZAMELSKA — Wpływ uprzemysłowienia na procesy urbanizacyjne w rejonie bydgoskim (w druku)
- 6 PRACA ZBIOROWA — Streszczenie prac habilitacyjnych i doktorskich — 1978 (w druku)