

ZASTOSOWANIE TELEDETEKCYJ I BADAŃ NAZIEMNYCH DO OCENY ZMIAN ŚRODOWISKA WYBRANYCH MIAST GÓRNOŚLĄSKIEGO OKRĘGU PRZEMYSŁOWEGO

Wstęp

Jedną z metod ułatwiających badania sozologiczne jest pozyskiwanie informacji o środowisku i przestrzennym zróżnicowaniu poszczególnych jego elementów za pośrednictwem interpretacji zdjęć i obrazów lotniczych. Szczególnie dotyczy to badań prowadzonych w rejonach objętych intensywnymi procesami uprzemysławiania i urbanizacji, do których niewątpliwie zalicza się Górnośląski Okręg Przemysłowy. Zdjęcia lotnicze, wraz z ich szczegółową interpretacją, często weryfikowaną badaniami naziemnymi (kartowanie sozologiczne) dostarczają wiarygodnych i dokładnych danych o środowisku.

Celem pracy jest syntetyczna prezentacja zastosowania różnoskalowych zdjęć lotniczych uzupełnianych każdorazowo badaniami terenowymi dla oceny zmian i przekształceń geosystemów poddanych intensywnym procesom antropopresji. Badania prowadzono od 1972 r. wspólnie z Instytutem Geodezji i Kartografii w poszczególnych rejonach GOP. Zastosowanie metod teledetekcyjnych do oceny stanu, dynamiki i kierunków zmian wybranych elementów środowiska oraz degradacji, dewastacji i rekultywacji gruntów – zaprezentowano na podstawie badań w rejonie Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice”, wybranych miast GOP, dzielnic Ligota Zabrska w Gliwicach, terenów górniczych kopalni węgla kamiennego „Knurow” i „Szczygłowice” oraz jednostek terytorialnych konurbacji górnośląskiej.

Rejon Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice”

Badania w rejonie „Huty Katowice” były prowadzone w latach 1976-1985 w ramach Problemu Węzłowego 10.2, koordynowanego przez IPIŚ PAN w Zabrze (Gronet 1990; Wrona 1990). W celu oceny zmian środowiska przyrodniczego tego rejonu wykorzystano archiwalne zdjęcia panchromatyczne, jak też zdjęcia wykonane współcześnie, w tym także termalne. Wykorzystanie zdjęć archiwalnych umożliwiło dokonanie analiz retrospektywnych, co stworzyło możliwość oceny dynamiki zjawisk w latach 1956-1982, tj. dla okresu sprzed rozpoczęcia budowy „Huty Katowice”, w okresie jej budowy i pierwszych lat działalności produkcyjnej. Zastosowanie zdjęć lotniczych do oceny przemian i zaburzeń środowiska było podyktowane brakiem wiarygodnego, szczegółowego materiału kartograficznego, obejmującego kilka horyzontów czasowych. Do oceny zmian środowiska geograficznego w rejonie „Huty Katowice” wykorzystano serię pięciu zdjęć lotniczych, wykonanych

w różnych skalach, a mianowicie: 1:8000 (1956 r.), 1:5000 (1972, 1974 r.), 1:25 000 (1979 r.) i 1:10 000 (1982 r.). Należy zaznaczyć, że zdjęcia z 1982 r., służące do przedstawienia stanu aktualnego, były wykonane specjalnie na potrzeby opracowania. Uwzględniając cykl budowy i rozruchu Kombinatu, wyznaczono 2 przedziały czasowe obserwacji stanu i zmian środowiska. Pierwszy (lata 1956-1972) to okres poprzedzający budowę „Huty Katowice”. Drugi natomiast przedział wyznaczają lata 1972-1982, tj. okres budowy i pierwszych lat działalności produkcyjnej „Huty Katowice” oddanej do eksploatacji w grudniu 1976 r.

Metoda interpretacji zdjęć lotniczych zakładała konieczność weryfikacji uzyskiwanych wyników poprzez wykorzystanie dostępnych map tematycznych, jak również sprawdzenie ważniejszych ich elementów w terenie. Weryfikacja otrzymanych fotoszkieł wykonana w 1984 r. dotyczyła tylko tych elementów, których identyfikacja nastroczała wątpliwości. Były to: nieużytki trawiaste, łąki i pastwiska, zalesienia gruntów porolnych, zwałowiska w granicach strefy ochronnej, rekultywacja i zagospodarowanie nowo utworzonych zwałów i obiektów infrastruktury technicznej.

Interpretacja zdjęć lotniczych, uzupełnionych badaniami terenowymi, pozwoliła na opracowanie trzech map sozologicznych (Gronet 1990) o charakterze dynamicznym prezentujących:

- stan i zmiany środowiska geograficznego w latach 1956-1972 stwierdzonych na obszarze budowy „Huty Katowice”,
- stan rejonu „Huty Katowice” w roku 1982,
- zmiany środowiska geograficznego w rejonie „Huty Katowice” w latach 1972-1982 tj. w okresie budowy i 5 lat produkcji tego zakładu.

Mapy te dokumentują zaistniałe przeobrażenia i degradację środowiska. Zmiany użytkowania gruntów w strefie ochronnej K M „Huta Katowice” w latach 1972-1982 polegały na spadku rolniczo-leśnych form oraz wzroście technicznych form zagospodarowania powierzchni. W omawianym okresie areał gruntów ornych zmniejszył się o 16,4%, lasów o 40,6% i użytków zielonych o 11,2%. Równocześnie zanotowano wzrost areału terenów przemysłowych z 0,5% (1972 r.) do 21,0% (1982 r.) ogólnej powierzchni (Gronet i in. 1992).

Zaprezentowany obraz przekształceń dokonanych w środowisku przyrodniczym w wyniku budowy jednego z największych obiektów przemysłu hutniczego, uzyskany na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych jest nie tylko udokumentowaniem tych przeobrażeń, ale także przedstawia metodę służącą poznaniu i analizie zachodzących zmian. Ulepszone fotoszkiełki, sporządzone na podstawie zdjęć źródłowych, są dobrym materiałem podstawowym do wykonania mapy tematycznej i do badań dokumentacyjnych przeobrażeń środowiska po roku 1982. **Stan i zmiany środowiska wybranych miast Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego**

W ramach CPBP 04.10, koordynowanego przez SGGW AR w Warszawie, przeprowadzono w aglomeracji górnośląskiej w latach 1986-1990 kompleksowe badania dotyczące m.in. przekształceń powierzchni ziemi, które stanowią prze-

strzenny wyraz zachodzących przekształceń środowiska geograficznego. W celu poznania aktualnego stanu środowiska w 5 wybranych miastach GOP (Bytom, Chorzów, Jaworzno, Świętochłowice i Zabrze), różniących się wielkością obszaru oraz stopniem dewastacji powierzchni ziemi, wykorzystano specjalnie w tym celu wykonane latem 1987 r. panchromatyczne zdjęcia lotnicze oraz zdjęcia archiwalne pochodzące z 1973 r. w skali 1:17 000 (Wrona 1999).

Wyniki pochodzące ze zdjęć aktualnych w skali 1:10 000 i ich interpretacji zweryfikowanej w terenie z wykorzystaniem zdjęć archiwalnych, zostały naniezione na treść podkładu sytuacyjno-wysokościowego mapy topograficznej, także w skali 1:10 000, w układzie GUGiK – 65. W ten sposób uzyskano nową informację o stanie środowiska tych miast w 1973 r. oraz w 1987 r. Porównanie dwóch stanów pozwoliło na ocenę zmian, jakie dokonały się w latach 1973-1987 (Wrona 1994; Wrona 1999).

Efektom jest powstanie pięciu map w skali 1:10 000 (Bytom, Chorzów, Świętochłowice i Zabrze) oraz w skali 1:25 000 (Jaworzno). Główną przyczyną zachodzących zmian w środowisku tego obszaru jest podziemna eksploatacja węgla kamiennego lub odkrywkowa eksploatacja piasku podsadzkowego (Jaworzno). Z treści map wynika, że podstawowym skutkiem eksploatacji tych surowców są zmiany stosunków wodnych, obniżające wartość gruntów wykorzystywanych rolniczo (aż do ich całkowitego wyłączenia z produkcji). Procesy degradujące użytki rolnicze i lasy prowadzą do powstawania powierzchni przyrodniczo nieproduktywnych (nieużytki różnej genezy). W latach 1973-1987 stwierdzono, że powierzchnia nieużytków wzrosła: w Zabrzu o 32,2%, Bytomiu o 42,3%, Chorzowie o 37,2%, Świętochłowicach o 28,6% i Jaworznie o 104,3% (Gronet, Kowalska, Wrona 1995). Należy zauważyć, że z danych geodezyjnych (Wrona 1994) wynika, że w tym okresie powierzchnia nieużytków utrzymywała się na niezmiennym poziomie, bądź wykazywała tendencję spadkową.

Mapy powstałe w oparciu o interpretację zdjęć lotniczych przedstawiają w sposób wiarygodny stan i zmiany środowiska geograficznego w latach 1973-1987. Umożliwiają one określenie zaistniałych przekształceń i ocenę ich rozmiarów oraz prognozę procesów degradacyjno-dewastacyjnych.

Rejon dzielnicy przemysłowo-składowej Ligota Zabrska w Gliwicach

Badania nad określeniem zmian środowiska w zakresie degradacji powierzchni ziemi, roślin, gleb i klimatu lokalnego przeprowadzono w latach 1985-1986 na zlecenie Urzędu Miejskiego w Gliwicach. Cel badań sprowadzał się do oceny stopnia degradacji i dewastacji środowiska oraz strat w rolnictwie, sadownictwie i ogrodnictwie spowodowanych m.in. przez zanieczyszczenie powietrza. Obszar badań obejmował dzielnicę Ligota Zabrska o powierzchni 950 ha, położoną w większości w dolinie Kłodnicy. Stwierdzić należy, że w latach 1970-1985 dolina Kłodnicy została częściowo zabudowana oraz częściowo zagospodarowana (likwidacja łąk) na cele ogrodów działkowych.

Wśród wielu metod badawczych (Wrona 1996) zastosowano techniki tele-detekcyjne do określania sposobu zagospodarowania i dewastacji gruntów w tej dzielnicy. W szczególności w oparciu o dostępne zdjęcia lotnicze w skali 1:10 000 z lat 1973 i 1981 oraz kartowanie terenowe opracowano 2 mapy wykorzystania gruntów z tej dzielnicy. Dotyczyły one sposobów zagospodarowania gruntów i zmian jakie nastąpiły w latach 1973-1986. Mapy te dostarczyły niezbędnych danych dla potrzeb opracowania programu rekultywacji gruntów oraz zmian ich przeznaczenia w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego miasta Gliwice (Wrona 1996).

Rejon dzielnicy mieszkalno-przemysłowej Zabrze–Biskupice

Dla potrzeb opracowania szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego dzielnicy mieszkaniowo-przemysłowej Zabrze–Biskupice, wykonanego w 1990 r. wykorzystano panchromatyczne zdjęcia lotnicze w skali 1:10 000 pochodzące z 1987 r. i dane z termowizji lotniczej. W oparciu o interpretację zdjęć lotniczych i kartowanie terenowe wykonano mapę aktualnego zagospodarowania przestrzennego dzielnicy wg. stanu w 1990 r. w skali 1:5 000 (Wrona i in. 1997). Natomiast metodę termowizji lotniczej wykorzystano w badaniach mikroklimatycznych doliny Bytomki, będącej najbardziej zurbanizowanym rejonem zachodniej części GOP. Jej obszar leży na terenie Bytomia, Zabrze i Gliwic, a dominującymi są funkcje mieszkaniowa i przemysłowa (Halemba i in. 1992; Halemba i in. 1994). Badania prowadzono latem 1987 r. i jesienią 1988 r.

W wyniku interpretacji zdjęć termalnych wykonanych latem 1987 r. wyodrębniono na terenie doliny kilka stref temperatur, co pozwoliło stwierdzić, że zróżnicowanie termiczne w dolinie Bytomki jest znaczne. Najniższymi temperaturami terenu, kształtującymi się w granicach 15,4-16,3°C odznaczały się łąki i nieużytki trawiaste, a najwyższymi (19,3-21,1°C) – tereny zajęte przez przemysł, zwartą zabudowę mieszkaniową oraz drogi i wody. Różnica zatem wynosi blisko 6°C. Natomiast w okresie jesiennym zarejestrowano stan drastycznego naruszenia równowagi termicznej, bowiem zaobserwowano znaczną emisję ciepła z terenów przemysłowych „Huty Bobrek”, „Koksowni Jadwiga” i „Elektrowni Zabrze”. Stwierdzone różnice temperatur wynosiły, zwłaszcza w porze popołudniowej, blisko 10°C.

Zastosowanie lotniczych obrazów termalnych do rejestracji promieniowania ciepłego podłoża pozwoliły wyodrębnić na badanym obszarze kilka stref o podobnej temperaturze tj. obszarów zalegania chłodnych i wilgotnych mas powietrza, co powoduje konwersję SO_2 do SO_3 i SO_4 , pozwoliły na określenie kanałów wentylacyjnych itp., co ma szczególne znaczenie w obszarach silnie zurbanizowanych i uprzemysłowionych. Dlatego wyniki badań zostały wykorzystane w konstrukcji planu szczegółowego zagospodarowania przestrzennego dzielnicy Biskupice w Zabrzu, cechującej się mozaiką funkcji mieszkaniowej i przemysłowej w dolinie Bytomki, a także w konstrukcji planu restrukturyzacji obszaru przemysłowego po zlikwidowanym polu „Ludwik” kopalni „Pstrowski” w Zabrzu. Analiza materiału zdjęciowego, poparta wynikami badań naziemnych, pozwoliła na określenie

z dużą precyzją m.in. miejsc i obszarów inwersyjnych oraz zastoiskowych chłodnych i zanieczyszczonych mas powietrza. Na obszarze dawnego pola „Ludwik” interpretacja zdjęć termalnych umożliwiła stwierdzenie i lokalizację ognisk pożarowych na uznanym za nieczynny, termicznie czynnym zwale odpadów górniczych (Wrona i in. 1997). Obrazy termalne i zdjęcia lotnicze panchromatyczne umożliwiają skartowanie przestrzennego rozkładu temperatury radiacyjnej w zależności od cech fizycznych. Dostarczają więc informacji, które powinny być uwzględniane w planowaniu urbanistycznym, a w szczególności, gdy w grę wchodzi przekształcanie miejsc zamieszkania i rekreacji lub polepszenie warunków środowiskowych.

Tereny górnicze kopalni węgla kamiennego w latach 1992-1994

Badania wykonano na zlecenie kopalń węgla kamiennego „Knurów” i „Szczygłowice”. Opracowano na podstawie kartowania terenowego i interpretacji zdjęć lotniczych pochodzących z 1987 r. i 1992 r. mapę użytkowania ziemi obszarów górniczych kopalni w skali 1:10 000. Typ i rodzaj użytkowania ziemi oznaczono na mapie kodem literowo-cyfrowym. Przeprowadzono także analizę fizyko-chemicznych właściwości gleb w ponad 50 punktach kontrolnych oraz ocenę zmian hydrologicznych gruntów. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na opracowanie prognozy przekształceń powierzchni ziemi w 3 horyzontach czasowych, tj. do roku 2000, do roku 2015 oraz do zakończenia eksploatacji górniczych. Zaproponowano szereg rozwiązań hydrotechnicznych, umożliwiających prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów na terenach objętych postępującą degradacją i dewastacją gruntów w wyniku rozwoju ciągłych i nieciągłych deformacji powierzchni ziemi.

Wydaje się, że takie postępowanie metodycznie – badawcze pozwala m.in. na uzyskanie wiarygodnych wyników, jak również na prawidłową ocenę stanu zagospodarowania przestrzennego oraz przewidywanych zmian wraz z postępem wydobywania węgla. Uzyskane w ten sposób wyniki obrazujące cechy przestrzeni przyrodniczej i technicznej obszarów górniczych kopalni stanowiły podstawę konstrukcji planu zagospodarowania przestrzennego.

Rejony dewastacji gruntów w konurbacji górnośląskiej

W latach 1999-2001 w ramach grantu KBN realizowane były badania zmierzające do określenia dynamiki zanieczyszczenia środowiska. W oparciu o archiwalne (1973 r., 1987 r. i 1996 r.) różnoskalowe zdjęcia lotnicze określano dynamikę dewastacji gruntów w 15 miastach GOP. Łączna ich powierzchnia wynosi 1085 km². Sporządzono szereg map w skali 1:25 000 ilustrujących kierunki przekształceń powierzchni gruntów w latach 1973-1996. Badania z zastosowaniem zdjęć lotniczych i kartowania terenowego pozwoliły na uzyskanie danych, dotyczących stanu i zmian środowiska geograficznego, często odbiegających w istotny sposób od materiałów statystyki urzędowej.

Wykorzystując wstępne wyniki uzyskane w ramach tego programu dla Zabrze (Wrona 2000) stwierdzić należy, że na terenie miasta w 2000 r. znajdowało się 46

zwałów o powierzchni 560,68 ha i objętości 90 502,7 tys. m³. W latach 1973-2000 zanotowano przyrost 13 zwałowisk o powierzchni 171,49 ha i objętości 42 443 tys. m³. Wielkości te wyraźnie odbiegają od informacji statystycznych GUS i Urzędu Miejskiego w Zabrze (Wrona 1999).

Reasumując należy stwierdzić, że zdjęcia lotnicze pozwalają nie tylko na oszczędność czasu w prowadzeniu badań przestrzennych, lecz także na uzyskanie wiarygodnych wyników, pozwalających ukierunkować procesy restrukturyzacji, rekultywacji i zagospodarowaniu gruntów zdewastowanych, a także racjonalnie konstruować plany zagospodarowania środowiska.

LITERATURA

- Gronet R., 1990, *Ocena zmian środowiska przyrodniczego na podstawie analizy zdjęć lotniczych*, [w:] Wrona A. (red.), *Kombinat Metalurgiczny „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej, a zmiany środowiska przyrodniczego*, Wyd. KIS PAN, Biuletyn nr 5, Wrocław–Warszawa–Kraków, s. 13-55.
- Gronet R., Halemba B., Truszkowski L., Wrona A., 1992, *Wykorzystanie metod termowizyjnych i teledetekcyjnych dla potrzeb oceny stanu wybranych elementów środowiska przyrodniczego aglomeracji górnośląskiej*, [w:] Małecki Z. (red.), *Problemy sozologiczne aglomeracji miejsko-przemysłowej*, Wyd. KIS PAN, Biuletyn nr 1, s. 24-32.
- Gronet R., Kowalska M., Wrona A., 1995, *Wykorzystanie zdjęć lotniczych i satelitarnych do monitoringu stanu i zmian środowiska geograficznego na obszarze Górnego Śląska*, [w:] Śliwiok Z. (red.), *Ekologiczne problemy Górnego Śląska*, Wszechnica Górnośląskiego Towarzystwa Nauk im. Walentego Roździeńskiego, Katowice, s. 48-55.
- Halemba B., Truszkowski L., Wrona A., 1992, *Lotnicze obszary termalne jako element badań mikroklimatu obszaru przemysłowego na przykładzie Doliny Bytomki*, *Archiwum Ochrony Środowiska*, nr 1, Wrocław–Warszawa–Kraków, s. 7-20.
- Halemba B., Truszkowski L., Wrona A., 1994, *Ocena zróżnicowania warunków termicznych podłoża na podstawie zdjęć termalnych doliny Bytomki*, *Archiwum Ochrony Środowiska*, nr 1-2, Wrocław, Warszawa, Kraków, s. 147-164.
- Wrona A., 1990, *Badania środowiska przyrodniczego w rejonie oddziaływania Kombinatu Metalurgicznego Huta Katowice*, [w:] Wrona A. (red.), *Kombinat Metalurgiczny „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej, a zmiany środowiska przyrodniczego*, Wyd. KIS PAN, Biuletyn nr 5, Wrocław–Warszawa–Kraków, s. 5-12.
- Wrona A., 1994, *Zastosowanie metod teledetekcyjnych do oceny stanu i zmian użytkowania gruntów miasta Zabrze*, *Archiwum Ochrony Środowiska*, 1-2, Wrocław–Warszawa–Kraków, s. 129-146.
- Wrona A., 1996, *Grunty zdewastowane w dzielnicy przemysłowo-składowej Gliwice – Ligota Zabrska*, *Archiwum Ochrony Środowiska*, 1-2, Wrocław – Warszawa – Kraków, s. 109-132.
- Wrona A., Gronet R., Gołubowicz J., 1997, *Wykorzystanie metod teledetekcyjnych do oceny stanu technicznego i sposobu zagospodarowania zwałowisk odpadów górniczych*, *Archiwum Ochrony Środowiska*, 23, Wrocław–Warszawa–Kraków, s. 69-83.
- Wrona A., 1999, *Dynamika zmian użytkowania ziemi miasta Zabrze w latach 1973-1996*, *Przyroda i Człowiek*, 9, Stowarzyszenie Opolskie Centrum Edukacji Ekologicznej, Opole, s. 199-225.
- Wrona A., 2000, *Próba teledetekcyjnej oceny rekultywacji i zagospodarowania gruntów zdewastowanych miasta Zabrze*, Maszynopis IPIS PAN, Zabrze.

**APPLICATION OF TELEDETECTION METHODS
AND FIELD INVESTIGATIONS FOR THE ESTIMATION
OF ENVIRONMENTAL CHANGES OF SELECTED CITIES
IN THE UPPER SILESIAN INDUSTRIAL REGION**

Summary

The knowledge of environmental condition and the assessment of the dynamics and directions of its transformations should be a necessary condition in taking decisions concerning its protection, resitutation, and reclamation of particular biotic elements in the most transformed region of Poland such as the Upper Silesian Industrial Region. The necessary tool to provide reliable data about the size of degradation and devastation of the environment are teledetection techniques supplemented with fundamental field investigations such as sozological mapping.

To estimate the dynamics of environmental transformations in the Upper Silesian Industrial Region teledetection methods supported by field surveys have been used at different times and in different areas. Over 1976-1985 these methods were applied to assess the scale of environmental transformations in the region of the Metallurgical Combine of Katowice Steelworks. Maps of environmental transformations have been compiled, their scale 1:25 000.

Over 1986-1990 a complex survey was carried out, this covering among other things relief transformations, as a spatial expression of changes of the geographical environment, of the cities of Bytom, Chorzów, Świetochłowice, Gliwice, and Zabrze. Maps at a scale of 1:7000 and 1:10 000 were then compiled.

On the basis of the results of interpretation of air photographs of 1992 and of field studies a 1:26 000 map of environmental condition was performed over 1992-1994 for the needs of a mining area protection programme for the coals mines "Knurów" and "Szczygłowice". Two successive maps of land use for an industrial-storage estate of Ligota Zabrska in Gliwice were carried out in 1985-1986. In 1990 use was made of air photographs to assess the actual state of spatial management of the estate Biskupice in Zabrze. Support of these studies by air thermal vision methods made it possible to distinguish areas suitable for further residential building. Tele-detection methods applied in 1992-1994 served to carry out a programme of mining area protection for the coal mines "Knurów" and "Szczygłowice", while in 1999-2001 such methods assisted by field investigations were used to assess the dynamics of environmental transformations in an area of 15 cities of the Upper Silesian Industrial Region.

*Mgr inż. Klecha Janina
Zakład Dynamiki Środowiska
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska
Polska Akademia Nauk
ul. M. Skłodowskiej-Curie 34
41-819 Zabrze*

*Dr Wrona Andrzej
Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi
Uniwersytet Opolski, Opole*