

ZENON F. POŁAWSKI

ANTROPIZACJA ŚRODOWISKA NA PORADZIECKIM POLIGONIE BORNE SULINOWO

ZARYS TREŚCI: W artykule przedstawiono próbę zastosowania danych teledetekcyjnych i systemu informacji geograficznej oraz metody określania wskaźnika antropizacji roślinności do ekologicznej interpretacji zmian pokrycia terenu na poradzieckim poligonie wojskowym Borne Sulinowo w latach 1953-1993.

Działalność człowieka w przyrodzie wyraża się najczęściej zmianami poszczególnych elementów środowiska. Zmiany te mogą być niekiedy nieznaczne, ale zachodzące na dużych obszarach, zwykle jednak zachodzą one na stosunkowo niewielkich powierzchniach, wywołując głębokie przeobrażenie środowiska [9]. Efekt oddziaływania człowieka na środowisko, a więc stopień antropizacji środowiska, można określić opierając się na analizie szaty roślinnej. Roślinność jest bowiem elementem najlepiej odzwierciedlającym stan całego środowiska. Najczęściej stosuje się trzy sposoby przedstawienia szaty roślinnej: opis w kategoriach użytkowania ziemi, opis w kategoriach fitosocjologiczno-ekologicznych oraz ujęcie fizjonomiczno-formacyjne [5].

Metody te mają zarówno swoje plusy, jak i minusy, swoich zwolenników i przeciwników. Warto jednak pamiętać, że szczegółowe określenie poziomu przekształcenia roślinności wymaga prowadzenia systematycznych i szczegółowych badań terenowych, co nie zawsze może być spełnione. Dlatego też stosuje się podejście uproszczone, w którym zbiorowiska związane z różnymi siedliskami, lecz o zbliżonym poziomie przekształcenia roślinności, łączy się na podstawie fizjonomii i użytkowania ziemi [9].

Opierając się na założeniu, że im bardziej roślinność zbliża się do „typu” lasu, tym bliższa jest naturalności i odwrotnie - gdy roślinność jest zastępowana przez elementy antropogeniczne, tym samym oddala się od naturalności [4, 7, 8]. W Zakładzie Geoekologii Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN opracowano metodę oceny antropizacji środowiska na podstawie wskaźnika antropizacji roślinności [5]:

$$A = \sum_{i=1}^n x_i \qquad x_i = \frac{P_1 \times S_1}{P}$$

gdzie: P - powierzchnia jednostki (w km²);
 P₁ - powierzchnia zajęta przez roślinność w S₁ klasie antropizacji;
 S₁ - klasa antropizacji;

Znajomość wskaźnika antropizacji roślinności pozwala na określenie, czy analizowany teren należy do obszarów półnaturalnych, czy też mamy do czynienia z terenami średnio przekształconymi bądź ze środowiskiem o bardzo silnie przekształconym krajobrazie.

Opisana, w dużym skrócie, metoda była wielokrotnie stosowana, między innymi do badania procesu przekształcenia krajobrazów roślinnych na Mazowszu [8]. Posłużyła także do sporządzenia kartogramu antropogenicznych przekształceń krajobrazów roślinnych Polski [9]. Biorąc pod uwagę jej wszechstronność, podjęto próbę zastosowania tej metody do ekologicznej interpretacji zmian pokrycia terenu na poradzieckim poligonie wojskowym Borne Sulinowo funkcjonującym w latach 1953-1993.

Borne Sulinowo było jednym z najważniejszych i największych powierzchniowo (ponad 18 tys. ha) radzieckich garnizonów wojskowych. Leżący w południowo-wschodniej części woj. koszalińskiego, pomiędzy Szczecinkiem, Czaplankiem i Walczem na terenie gminy Sulinowo, rozciągał się na obszarze dwóch mezoregionów - Równiny Wałeckiej i Pojezierza Szczecineckiego. Część zachodnia obejmowała lekko sfalowany obszar sandrów, wyniesiony średnio 120-140 m n.p.m., z charakterystycznym rysem geobotanicznym, którym był suboceaniczny bór sosnowy [2]. Część wschodnia byłych obszarów poligonowych leżała zaś na obrzeżach Pojezierza Szczecineckiego, mającego charakter pagórkowatej moreny dennej pokrytej jałowymi lasami mieszanymi z sosną, dębem i bukiem [3].

Podstawą do określenia wskaźnika antropizacji roślinności na obszarze popolygonowym była relacyjna baza danych GIS, zawierająca zarówno dane geometryczne i opisowe. Została ona utworzona na podstawie informacji pozyskanych w wyniku interpretacji panchromatycznych zdjęć lotniczych wykonanych w latach 1953, 1964, 1975, 1985, 1993 i zawierała dane o pokryciu i użytkowaniu ziemi na terenie byłego poligonu. W wyniku wizualnej analizy danych teledetekcyjnych wyznaczono:

- obiekty antropogeniczne (zabudowa mieszkaniowo-koszarowa i obiekty inżynieryjno-techniczne wraz z placami i drogami dojazdowymi);
- tereny zdegradowane (obszary całkowicie pozbawione warstwy glebo-roślinnej, powstałe w wyniku składowania i dystrybucji paliw oraz odpadów, budowy i eksploatacji obiektów inżynieryjno-technicz-

- nych, przemieszczania środków transportu i sprzętu specjalnego oraz prowadzenia ćwiczeń);
- murawy i wrzosowiska silnie zdegradowane (siedliska roślinności trawiastej w znacznej części pozbawione warstwy glebowo-roślinnej; powierzchniowy zasięg terenów zdewastowanych obejmuje od 50% do 80% analizowanej powierzchni);
 - murawy i wrzosowiska zdegradowane (siedliska roślinności trawiastej z fragmentami zniszczonej części warstwy glebowo-roślinnej; powierzchniowy zasięg terenów zdewastowanych obejmuje do 50% analizowanej powierzchni);
 - lasy zdegradowane (grunty leśne, na których występują drzewostany o zwarciu luźnym, gdzie drzewa utraciły wzajemny wpływ, a runo leśne i podszyt są zniszczone głównie w wyniku przejazdu środków transportu oraz składowania odpadów; klasa ta obejmuje także grunty leśne przejściowo pozbawione drzewostanu, np. zręby, pożarzyska);
 - wody (stawy, jeziora, ciek);
 - tereny podmokłe (bagna, torfowiska), łąki (tereny o zwartych zespołach roślinności mezofitowej, występujące w dolinach rzek);
 - murawy i wrzosowiska (obszary, na których występują niskie i zwarte formacje roślinne, składające się głównie z siedlisk roślinności trawiastej oraz krzewów, krzewinek, np. wrzosów, jałowca);
 - murawy oraz zadrzewienia i zakrzaczenia (obszary pokryte roślinnością trawiastą wraz z zespołami roślinności drzewiastej i krzaczastej z często występującymi krzewami, kępami drzew lub luźno rosnącymi pojedynczymi drzewami);
 - lasy zwarte (drzewostany, w których korony drzew stykają się brzegami bądź nachodzą na siebie);
 - lasy rozluźnione (drzewostany, w których występują przerwy i luki);
 - lasy w stanie zmian (zalesienia i odnowienia, obszary przejściowo pozbawione drzewostanu, na których prowadzone są prace odnowieniowe, bądź tereny opanowane przez gatunki drzewostanów pochodzące z samosiewu lub z odrośli, płazowiny i halizny).

Bardzo ważnym elementem uzupełniającym wyniki interpretacji zdjęć lotniczych były dane opisowe. Były to informacje o zniszczeniach i zanieczyszczeniach na terenie poligonu [1] oraz przeprowadzona na zlecenie Międzynarodowej Unii Przyrody (IUCN - The World Conservation Union) waloryzacja przyrodnicza [10]. Według autorów powyższej ekspertyzy, teren byłego poligonu jest przeciętnie zasobny florystycznie. Obok gatunków pospolitych i szeroko rozpowszechnionych występuje także wiele gatunków interesujących, w tym chronionych. Pomimo ogólnej dewastacji terenu, wykształciło się kilkadziesiąt zbiorowisk roślinnych, zwłaszcza fitocenozy

torfowiskowe oraz wrzosowiska. Według przedstawionej oceny, część torfowisk zasługuje na ochronę rezerwatową. Natomiast wszystkim pozostałym torfowiskom i terenom podmokłym oraz wybranym fragmentom wrzosowisk powinno się nadać rangę użytków ekologicznych [10].

Przyjmując za podstawę odniesienia pola podstawowe (wielkość rastra 50mx50 m) i stosując procedury zawarte w pakiecie oprogramowania MapInfo i Map Algebra, dokonano kwalifikowania pokrycia terenu oraz danych o zanieczyszczeniach i waloryzacji roślinności występujących w danym polu do konkretnej klasy przekształcenia roślinności.

Do oceny jakości i klasyfikacji elementów środowiska przyjęto skalę bonitacyjną uporządkowaną od 1 dla zbiorowisk finalnych (naturalnych) leśnych i bezleśnych, poprzez 2 dla zbiorowisk naturalnych o zaburzonej strukturze, 3 dla lasów odroślowych, 4 dla kośnych zbiorowisk trawiastych, 5 dla lasów posadzonych na niewłaściwym siedlisku, 6 dla leśnych i zaroślowych zbiorowisk wtórnych oraz młodników, 7 dla zbiorowisk synantropijnych, 8 dla zbiorowisk segetalnych, 12 dla zbiorowisk synantropijnych i kadłubowych i dla terenów pozbawionych roślinności w wyniku działalności człowieka (wartość wskaźnika-20). Przyjęta skala ma charakter uniwersalny, co potwierdzają wyniki badań prowadzone dla różnych skal map zarówno na obszarach naturalnych, jak i na terenach przekształconych przez człowieka [7].

Znając wartości bonitacyjne elementów pokrycia terenu dla poszczególnych pól podstawowych określono, wykorzystując opisany powyżej wzór, wskaźnik antropizacji roślinności. Na podstawie dotychczasowych badań [7] przyjęto, że gdy wartość wskaźnika antropizacji wynosi do 4, to tereny takie można zaliczyć do obszarów półnaturalnych, gdy wskaźnik zawiera się w granicach 4 do 7 wówczas mamy do czynienia z terenami średnio przekształconymi, natomiast wskaźnik antropizacji powyżej 7 jest charakterystyczny dla terenów o bardzo silnie przekształconym krajobrazie. W wyniku procesu agregacji tematycznej wyznaczono na obszarze poligonu tereny półnaturalne, średnio i silnie przekształcone, co ilustrują wyniki obliczeń zestawione w tabeli 1 oraz prezentowane mapy numeryczne (rys. 1, rys. 2).

Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że zarówno w punkcie początkowym analizy, jak i w ostatnim analizowanym okresie na obszarze poligonu dominowały tereny zaliczone do półnaturalnych. Były to, rozmieszczone w centralnej i północno-zachodniej części poligonu, rozległe fragmenty otwartych wrzosowisk i krzewinkowych formacji roślinnych oraz torfowiska i otaczające je pierścieniem bory sosnowe, a także bory bagienne. W 1953 r. stanowiły one ponad 80% ogólnej powierzchni analizowanego obszaru, natomiast w 1993 r. ponad 65% całkowitej powierzchni poligonu.

Tabela 1. Powierzchniowy udział obszarów o określonym wskaźniku antropizacji roślinności na terenie poligonu Borne Sulinowo w latach 1953-1993

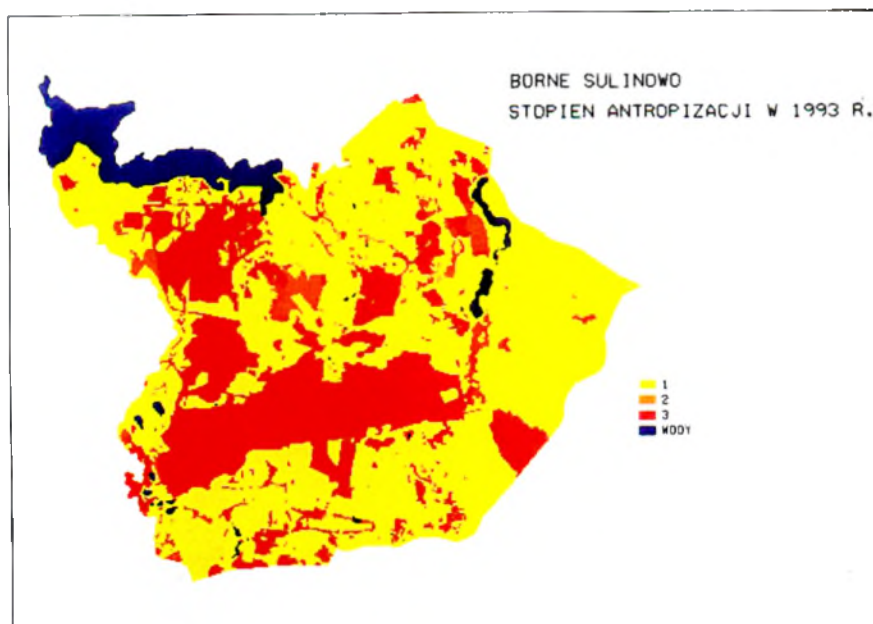
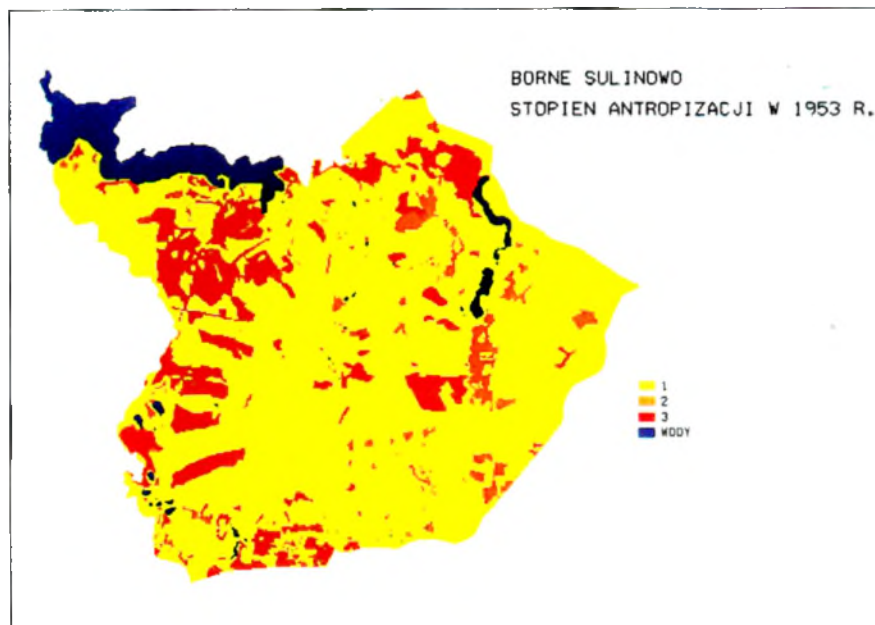
Wskaźnik antropizacji roślinności	Powierzchnia			
	1953		1993	
	ha	%	ha	%
Tereny półnaturalne	1441,25	81,3	11602,75	65,7
Tereny średnio przekształcone	720,50	4,1	668,25	3,8
Tereny silnie przekształcone	2606,25	14,6	5487,75	30,5
Ogółem	17758,00	100,0	17758,00	100,0

Krajobrazy silnie przekształcone to głównie tereny zniszczone na skutek prowadzenia ćwiczeń oraz obszary zanieczyszczone najczęściej produktami pochodzenia chemicznego. W momencie przekazania w 1993 r. poligonu władzom cywilnym, krajobrazy silnie przekształcone stanowiły 1/3 całego analizowanego terenu, a więc dwukrotnie więcej niż w 1953 r. Były one skoncentrowane w centralnej części poligonu na obszarze dawnego pola ćwiczeń oraz w części północno-zachodniej w sąsiedztwie strefy koszarowo-magazynowej i jeziora Pile.

Na bardzo zbliżonym poziomie, ok. 4% ogólnej powierzchni poligonu, są tereny, na których nastąpiło średnie przekształcenie szaty roślinnej.

Systemy informacji przestrzennej pozwalają nie tylko na gromadzenie danych. Dostępne pakiety oprogramowania GIS posiadają najczęściej szereg gotowych aplikacji pozwalających na prowadzenie analiz geograficznych. Począwszy od prostych operacji podstawiania wartości czy też agregacji (łączenia) wybranych wartości, przez pełną gamę procedur reklasifikacyjnych, selekcji obiektów na podstawie ich charakterystyki, analizy wg kryteriów geograficzno-przestrzennych i logicznych, operacji nakładania warstw, po tworzenie stref buforowych, charakterystykę sąsiedztwa, pomiaru odległości i powiązań. Można także budować zarówno barwne, jak i monochromatyczne mapy i towarzyszące im wykresy, tabele czy kartodiagramy.

Niezwykle cenną procedurą GIS w analizach zmian środowiska w czasie, która może być podstawą do wszelkich rozważań na temat kierunków przekształceń środowiska, jest możliwość nakładania i przecinania (overlay) warstw informacyjnych oraz badanie rozkładu wartości dwóch zbiorów względem siebie (crosstabulation). W naszym przypadku mapy numeryczne opracowane w systemie MapInfo, a przedstawiające stopień antropizacji na poligonie Borne Sulinowo w 1953 r. (rys.1) zostały „nałożone” na dane o antropizacji roślinności na poligonie Borne Sulinowo z 1993 r. (rys.2).



Rys. 1, 2. Borne Sulinowo - stopień antropizacji:

- 1 - tereny półnaturalne,
- 2 - tereny średnio przekształcone,
- 3 - tereny silnie przekształcone.

Analiza treści tych dwóch map pozwoliła na zapisanie w nowej warstwie tematycznej informacji o korelacji między wskaźnikami antropizacji roślinności. Zbieżność wskaźnika antropizacji roślinności wskazuje, że nie wystąpiły zmiany poziomu antropizacji na obszarze Bornego Sulinowa w latach 1953-1993. Brak natomiast koincydencji między wyznaczonymi klasami antropizacji pozwala na wyznaczenie obszarów, na których zmiany takie miały miejsce.

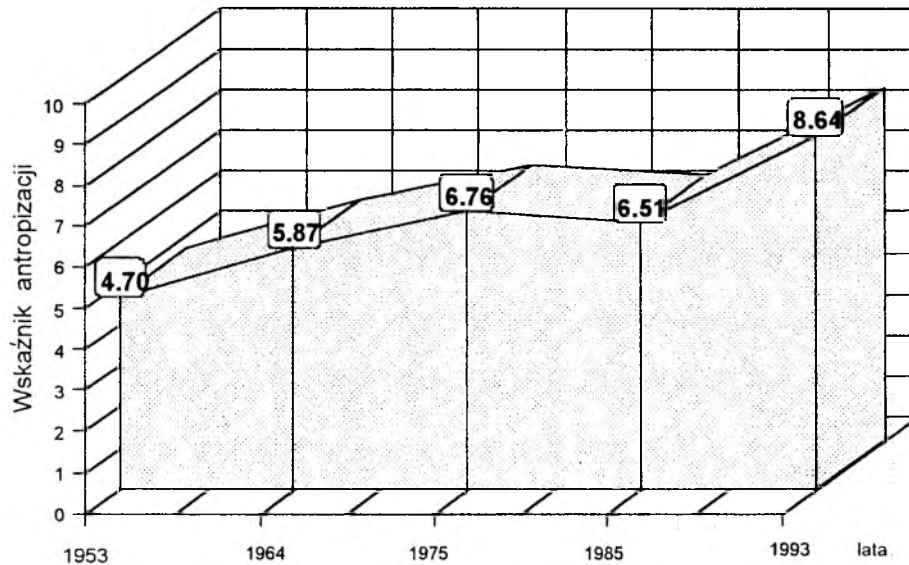
Efektem tego typu analiz jest tabela 2, która prezentuje kierunki zmian powierzchniowego udziału obszarów o określonym wskaźniku antropizacji roślinności na analizowanym obszarze w ciągu 40 lat.

Tabela 2. Kierunki zmian powierzchniowego udziału obszarów o określonym wskaźniku antropizacji roślinności na poligonie Borne Sulinowo w latach 1953-1993

Wskaźnik antropizacji roślinności	Tereny półnaturalne	Tereny średnio przekształcone	Tereny silnie przekształcone	Ogółem 1953 (w ha)
Tereny półnaturalne	9217,00	361,50	4852,75	14431,25
Tereny średnio przekształcone	414,5	273,50	32,50	720,50
Tereny silnie przekształcone	1970,50	33,25	602,50	2606,25
Ogółem 1993 (w ha)	11602,00	668,25	5487,75	17758,00

Antropogeniczne przekształcenie krajobrazów roślinnych, jak słusznie zauważa A. Plit [7], zawiera w swoim założeniu najczęściej negatywną ocenę zmian zachodzących pod wpływem działalności człowieka. W przypadku analiz antropogenicznych przekształceń środowiska na poradzieckim poligonie Borne Sulinowo takie biocentryczne podejście nie wydaje się być w pełni uzasadnione. Prezentowane w tabeli 2 dane wyraźnie bowiem wskazują na złożony i wielokierunkowy charakter procesu antropizacji. Z jednej strony działalność człowieka na terenie analizowanego poligonu przyniosła zubożenie oraz zmniejszenie różnorodności komponentów środowiska i w efekcie doprowadziła do wyraźnego zmniejszenia powierzchni o charakterze półnaturalnym - z 14 431,25 ha w 1953r. do 11 602,00 ha w 1993 r. Obszary te straciły swój pierwotny charakter i przekształciły się, co wykazują analizy przestrzenne, głównie w tereny silnie przeobrażone. Jednocześnie na terenach o silnie przekształconej roślinności, gdzie oddziaływanie człowieka ustało lub miało sporadyczny charakter, następuje proces naturalnej sukcesji i wielokrotnie tereny zdegradowane zaczynają zarastać brzozą, osiką i częściowo sosną - zwłaszcza na obszarach przylegających do lasów.

Rys. 3. Wskaźnik antropizacji roślinności dla poligonu Borne Sulinowo w latach 1953 - 1993



Suma otrzymanych wartości bonitacyjnych dla wszystkich pól podstawowych pozwoliła na określenie wskaźnika antropizacji roślinności dla całego poligonu Borne Sulinowo. Wartość wskaźnika antropizacji wahała się od $A = 4,7$ w 1953 r. do $A = 8,64$ w 1993 r. Analiza syntetycznego wykresu zmian przekształcenia krajobrazów roślinnych całego analizowanego obszaru w latach 1953-1993 (rys. 3), wykazuje, że przebieg krzywej jest wyrównany i łagodny - szczególnie w okresie 1953-1985. W latach 1975-1985 tempo antropogenicznych przeobrażeń krajobrazów roślinnych uległo stabilizacji, a nawet zmniejszyło się, co umożliwiło restytucję roślinności. Bardziej dynamiczny proces antropizacji wystąpił w latach 1985-1993. Wartość wskaźnika wzrosła i osiągnęła w 1993 r. maksymalny poziom $A = 8,64$. Przekształcenia obejmowały głównie siedliska roślinności trawiastej (murawy i wrzosowiska) oraz lasów, a najszybsze tempo przeobrażeń środowiska można zaobserwować w latach 1985-1993. Przekształcenia krajobrazów roślinnych były wielokierunkowe i miały zróżnicowaną intensywność i dynamikę. Z jednej strony nastąpiło wyraźne, bo o 1/3, zmniejszenie się powierzchni o charakterze półnaturalnym, z drugiej zaś na terenach, które nie były użytkowane wojskowo lub tam gdzie trwałość oddziaływania miała charakter epizodyczny, obserwujemy naturalną sukcesję roślinności. W momencie przekazywania poligonu władzom cywilnym tereny popoligonowe można generalnie zaliczyć do silnie przekształconych.

LITERATURA

- [1] *Identyfikacja i wycena szkód ekologicznych spowodowanych przez stacjonujące w Polsce Wojska Federacji Rosyjskiej*. Warszawa 1994
- [2] Jasnowska J., Jasnowski M.: *Pojezierze Zachodniopomorskie*. Wiedza Powszechna, Warszawa 1983
- [3] Kondracki J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN, Warszawa 1978
- [4] Kostrowicki A.S.: *Zagadnienia teoretyczne i metodyczne oceny syntropizacji szaty roślinnej*. Phytocoenois 1977 Vol. 1
- [5] Kostrowicki A.S., Plit J., Solon J.: *Przekształcenie środowiska geograficznego*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN 1988 nr 147
- [6] MapInfo: *Przewodnik użytkownika*. MapInfo Corporation, 1992-1994
- [7] Plit A.: *Mapa antropogenicznych przeobrażeń krajobrazów roślinnych Polski*. Przegląd Geograficzny 1993 t. LXV, z. 3-4
- [8] Plit J.: *Zastosowanie metody kartograficznej do badania procesu przekształcenia krajobrazów roślinnych w XIX i XX wieku na przykładzie Mazowsza*. Polski Przegląd Kartograficzny 1994 t. 26, nr 2
- [9] Richling A.: *Ekologia krajobrazu*. PWN, Warszawa 1996
- [10] Wstępna waloryzacja przyrodnicza obszarów byłych poligonów Armii Radzieckiej „Borne Sulinowo” i „Przemków Północny”, Fundacja IUCN, Poland

*Recenzował: dr hab. Jan R. Olędzki
Przyjęto do opublikowania w sierpniu 1997 roku*

ZENON F. POŁAWSKI

ANTHROPOGENIC CHANGES OF ENVIRONMENT
AT BORNE SULINOWO POST-SOVIET MILITARY GROUND

S u m m a r y

Post-military grounds are the specific areas. Military character of activities causes, that specific category of anthropogenic landscape is formed. Using method of determining anthropogenic changes of environment and relational GIS database containing remotely sensed and ground data the degree of

anthropogenic changes of vegetation was assessed on the area of Borne Sulinowo post-military ground at the period 1953-1993.

The changes of environment covered 75% of the military ground area; they were of areal, linear and point character. As a consequence of these changes the area of degraded soil-vegetation cover increased over 10 times. Distinct transformation of environment appeared; as a result of transformation level of anthropogenic changes of vegetation increased, as well as area of semi-natural vegetation decreased by 33%. It can be seen from the cartographic-statistical documentation, that military ground environment was seriously transformed at the time of passing area of the ground to civil authorities.

Translation: Zbigniew Bochenek

ЗЕНОН Ф. ПОЛАВСКИ

АНТРОПИЗАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПОЛИГОНЕ БОРНЕ СУЛИНОВО

Р е з ю м е

Послеполигонные территории принадлежат к особым пространствам. Ибо военный характер деятельности приводит к формированию специфического класса антропогенных ландшафтов. Используя метод определения степени антропоизации окружающей среды и созданную на основе дистанционных и наземных данных базу соотношения данных GIS, оценено степень антропоизации растительности на территории бывшего полигона Борне Сулиново в 1953–1993 годах.

Антропогенные изменения окружающей среды охватили около 75% поверхности всего полигона, они имели как поверхностный, так и линейный и точечный характер, их последствием был свыше десятикратный рост территорий с деградированным почвенно–растительным слоем. Наступило беспорочное преобразование окружающей среды, последствием чего был рост уровня антропоизации растительности и уменьшение на одну треть поверхности полнатурального характера. Из представленной картографическо–статистической документации вытекает, что в моменте передачи полигона гражданским властям, окружающая среда на послеполигонной территории была сильно преобразована.

Перевод: Róża Tołstikowa