

# Analiza możliwości zmiany sposobu zagospodarowania obszaru przemysłowego z wykorzystaniem metody AHP

Mgr inż. Joanna Sobolewska, dr inż. Zbigniew Walczak, Instytut Budownictwa i Geoinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## 1. Wprowadzenie

Po II wojnie światowej nastąpiła odbudowa miast zniszczonych w wyniku działań wojennych oraz przywracanie dawnych funkcji, które pełniły obiekty przemysłowe, jak również budowanie nowych zakładów/fabryk. Z biegiem lat nastąpił rozwój technologiczny głównych ośrodków miejskich, takich jak Warszawa, Łódź czy Kraków. Tereny charakteryzujące się głównie prowadzeniem na nich działalności przemysłowych były zlokalizowane w strefach peryferyjnych miast. W wyniku szybkich przemian gospodarczych w latach 90. [1] oraz w związku z degradacją fabryk o charakterze produkcyjnym (fizyczną i techniczną wynikającą z rozwoju nowych technologii), pozostawał często po nich teren nieużytkowany, opuszczony teren przemysłowy. Wiele powstałych wówczas obiektów przemysłowych jest obecnie uznawanych za wysokiej klasy zabytki budownictwa przemysłowego o randze nawet międzynarodowej. Ikoną może tutaj być np. zespół nieczynnej od 1986 roku huty żelaza w Volklingen w Niemczech, który znalazł się na liście światowego dziedzictwa UNESCO. W Polsce znajduje się 7 punktów kotwicznych Europejskiego Szlaku Dziedzictwa Przemysłowego m.in. Exploseum w Bydgoszczy, zabytkowa kopalnia srebra w Tarnowskich Górach czy Tyskie Browarium. Jednak wiele z nich przestało już dawno pełnić swoje funkcje. W odniesieniu do poziomu zdewastowania tych przestrzeni tereny te stanowią poważne bariery



Rys. 1. „Tkalnia 14” – obiekt mieszkaniowo-usługowy

w zagospodarowaniu i rozwoju miasta. Często obszary takie zostały „wchłonięte” w obszar miasta w wyniku eksurbanizacji (*urban sprawl*) i stanowią mogą nie rewitalizowane, zdegradowane elementy przestrzeni miejskiej [2]. Konieczne jest zagospodarowanie tej przestrzeni, w sposób umożliwiający rozwój miasta.

Przy zmianie sposobu zagospodarowania obszaru przemysłowego w trakcie jego rewitalizacji należy wykonać analizę proponowanych wariantów pod kątem ekonomicznym, funkcjonalnym, technicznym oraz uwzględnić zagadnienia związane z ochroną środowiska przyrodniczego. Istotnym aspektem branym pod uwagę w trakcie planowania powinno być również uwzględnienie oczekiwań lokalnej społeczności.

Obszar można określić jako zdegradowany, jeżeli występuje na nim co najmniej jedno z niżej wymienionych zjawisk mających negatywny wpływ [3]:

- gospodarczy: niski stopień aktywności, słaba kondycja miejscowych przedsiębiorstw,
- środowiskowy: udział odpadów wpływających na stan środowiska przyrodniczego, a także na samopoczucie oraz zdrowie mieszkańców,
- przestrzenno-funkcjonalny: niedobór wyposażenia infrastruktury technicznej bądź jej zły stan, słabo zapewniony dostęp do priorytetowych usług, niski poziom obsługi odpowiedzialnej za komunikację oraz transport,
- techniczny: zdegradowany stan techniczny obiektów budowlanych.

Istotnym czynnikiem wyróżnienia obszarów zdegradowanych jest zaprzestanie w ich obrębie wykorzystania przestrzeni do celów produkcyjnych oraz wiążących się z nimi zadań dodatkowych w ramach funkcjonowania.

Jednym z przykładów zrewitalizowanego obszaru przemysłowego jest fabryka początkowo nazwana „Deutsche Wollenwaren Manufaktur”, natomiast po roku 1949 „Polska Wełna”. W roku 1816 w Zielonej Górze powstał pierwszy zautomatyzowany zakład włókienniczy, który był zasilany maszyną parową. Wytworzone produkty w okresie międzywojennym były eksportowane do wielu krajów m.in. Turcji, Anglii, Norwegii, Chin [4]. W tamtym czasie w fabryce zatrudniono 87,3% wszystkich osób pracujących w branży włókienniczej, a także 41,2% aktywnych zawodowo kobiet [5].



**Rys. 2.** Obszar objęty opracowaniem (fot. Joanna Sobolewska, 2018)

W wyniku zakończonej działalności byłego zakładu włókienniczego teren został przeznaczony na jedno z większych centrów handlowych znajdujących się w województwie lubuskim. Obiekt handlowy utrzymał zabytkowy charakter po byłej fabryce poprzez zachowanie struktury architektonicznej budynku.

Innym, ciekawym obiektem poddanym rewitalizacji jest tkalnia z 1840 r. zlokalizowana przy zarośniętej wówczas winoroślami ulicy Fabrycznej. Obiekt zniszczony w wyniku pożaru został zrewitalizowany poprzez odbudowę oraz powiększenie. Na bazie terenu, na którym zakończyła się działalność rzemieślnicza, po okresie wojennym powstał Zakład Aparatury Jądrowej „Polon”. Z biegiem czasu podjęto decyzję o modernizacji budynku poprzez zmianę jego przeznaczenia na funkcje mieszkaniowo-usługowe. Przeprowadzono odnowienie, uzupełnienie charakterystycznej ceglanej elewacji wraz z dobudowaniem szklanej obudowy klatki schodowej [6]. Powstały elegancki loft stał się jednym z najbardziej atrakcyjnych budynków w Zielonej Górze (rys. 1) właśnie ze względu na zachowanie starego charakteru.

## 2. Obiekt badawczy

W roku 1884 przy skrzyżowaniu ulicy Lisiej oraz Krakusa została wybudowana fabryka Gustawa Fritze (następnie Otto

Fritze) – rysunek 2 – niemieckiego przemysłowca oraz właściciela danej inwestycji.

Fabryka, w której pracowało około 250 osób, pierwotnie zajmowała się produkcją sukna wysokogatunkowego. Funkcjonowała do lat 20. XX wieku. Po okresie wojennym nastąpiła zmiana przeznaczenia przestrzeni fabrycznej, powstała baza techniczna przemysłu mleczarskiego. W roku 2009 zgodnie z pozwoleniem na rozbiórkę wyburzone zostały cztery istniejące wówczas budynki oraz wywieziono odczynniki chemiczne zagrażające środowisku i zdrowiu. Obecnie teren jest zaniedbany oraz nieużytkowany. Na zachód od przestrzeni poprzemysłowej zlokalizowane są wieżowce wybudowane w latach 80. XX w., natomiast w starej części osiedla znajdują się kamienice poniemieckie.

Teren pofabryczny zgodnie z Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego w Zielonej Górze z dnia 25 października 2016 r. jest przeznaczony pod zabudowę wielorodzinną mieszkaniowo-usługową. Granice terenu według Gminnego Programu Rewitalizacji miasta Zielona Góra na lata 2016–2020, wchodzą w skład okręgu 4 – północnej części Śródmieścia. Teren znajduje się w centralnej części osiedla Winnica, które stanowi ważną część miasta pod względem historycznym. We wspomnianym programie rewitalizacji przeprowadzono badania, według których ankietowani zgodnie uznają okolice przy ulicy Lisiej za obszary

## REWITALIZACJA OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH

**Tabela 1.** Wartość losowego indeksu RI [9]

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56

problemowe. Podstawą określenia przestrzeni jako obszar problemowy jest lokalizacja w niej pustostanów, dominującej liczby terenów nieużytkowych oraz zły stan istniejącej infrastruktury. Ze względu na stosunkowo dobry stan niektórych zachowanych budynków przemysłowych (dwa spośród trzech istniejących) wyznaczono dla nich pośrednią ochronę konserwatorską. Wszelka aktywność inwestycyjna na określonym terenie powinna być prowadzona w oparciu o istniejące związki przestrzenne oraz planistyczne.

### 3. Wybór optymalnego wariantu

Na potrzeby analizy wielokryterialnej opracowano 13 kryteriów zgrupowanych w 4 grupach (rys. 3). W rozważanym problemie decyzyjnym przyjęto trzy warianty zagospodarowania terenu.  $W_1$  – przyrodniczo-rekreacyjny, w którym wprowadza się w przestrzeń tereny zielone pełniące funkcje rekreacyjno przyrodnicze dla pobliskiego osiedla. W wariantcie  $W_2$  – mieszkaniowym zaproponowano utworzenie w istniejących budynkach mieszkań w formie loftów o wysokim standardzie wykończenia. Ostatni zaproponowany wariant  $W_3$  komercyjny zakłada wprowadzenie funkcji śródmiejskich, które charakteryzują się występowaniem szerokiego zakresu usług komercyjnych. Zachowanie historycznego charakteru przewiduje się poprzez odrestaurowanie istniejących budynków i zaadaptowanie ich na usługi, np. restauracja z ogródkiem, kawiarnia, czy siłownia zamknięta.

**Tabela 2.** Kryteria oceny oraz wagi

Kryterium	Kryterium	Skala oceny	Znormalizowana waga	Scenariusz		
				$W_1$	$W_2$	$W_3$
<b>G<sub>1</sub> – Kryteria przestrzenne</b>						
$K_1$	Niezbędny stopień przekształcania obszaru	1–2	0,028	2	1	2
$K_2$	Stopień zachowania specyfiki obiektów	0–2	0,053	2	1	1
$K_3$	Czas realizacji	1–2	0,010	2	1	2
<b>G<sub>2</sub> – Kryteria społeczno-ekonomiczne</b>						
$K_4$	Preferencje i potrzeby odbiorców dotyczące zagospodarowania	1–3	0,253	3	1	2
$K_5$	Koszt realizacji i przygotowania terenu pod budowę	1–3	0,097	3	1	2
$K_6$	Oddziaływanie na odbiorców danej usługi	1–3	0,034	3	1	2
$K_7$	Liczba wymaganych inwestorów	1–2	0,048	2	1	2
<b>G<sub>3</sub> – Kryteria prawne</b>						
$K_8$	Zgodność inwestycji z dokumentami planistycznymi	0–1	0,061	1	1	1
$K_9$	Spełnienie warunków związanych z ochroną konserwatorską	0–2	0,030	2	2	2
<b>G<sub>4</sub> – Kryteria funkcjonalne</b>						
$K_{10}$	Wzbogacenie oferty rekreacyjno-kulturalnej miasta	0–2	0,036	2	0	1
$K_{11}$	Unikalność wprowadzanej funkcji	0–2	0,083	2	0	1
$K_{12}$	Łączenie ze sobą funkcji z różnych dziedzin	0–1	0,055	1	0	1
$K_{13}$	Wpływ na poprawę wizerunku i wzrost atrakcyjności miasta	0–2	0,212	2	0	1

Dla przyjętych kryteriów opracowano zestawienie poszczególnych ocen eksperckich, bazując na własnych doświadczeniach, inwentaryzacji obszaru, analizie MPZP, SUIKZP oraz oczekiwaniach lokalnej społeczności (ankiety) – tabela 2. W analizach wykorzystano metodę AHP [7], skorzystano z pakietu R z interfejsem graficznym RStudio oraz dodatku AHP autorstwa Christoph'a Glura. Zbudowano macierze porównań, parami wykorzystując 9-stopniową skalę Saaty'ego [8], w pierwszej kolejności dla poszczególnych grup, a następnie kryteriów. Dla poszczególnych macierzy porównań parami uzyskano wektor wag kryteriów (tabela 2). Oszacowano również współczynniki niezgodności CR dla poszczególnych macierzy:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

gdzie:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$\lambda_{\max}$  – maksymalna wartość własna macierzy porównań,

$n$  = wymiar macierzy porównań ( $n \leq 15$ ),

RI – jest stabilizowaną wielkością zależną od liczby porównywalnych elementów (tabela 1).

Wartości CR dla poszczególnych grup i kryteriów nie przekraczały dopuszczalnego progu 0,10.

Główny nacisk w omawianych analizach położono na kryteria  $G_2$  – społeczno-ekonomiczne oraz  $G_4$  – funkcjonalne (tabela 3), co bezpośrednio przełożyło się również na wagę

**Rys. 3.** Struktura hierarchiczna problemu decyzyjnego



**Tabela 3.** Macierz porównań parami grup kryteriów

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>
G <sub>1</sub>	1	1/5	1	1/4
G <sub>2</sub>	5	1	5	1
G <sub>3</sub>	1	1/5	1	1/4
G <sub>4</sub>	4	1	4	1

kryterium K<sub>4</sub> (preferencje i potrzeby odbiorców dotyczące zagospodarowania) oraz K<sub>10</sub> (wpływ na poprawę wizerunku i wzrost atrakcyjności miasta), tym samym stawiając na pierwszym miejscu preferencje społeczeństwa i kładąc nacisk na poprawę wizerunku miasta. Wynika to oczywiście z macierzy porównań parami w obrębie grup G<sub>2</sub> oraz G<sub>4</sub>.

Uzyskano ranking wariantów:

W<sub>1</sub> (53,1%) > W<sub>3</sub> (34,4%) > W<sub>2</sub> (12,5%)

Biorąc pod uwagę ankiety dotyczące preferencji mieszkańców oraz końcowe wyniki analizy wielokryterialnej, najbardziej optymalnym wariantem zmiany sposobu zagospodarowania byłego terenu poprzemysłowego zlokalizowanego w Zielonej Górze jest wariant 1 – przyrodniczo-rekreacyjny (53,1%).

Metoda AHP jest niewątpliwie wygodną i często stosowaną metodą w procesach decyzyjnych. Należy jednak pamiętać, że metoda jest wrażliwa nawet na niewielkie zmiany priorytetów (zmiany w macierzach porównań parami), które konstruowane są przez ekspertów na podstawie ich doświadczenia i mogą różnie być konstruowane przez różnych ekspertów. W przypadku dużych, rozbudowanych macierzy porównań parami zbudowanie spójnych, zgodnych (w sensie metody AHP i współczynnika CR) macierzy może być dużym problemem nawet dla ekspertów. Oszacowanie preferencji danego kryterium w stosunku do wszystkich pozostałych, w przypadku, gdy macierz jest duża (dużo kryteriów bez podziału na grupy) może być kłopotliwe nawet dla doświadczonej osoby. Pewnym rozwiązaniem, dającym również dodatkową informację, który element macierzy ma największy wpływ na wysokość współczynnika CR, jest analiza wrażliwości [10].

Analizę wrażliwości przeprowadzono dla dwóch dodatkowych scenariuszy, w których główny nacisk położono na grupę G<sub>3</sub> – scenariusz 2 oraz G<sub>4</sub> – scenariusz 3. Analizę prowadzono

poprzez stosowną modyfikację wyjściowej (tabela 3) macierzy porównań parami. W drugim scenariuszu (tabela 4) przyjęto jako najważniejsze kryteria prawne oraz funkcjonalne, natomiast w scenariuszu 3 za najważniejsze uznano kryteria funkcjonalne, a niewiele mniej ważne kryteria społeczno-ekonomiczne (tabela 5).

**Tabela 4.** Macierz porównań parami dla scenariusza 2

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>
G <sub>1</sub>	1	2	1/5	1/4
G <sub>2</sub>	1/2	1	1/5	1/4
G <sub>3</sub>	5	5	1	3
G <sub>4</sub>	4	4	1/3	1

**Tabela 5.** Macierz porównań parami dla scenariusza 3

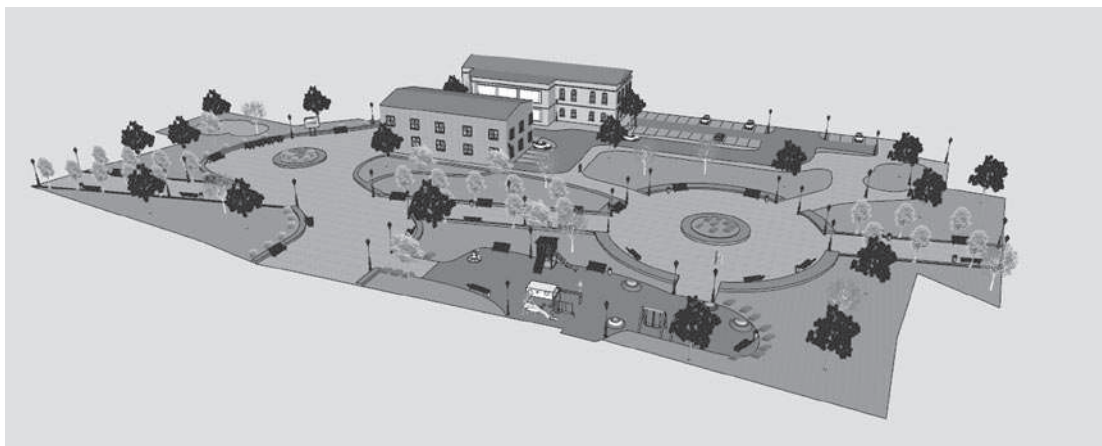
	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>
G <sub>1</sub>	1	1/3	1	1/5
G <sub>2</sub>	3	1	3	1/2
G <sub>3</sub>	1	3	1	1/5
G <sub>4</sub>	5	2	5	1

Uzyskane rankingi dla poszczególnych scenariuszy zestawiono w tabeli 6.

**Tabela 6.** Zestawienie rankingów dla poszczególnych scenariuszy

Scenariusz	Ranking
Scenariusz 0	W <sub>1</sub> (53,1%) > W <sub>3</sub> (34,4%) > W <sub>2</sub> (12,5%)
Scenariusz 1	W <sub>1</sub> (44,4%) > W <sub>3</sub> (33,8%) > W <sub>2</sub> (21,7%)
Scenariusz 2	W <sub>1</sub> (55,0%) > W <sub>3</sub> (34,6%) > W <sub>2</sub> (10,4%)

Analiza wrażliwości w rozpatrywanym przypadku nie wykazała istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi scenariuszami. W każdym przypadku ranking wariantów przedstawiał się tak samo, poszczególne warianty różniły się tylko wagami. Wyraźną przewagę uzyskuje wariant pierwszy (rys. 4), średnio około 16 punktów procentowych przed



**Rys. 4.** Wizualizacja rewitalizacji terenu przemysłowego

drugim w kolejności  $W_3$ . Wariant  $W_2$  zdecydowanie odstawał od czołówki osiągając maksymalnie około 22%.

Głównymi dominantami w wariantcie 1 są dwa obiekty budowlane objęte przez ewidencję zabytków, których charakter konstrukcyjno-architektoniczny został w pełni zachowany. Obiekty te mogą być wykorzystane jako np. siłownie, sale fitness lub z przeznaczeniem na małą gastronomię. Kluczowym aspektem w zmianie zagospodarowania terenu było zaproponowanie ciągu komunikacyjnego pieszego na zdegradowanym dotychczas obszarze. Przez środkową część koncepcji przechodzi główna ścieżka, do której zostały doprowadzone ścieżki boczne. Dodatkowo przestrzeń została wzbogacona o różne gatunki drzew oraz krzewów, których celem było zachęcenie odwiedzających do spędzenia wolnego czasu oraz zespolenie całości koncepcji zagospodarowania przestrzennego.

#### 4. Podsumowanie

W pracy podjęto próbę opracowania optymalnego wariantu zagospodarowania obiektu przemysłowego w Zielonej Górze – byłej fabryki włókienniczej. Analizowano trzy warianty rewitalizacji tego obszaru. Przy ich ocenie wzięto pod uwagę trzynaście kryteriów pogrupowanych w cztery grupy związane z aspektami przestrzennymi, społeczno-ekonomicznymi, prawnymi oraz funkcjonalnymi. Hierarchiczne pogrupowanie kryteriów znacząco ułatwiło utworzenie macierzy porównań parami, utworzenie pięciu macierzy porównań parami, które składały się od 2 do 4 kryteriów zamiast budowania macierzy kwadratowej  $n=13$  elementów, znacząco uprościła szacowania relacji pomiędzy kryteriami. W analizach wykorzystano metodę AHP. Dokonano również uproszczonej analizy wrażliwości zadania optymalizacyjnego na zmianę preferencji. Analizę wrażliwości wykonano dla dwóch scenariuszy, dla których zmieniano preferencje (modyfikowano macierz porównania parami dla grup kryteriów) wybranych grup kryteriów. Nie wyczerpuje to oczywiście wszystkich możliwości, lecz daje pewien pogląd na to, jak wrażliwy jest model na zadane kryteria. Zdecydowanie najlepiej wypada wariant  $W_1$ , który zakładał wykorzystanie potencjału terenu oraz jego ożywienie.

W planowanym założeniu stworzono dogodne warunki do odpoczynku oraz nowe możliwości rekreacyjne dla mieszkańców Zielonej Góry – co stanowi odpowiedź na oczekiwania oraz potrzeby społeczności lokalnej.

Wyloniony w rankingu jako najlepszy wariant  $W_1$  według analizy wrażliwości charakteryzuje się sporą stabilnością oraz małą wrażliwością na zmiany parametrów wag oraz ocen (w badanym zakresie). Należy pamiętać jednak, że metoda AHP jest metodą subiektywną, a ostateczny ranking zależy będzie od decydenta. Zależać to może od doświadczenia decydenta oraz przyjętych przez niego ocen eksperckich dla poszczególnych kryteriów.

Metoda AHP jest narzędziem wspomagającym podejmowanie decyzji, które może być z powodzeniem wykorzystane do wielokryterialnego wspomaganie decyzji w gospodarowaniu przestrzenią.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Domański B., Przekształcenia terenów przemysłowych w województwach śląskim i małopolskim – Prawidłowości i uwarunkowania, *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society* 3/2002, str. 51–59
- [2] Gierańczyk W., Restrukturyzacja przestrzeni przemysłowej wybranych miast województwa kujawsko-pomorskiego w okresie transformacji ustrojowej, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego* 9/2006, str. 62–72
- [3] Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji, 2015 (poz. 1777)
- [4] Suszczewicz M., Dziedzictwo przemysłowe i techniczne województwa lubuskiego jako podstawa nowego regionalnego szlaku turystyczno-kulturowego, *Turystyka Kulturowa*, 8/2015, str. 20–40
- [5] Bazan-Krzywoszańska A., *Powojenny rozwój społeczno-przestrzenny Zielonej Góry*, Architectus, 2014
- [6] Kochański P., Wpływ spontanicznej rewitalizacji obiektów poprodukcyjnych na wizerunek miasta-ulica Fabryczna w Zielonej Górze, *Przeгляд Budowlany*, 3/2013, str. 65–68
- [7] Saaty T. L., Decision making – the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP), *Journal of systems science and systems engineering*, tom 13, 1/2004, str. 1–35
- [8] Saaty T. L., How to make a decision: the analytic hierarchy process, *European journal of operational research*, tom 48, 1/1990, str. 9–26
- [9] Kobryń A., *Wielokryterialne wspomaganie decyzji w gospodarowaniu przestrzenią*, Difin SA, 2014
- [10] Prusak A., Strojny J., Stefanow P., *Analityczny proces hierarchiczny (AHP) na skróty – kluczowe pojęcia i literatura*, *Humanities and Social Sciences*, tom 19, 4/2014, str. 179–192