

## Oddziaływanie wizualne wyrobisk odkrywkowych na przykładzie wybranych obiektów w Małopolsce

Barbara Radwanek-Bąk<sup>1</sup>



**Visual impact of selected quarries in the Małopolska Region.** Prz. Geol., 55: 1143–1148.

*S u m m a r y.* Landscape alteration is generally one of the most significant impacts caused by surface mining and quarrying, particularly when the excavation activities are located within environmentally sensitive areas. The paper describes the results of two different methods of visual impact assessment applied to a number of case studies in Małopolska. The application involves areas with significant landscape values and places of weekend, summer and winter holidays for many people living in the Silesian and Kraków urban-industrial agglomerations. One of the two methods refers to the EC decision 272/02, which establishes ecological criteria for the award of the Community eco-label for hard floor-coverings. The second method is based on the application of a visual impact indicator (Lvi) in which two objective aspects of landscape alteration are included: the extent of the visible excavation and its

chromatic contrast with the surroundings. The results of the two methods are compared and discussed for each of the case studies considered.

**Key words:** visual impact, open-cast (quarry), landscape alteration, digital pictures, chromatic contrast

Nieodłączną cechą eksploatacji odkrywkowej jest przekształcanie morfologii terenu i krajobrazu. Rozpoczęcie wydobycia odkrywkowego na danym obszarze wiąże się często z faktycznymi lub potencjalnymi zmianami użytkowania terenu, utratą obszarów rolniczych i wylesieniem. Czynniki te zawsze, choć z różnym nasileniem, wpływają na zmianę krajobrazu, a niekiedy nawet powodują degradację walorów estetycznych terenu. Te negatywne efekty eksploatacji są szczególnie widoczne na obszarach o dużych walorach krajobrazowych, w szczególności na obszarach górskich. Są one źródłem konfliktów środowiskowych.

Pomimo że sam krajobraz i jego oddziaływanie wzrokowe nie mają bezpośredniego wpływu na zdrowie ludzi, odczucia związane z jego percepcją mogą wpływać na samopoczucie zarówno w pozytywny, jak i negatywny sposób. W rejonach, w których ważne są funkcje rekreacyjne terenu, zakłócenie harmonii krajobrazu obecnością wyrobisk i czynnych zakładów górniczych odbierane jest jako element negatywny, zmniejszający walory krajobrazowe i estetyczne okolicy. Kumulacja takich efektów może zmniejszać atrakcyjność środowiska, a w konsekwencji niekorzystnie oddziaływać również na rozwój gospodarczy regionu.

Ocena oddziaływania wyrobisk odkrywkowych na krajobraz poprzez wrażenia wizualne (*LVI*) obejmuje indywidualną percepcję, gust estetyczny oraz postrzeganie wzrokowe (Nicholson, 1995), przez co w znacznie większym stopniu opiera się na osądzie niż na faktycznych pomiarach. Zawiera bowiem wiele czynników niemierzalnych, zależnych od subiektywnej oceny konkretnego obserwatora. Zmiany krajobrazu, wynikające z działalności wydobywczej, mogą być bardzo negatywnie odbierane przez turystów i okazjonalnych przybyszów, którzy oczekują wrażeń estetycznych i nie są przygotowani do zaakceptowania zakłócenia charakteru krajobrazu poprzez działalność gospodarczą. Mieszkańcy zaś są skłonni akceptować nawet stałe zmiany krajobrazu związane z

obecnością kamieniołomów, gdyż miejsca te wiążą z możliwościami zatrudnienia, często wpisanymi w tradycje regionu.

Niemniej jednak niektóre aspekty zmian krajobrazu można mierzyć w sposób obiektywny, a wielkość zmian przedstawić w sposób ilościowy. Dotyczy to w szczególności zasięgu widoczności zmienionego obszaru oraz stopnia kontrastu chromatycznego pomiędzy odsłoniętą skałą (odkrywką) a dominującym kolorem otoczenia. W niniejszej publikacji przedstawiono próbę oceny tych właśnie elementów (za pomocą odpowiednich wskaźników) na przykładzie wybranych obiektów województwa małopolskiego. Obiektami badań są trzy typowe kamieniołomy Małopolski. Są one zlokalizowane w obszarach chronionego krajobrazu w pobliżu miast, wsi i głównych dróg, z których są dobrze widoczne.

Niniejszy artykuł w dużym stopniu jest oparty na anglojęzycznej publikacji autorstwa V. Dentoni, G. Massacci i B. Radwanek-Bąk (2006) poświęconej prezentacji i omówieniu wskaźnikowych metod oceny wpływu wizualnego kamieniołomów, a jego celem jest zaznajomienie szerszego kręgu odbiorców z tymi interesującymi i niestosowanymi dotychczas w Polsce metodami.

### Metody oceny oddziaływania wpływu wizualnego wyrobisk odkrywkowych

Od 2002 r. do oceny presji, a zarazem stanu środowiska, w wypadku eksploatacji powierzchniowej w krajach Unii Europejskiej zalecane jest stosowanie decyzji nr 272/02 Komisji UE (*Commission Decision 2002/272/EC*). Definiuje ona kryteria oraz określa zalecane standardy ekologiczne. Wśród siedmiu przyjętych wskaźników dwa stosuje się do oceny oddziaływania wizualnego i zmian krajobrazu w wyniku odkrywkowego wydobycia kopaliny. Są to: wskaźnik jednoczesnego odtworzenia (*rehabilitation simultaneity degree* — *RSD*) oraz wskaźnik oddziaływania wizualnego (*visual impact indicator* — *x*).

*RSD* jest zdefiniowany jako stosunek wielkości obszaru zmienionego w wyniku eksploatacji (wyrobiska, czynnego składowiska odpadów mineralnych) do wielkości obszaru objętego zezwoleniem na eksploatację. Wskaźnik

<sup>1</sup>Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; barbara.radwanek-bak@pgi.gov.pl

wizualnego oddziaływania kamieniołomu ( $x$ ) jest funkcją wysokości odsłoniętej powierzchni wyrobiska widzianej z kilku punktów pomiarowych i odległości obserwatora od obiektu i jest wyrażony w procentach. Punkty obserwacyjne wybiera się w pobliżu osiedli, przy głównych szlakach komunikacyjnych, w miejscach o istotnych walorach środowiskowych i kulturowych oraz miejscach często odwiedzanych przez turystów lub przechodniów. Dla poszczególnych punktów obserwacyjnych  $P$   $x$  jest zdefiniowany w następujący sposób:

$$x = \frac{h^2}{(L \tan 30^\circ)} \cdot 100$$

gdzie:

$x$  — wskaźnik oddziaływania wizualnego [%];

$h$  — pionowy odcinek (wysokość) zmienionego terenu widoczny z punktu  $P$  [m];

$L$  — odległość pozioma pomiędzy  $P$  a zmienionym obszarem [m];

$\tan 30^\circ$  — tangens średniego kąta widzenia ludzkiego oka.

Czynnik  $h^2$  aproksymuje podstawę powierzchni stożka widoczności, w którym może być widziany obszar zmieniony w wyniku eksploatacji, natomiast czynnik  $L \tan 30^\circ$  aproksymuje podstawę obszaru średniego stożka widzenia ludzkiego oka.

Każdemu z dwóch wskaźników zdefiniowanych kryterium UE przypisuje się punkty zgodnie z wartościami podanymi w tabeli 1. Punkty przypisane każdemu wskaźnikowi powinny być korygowane poprzez zastosowanie jednej lub kilku wag, tak by uwzględniały wrażliwość środowiskową terenu, w którym jest zlokalizowana działalność górnicza.

Oprócz zaprezentowanej istnieją również alternatywne metody oceny zmiany krajobrazu i oddziaływania wzrokowego. Opierają się one na opracowaniu zdjęć cyfrowych uzyskanych z najistotniejszych punktów obserwacyjnych (Dentoni i in., 2004, 2005). Dla każdego zdjęcia oblicza się osobny kompleksowy wskaźnik oddziaływania wizualnego ( $Lvi$ ), który uwzględnia zarówno zasięg widocznych zmian, jak i kontrast chromatyczny pomiędzy jednorodnym kolorem odsłoniętej przez eksploatację skały a zmiennymi charakterystykami chromatycznymi obszaru otaczającego (Dentoni i in., 2006).

Zasięg widocznych zmian można wyrazić jako poziom widzialności  $Lv$ , zdefiniowany jako:

$$Lv = 10 \log \frac{\Omega_v}{\Omega_0}$$

gdzie:

$Lv$  — poziom widzialności [dB]<sup>(2)</sup>,

$\Omega_v$  — bryłowy kąt widzenia rozciągający się na zmieniony obszar [sr],

$\Omega_0$  — próg widzialności w warunkach maksymalnego kontrastu w przestrzeni czarno-białej —  $8,64 \cdot 10^{-8}$  [sr].

**Tab. 1. Wyróżnione klasy wielkości wskaźników oddziaływania wizualnego według wytycznych Komisji Unii Europejskiej**

Table 1. Evaluation classes according to the EU decision

	<b>5</b> <b>doskonały</b> <i>Excellent</i>	<b>3</b> <b>dobry</b> <i>Good</i>	<b>1</b> <b>dostateczny</b> <i>Sufficient</i>	<b>Nieakceptowalny</b> <i>Exclusion hurdle</i>
RSD [%]	< 15	15–30	31–50	> 50
$x$ [%]	$0 \leq x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$20 < x \leq 30$	$30 < x$

Gdy używa się zdjęć cyfrowych, kąt bryłowy (sferyczny) widzenia wylicza się ze wzoru:

$$\Omega_v = \Omega_p \cdot \frac{N_a}{N_p}$$

gdzie:

$\Omega_p$  — kąt bryłowy rozciągający się na cały obraz [sr],

$N_a$  — liczba pikseli reprezentujących zmieniony obszar,

$N_p$  — całkowita liczba pikseli na zdjęciu cyfrowym.

Oddziaływanie wizualne każdej zmiany krajobrazu zostaje wzmocnione poprzez wielkość kontrastu chromatycznego obszaru odsłoniętego względem otoczenia. W metodzie opisywanej w niniejszej publikacji przyjmuje się system barw CIE Lab (Bishop, 1997; Dentoni i in., 2005). System CIE Lab jest percepcyjnie jednorodną przestrzenią barwną w tym sensie, że odległość  $\Delta E$  jest w przybliżeniu proporcjonalna do efektywnego kontrastu postrzeganego przez obserwatorów. Każdy kolor można określić, podając 3 współrzędne chromatyczne odnoszące się do określonej przestrzeni barwnej, kontrast chromatyczny zaś pomiędzy dwoma kolorami można zdefiniować przez odległość euklidesową  $\Delta E$  pomiędzy dwoma punktami.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

gdzie:

$\Delta L$ ,  $\Delta a$  i  $\Delta b$  — różnice pomiędzy wartościami trzech współrzędnych chromatycznych dwóch kolorów w przestrzeni barw CIE Lab.

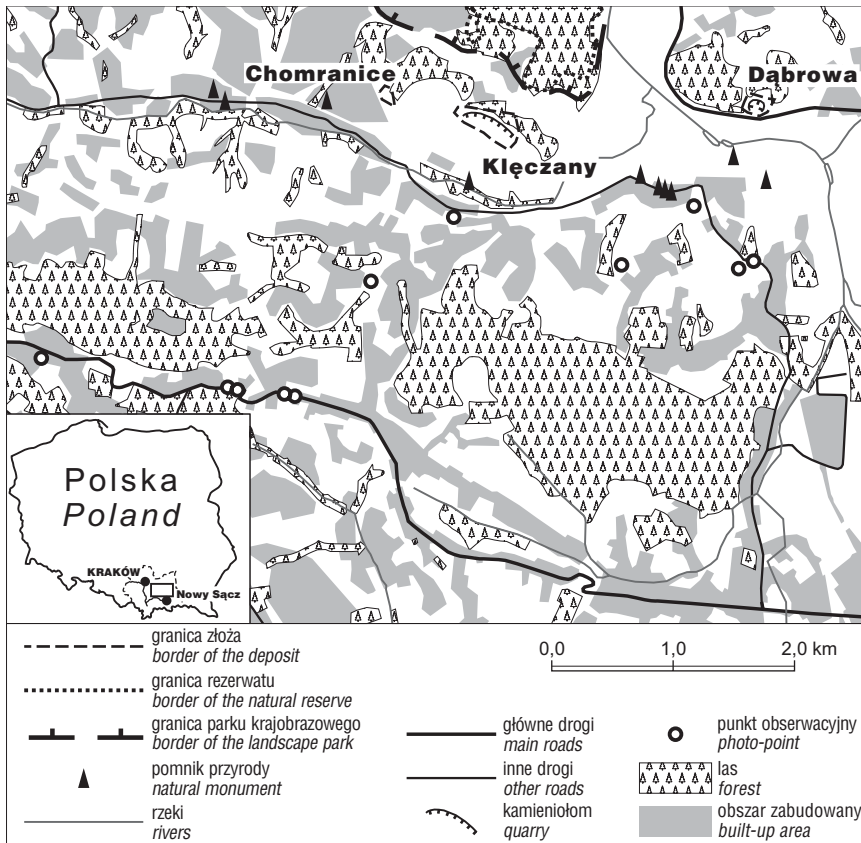
Kompleksowy wskaźnik oddziaływania wizualnego  $Lvi$  przedstawia następujące równanie:

$$Lvi = 10 \log \left( \frac{\Delta E_\mu}{\Delta E_{BW}} \cdot \frac{\Omega_v}{\Omega_0} \right)$$

gdzie:

$\Delta E_\mu$  — średnia wartość  $\Delta E$  obliczona dla każdego piksela tej części obrazu, którą wyselekcjonowano jako obszar zmieniony w wyniku eksploatacji. Średnią z wartości  $\Delta E$  ( $\Delta E_\mu$ ) dzieli się przez euklidesową odległość pomiędzy czarnym a białym ( $\Delta E_{BW}$ ), aby w ten sposób uzyskać średni standardowy kontrast chromatyczny ( $\Delta E_\mu / \Delta E_{BW}$ ). Wartość  $\Delta E_{BW}$  wynosi 100 w przestrzeni barwnej CIE Lab, gdyż współrzędne chromatyczne czarnego i białego wynoszą odpowiednio ( $L = 0$ ;  $a = 0$ ;  $b = 0$ ) i ( $L = 100$ ;  $a = 0$ ;  $b = 0$ );

<sup>2</sup>Wartości wyrażone w decybelach [dB] odnoszą się do stosunku dwóch wielkości proporcjonalnych do mocy.



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny kamieniołomów Kłęczany i Dąbrowa  
Fig. 1. Location of the Kłęczany and Dąbrowa quarries

### Oddziaływanie wizualne wybranych kamieniołomów w Małopolsce

Do oceny oddziaływania wizualnego wyrobisk odkrywkowych w wybranych kamieniołomach Małopolski zastosowano dwie spośród opisanych metod. Obliczono więc zarówno wskaźnik oddziaływania wizualnego ( $x$ ) jak i kompleksowy wskaźnik oddziaływania wizualnego ( $Lvi$ ), uwzględniający kontrast chromatyczny. Dane użyte do oszacowania obu wskaźników uzyskano z opracowania zdjęć cyfrowych reprezentatywnych dla każdego obiektu i wykonanych z istotnych punktów obserwacyjnych.

Wybrane obiekty to kamieniołomy w Kłęczanach, Dąbrowie i Zalasie. Dwa pierwsze są kamieniołomami piaskowca i znajdują się w centralnej części polskich Karpat zewnętrznych, ok. 50 km na południowy zachód od Krakowa, w pobliżu Nowego Sącza, który jest lokalnym centrum administracyjnym (ryc. 1). Ze względu na rodzaj pozyskiwanego surowca, charakterystykę krajobrazu, sytuację socjo-ekonomiczną i aspekty planistyczne obydwie wyrobiska mogą być uznane za reprezentatywne dla polskich Karpat. Kotlina sądecka odznacza się dużymi walorami przyrodniczymi i krajobrazowymi, a znaczna jej część jest objęta różnymi formami ochrony krajobrazu. Jest to również obszar popularny turystycznie, zwłaszcza wśród mieszkańców Krakowa i aglomeracji śląskiej, którzy chętnie spędzają

tu weekendy oraz urlopy zarówno latem, jak i zimą. Trzecim badanym obiektem jest kamieniołom porfiru, który znajduje się w miejscowości Zalas koło Krakowa.

Wszystkie zdjęcia wykonano późnym latem — koniec sierpnia — w słoneczne dni. Zdjęcia dwóch kamieniołomów piaskowca zostały zrobione w godzinach przedpołudniowych i południowych, kiedy ściany wyrobisk oświetlało słońce. Przejroczystość powietrza była typowa dla dni suchych, lecz lekko zamglonych. Zdjęcie w Zalasie wykonano z wiaduktu nad autostradą z odległości ok. 5 km. Słońce oświetlało ścianę wyrobiska. Przejroczystość powietrza była dobra i typowa dla letniego, późnego popołudnia. Ponieważ zdjęcie to zostało wykonane podczas weekendu, przejroczystość powietrza była lepsza niż podczas dni roboczych, gdy natężenie ruchu jest większe.

**Obiekt 1 — kamieniołom w Kłęczanach.** Rozległy, wielopoziomowy (9 poziomów) kamieniołom w Kłęczanach jest największym kamieniołomem w polskich Karpatach i zajmuje obszar ok. 300 tys. m<sup>2</sup>. Jego ściany osiągają 150 m wysokości (ryc. 2 i 3).

Znajduje się na południowym stoku rozległego wzniesienia (615,8 m n.p.m.), dawnej zalesionego, a obecnie w większości pozbawionego lasu. Kamieniołom jest dobrze widoczny ze znacznej odległości, w szczególności z drogi głównej Zator–Medyka (droga krajowa nr 28) oraz z okolicznych dróg lokalnych, ze wsi Kłęczany i Marcinkowice, a także z wielu szlaków turystycznych.



Ryc. 2. Wielopoziomowy kamieniołom piaskowców w Kłęczanach widziany z drogi głównej Zator–Medyka (zdjęcie K1)

Fig. 2. The multilevel Kłęczany sandstone quarry — a view from main road Katowice–Nowy Sącz (picture K1)





**Ryc. 3.** Kamieniołom w Kłęczanach widziany z drogi w miejscowości Kłęczany (zdjęcie K4)

**Fig. 3.** The Kłęczany quarry — a view from Kłęczany village (picture K4)



**Ryc. 4.** Odslonięta ściana kamieniołomu piaskowców w Dąbrowie widziana z drogi w miejscowości Marcinkowice (zdjęcie D2)

**Fig. 4.** Face of the Dąbrowa sandstone quarry — a view from a road in Marcinkowice village (picture D2)

Oligoceńskie piaskowce cergowskie eksploatowane w Kłęczanach są utworami gruboziarniczymi o uziarnieniu od drobno- do gruboziarnistego i szarej barwie. Warstwy piaskowcowe tworzące tu kilka kompleksów są przeławiczone łupkami ilastymi. Miąższość serii złożowej odsłaniającej się w kamieniołomie zmienia się od 5,9 m do 226 m. Przeciętna zawartość łupków w profilu złoża wynosi 23%, ale w poszczególnych seriach zmienia się od 5% do ponad 90%. Piaskowce charakteryzują się dobrymi parametrami geotechnicznymi, w szczególności dużą wytrzymałością na ściskanie. Stąd też znajdują one zastosowanie jako kamień budowlany w drogownictwie i kolejnictwie.

Kamieniołom powstał w 1912 r., a od lat 60. XX w. był eksploatowany metodami strzałowymi. Wydobyte w latach 70. i 80. XX w. wynosiło około 1 mln ton/rok. Obecnie

zaś kształtuje się ono na poziomie do 0,4–0,6 mln ton/rok. W wyniku prowadzonej działalności wydobywczej znaczna część wzniesienia uległa zniszczeniu i niwelacji. Z drugiej strony podczas procesu wydobywczego i przetworstwa surowca powstaje znaczna ilość odpadów mineralnych, głównie łupków. Są one gromadzone na zwałowiskach wewnętrznych i zewnętrznych, które tworzą nowe formy morfologiczne pochodzenia antropogenicznego.

**Obiekt 2 — kamieniołom w Dąbrowie.** Kamieniołom w Dąbrowie znajduje się kilka kilometrów na wschód od Kłęczan, w dolinie Dunajca, w pobliżu Nowego Sącza, przy drodze głównej łączącej wieś z Krakowem (ryc. 1, 4). Jest położony na południowym stoku wzgórza i zajmuje obszar ok. 40 tys. m<sup>2</sup>. Serię złożową tworzą typowe, gruboziarnicowe, eoceńsko-oligocieńskie piaskowce cergowskie o udokumentowanej miąższości ok. 22 m. Przeciętna zawartość wkładek łupkowych wynosi ok. 8%. Wydobywany kamień służy jako materiał budowlany i drogowy. Eksploatację złoża rozpoczęto w 1955 r.; aktualne wydobyte wynosi 30–40 tys. ton/rok, ale w latach 70. i 80. XX w. osiągało nawet 70–80 tys. ton/rok.

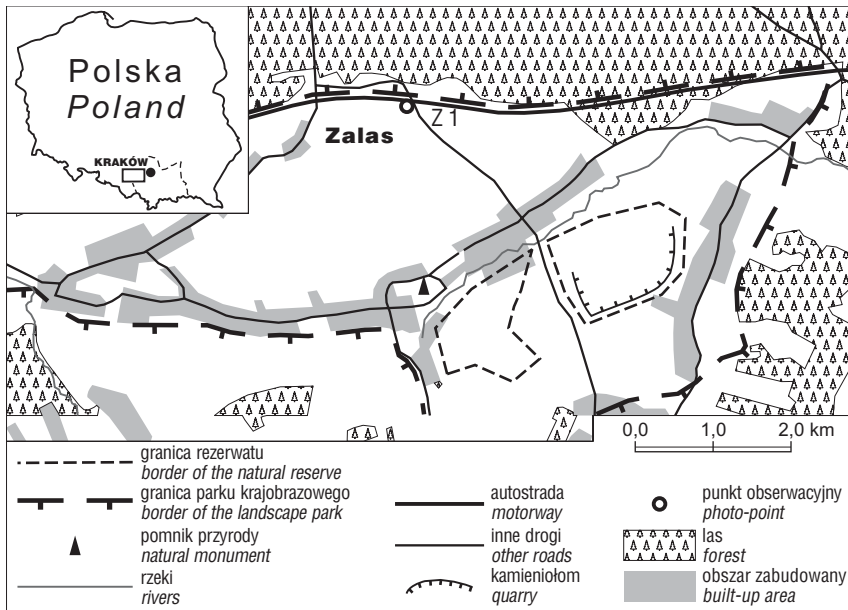
**Obiekt 3 — kamieniołom w Zalasie.** Kamieniołom porfiru w Zalasie znajduje się kilka kilometrów na zachód od Krakowa w obszarze zabudowanym, niedaleko autostrady A-4 na odcinku Kraków-Katowice, przy granicy Jurajskiego Parku Krajobrazowego (ryc. 5 i 6). Obecnie kamieniołom ma długość 1 km, szerokość 350 m i wysokość 100 m. Większość odpadów magazynuje się w hałdach w północno-wschodniej części kamieniołomu.

Różowawo-czerwony porfir o składzie ryodacytu tworzący złożę jest częścią wczesno-permskiego lakkolitu, przykrytego górnourajskim (oksfordzkim) wapieniem. Kamieniołom działa od 1900 r. i jest eksploatowany metodami strzałowymi na dużą skalę. Wydobyte w 2005 r. wyniosło 857 tys. ton.

### Omówienie wyników

W tabeli 2 przedstawiono wartości wskaźników oddziaływania wizualnego w wybranych obiektach. We wszystkich otrzymano wartość wskaźnika oddziaływania wizualnego  $x$  mniejszą niż 10%. Zgodnie z decyzją UE te kamieniołomy powinny być uznane za „doskonałe” — nie wywierają istotnego wpływu na wrażenia i doznania wizualne obserwatorów. Z drugiej jednak strony widać, że zmienność poziomu  $L_v$  nie zawsze jest zgodna ze zmiennością wskaźnika  $x$ . Taki wynik należało zaakceptować, biorąc pod uwagę fakt, że wskaźnik oddziaływania wizualnego  $x$  nie uwzględnia rozciągłości kamieniołomu na boki i dlatego zmniejsza („nie doszacowuje”) oddziaływanie wizualne tych kamieniołomów, których szerokość jest znacznie większa niż wysokość.

Odmiennie wyniki otrzymuje się, gdy oddziaływanie wizualne oblicza się za pomocą bryłowego (sferycznego)



Ryc. 5. Szkic lokalizacyjny kamieniołomu porfiru w Zalasie koło Krakowa  
Fig. 5. Location of the Zalas porphyry quarry near Kraków

kąta widzenia  $\Omega_v$ . W tym wypadku uwzględnia się stosunek pomiędzy widocznym zmienionym obszarem a jego odległością od punktu obserwacyjnego; tu również nie bierze się wprost pod uwagę kształtu ściany w kamieniołomie. Jak wynika z danych w tabeli 2, K1 i D3 mają ten sam poziom wartości  $L_v$  (odpowiednio 4,8 dB i 49,0 dB), natomiast wskaźnik oddziaływania wizualnego  $x$  wykazuje duże różnice (odpowiednio 2,5% i 5,4%).

Wartości  $L_{vi}$  podane w tabeli 2 świadczą o wielkości oddziaływania wizualnego z uwzględnieniem kontrastu chromatycznego. Współczynnik redukcji ( $\Delta E_\mu/100$ ), określający kontrast chromatyczny, ma zmienność w zakresie od minimum 0,196 do maksymalnej wartości 0,405.

W tabeli 3 zostały przedstawione wartości  $L_v$ , które odpowiadają granicom klas



Ryc. 6. Kamieniołom profiru w Zalasie widziany z autostrady A-4 (zdjęcie Z1)  
Fig. 6. The Zalas porphyry quarry — a view from the motorway A-4 (picture Z1)

oszacowania wyznaczonych decyzją Komisji Europejskiej, gdy bierze się pod uwagę kamieniołomy o kształcie kwadratu (tj. gdy stosunek ekspozycji, czyli  $w/h$ , jest równy 1, gdzie  $w$  jest widzianą szerokością kamieniołomu, a  $h$  jest widzianą wysokością kamieniołomu). Analizując wydzielone w tabeli 1 cztery klasy oddziaływania, zdefiniowane przez wartości graniczne podane w tabeli 3, można zauważyć wiele uwarunkowań rozważanych tu wypadków.

Otóż na podstawie wartości  $L_v$  z tabeli 2 żaden z ośmiu wyników nie kwalifikuje rozważanych obiektów do „doskonałych” (jeśli weźmie się pod uwagę wskaźnik  $x$ ); dwa wyniki były „dobre”, pięć „dostatecznych”, jeden zaś był w klasie „nieakceptowalnej”.

Uwzględniając dodatkowe informacje o kontraście chromatycznym, uzyskane dzięki zastosowaniu wskaźnika  $L_{vi}$ , 5 spośród 8 przypadków uznano za „dobre”, dwa za „doskonałe”, a

Tab. 2. Wskaźniki wpływu wizualnego wybranych obiektów badań  
Table 2. Visual impact parameters for the selected case studies

Kamieniołom Quarry	Zdjęcie Picture	Odległość Distance [km]	$x$ [%]	$\Omega_v$ [sr]	$L_v$ [dB]	$\frac{\Delta E_\mu}{100}$	$L_{vi}$ [dB]
Klęczany	K1	4,0	2,5	0,00642	48,8	0,212	42,1
Klęczany	K2	3,5	3,5	0,00792	49,7	0,230	43,3
Klęczany	K3	3,0	3,3	0,00320	45,8	0,328	40,9
Klęczany	K4	1,1	9,4	0,02037	53,8	0,330	49,0
Dąbrowa	D1	1,7	4,7	0,00490	47,6	0,398	43,6
Dąbrowa	D2	1,7	4,8	0,00528	48,0	0,397	43,9
Dąbrowa	D3	1,3	5,4	0,00668	49,0	0,405	45,1
Zalas	Z1	5,0	1,0	0,00179	43,2	0,196	36,2

**Tab. 3. Wartości wskaźników wpływu wizualnego ( $x$  i  $L_v$ ) odpowiadających granicom klas zalecanych w decyzji UE w wyrobiskach w kształcie kwadratu**

Table 3. Limit values of the impact classes according to the European Decision for square-shaped quarries

$x$ [%]	$\varphi = \theta$ [rad]	$\Omega_v$ [sr]	$L_v$ [dB]
10	0,033	0,0011	41,0
20	0,064	0,0041	46,8
30	0,094	0,0088	50,2

jeden za „dostateczny”. Próg nieakceptowalności nie został przekroczony.

Na podstawie wyników uzyskanych dzięki zastosowaniu wskaźnika  $L_{vi}$ , mimo że dysponowano ograniczoną liczbą punktów obserwacji, oddziaływanie wizualne wywołane przez kamieniołom Dąbrowa powinno się uznać za niewielkie (klasa „dobre”), natomiast wrażenie wizualne wywołane przez kamieniołom Zalas należy traktować jako zaniedbywalne, a zatem niemal niepowodujące negatywnych wrażeń wzrokowych (czyli „doskonałe”). Warto jednak wspomnieć, że w tym ostatnim wypadku rozważano tylko jeden punkt obserwacyjny na drodze Kraków-Katowice, znacznie oddalony od kamieniołomu (ok. 5 km). Jest to główną przyczyną uzyskania niskich wartości  $x$  oraz  $\Omega_v$ . Co więcej, w wypadku kamieniołomu w Zalasi wyrobisko jest stokowo-wgłębne, w którym niżej położone poziomy eksploatacyjne nie są widoczne z drogi. Ponadto niskie wartości kontrastu chromatycznego w kamieniołomie Zalas są przede wszystkim konsekwencją rozmycia, związanego z rozpraszaniem atmosferycznym, gdy odległości są duże. W tym wypadku szaro-różowe porfiry, częściowo zwietrzałe w górnych, dawniej eksploatowanych partiach złoża, dają mały kontrast. Efekt wizualny kamieniołomu w Zalasi jest mniejszy również wskutek zarastania nieczynnych części wyrobiska. Właściwości skał oraz obecność szczelin są czynnikami sprzyjającymi ekspansji roślin na tym terenie. Sytuacja zmieni się jeszcze bardziej w przyszłości w wyniku rekultywacji i planowanego zalesienia wyrobiska.

Oddziaływanie wizualne kamieniołomu w Klęczanach jest według uzyskanych wyników akceptowalne w większości punktów obserwacji, natomiast w jednym wypadku wartość wskaźnika  $L_{vi}$  była bliska wartości granicy akceptowalności (zdjęcie K4, por. tab. 2 i ryc. 3). Zdjęcie to wykonano wzdłuż drogi lokalnej w centrum wsi Klęczany.

### Wnioski

1. Zastosowanie wskaźnika  $L_{vi}$  pozwala na wstępne oszacowanie oddziaływania wizualnego wyrobisk. W wypadku analizowanych dwóch kamieniołomów karpacczych tego wpływu nie można zaniedbać.

2. Zastosowanie opisanej metody nadal należy traktować jako eksperymentalne. Wyniki wyraźnie świadczą, że

wskaźnik  $L_{vi}$  reaguje na wymiary boczne kamieniołomu, podczas gdy wskaźnik  $x$  uwzględnia tylko wysokość wyrobiska. Wskaźnik  $L_{vi}$  nie uwzględnia w pełni czynnika kształtu, stąd powstaje tendencja do takiego samego traktowania kamieniołomów o jednakowym widocznym obszarze (w sensie kąta bryłowego — sferycznego), ale o różnym stosunku ekspozycji  $w/h$ . Przeprowadzone doświadczenia dotyczące percepcji krajobrazu wskazują jednak, że wymiar pionowy (w tym wypadku wysokość ścian kamieniołomu) w większym stopniu zakłóca poczucie harmonii środowiska niż jego pozioma rozciągłość (szerokość) (Dentoni i in., 2005). Jeśli bierze się to pod uwagę, wydaje się, że wskaźnik  $L_{vi}$  nie w pełni odpowiada powszechnej percepcji krajobrazu. Z drugiej strony „niedoszacowanie” (a raczej wręcz zaniżanie) oddziaływania wizualnego określanego za pomocą wskaźnika  $x$  wydaje się jeszcze bardziej dalekie od subiektywnego odbioru ludzi. Każda z metod ma więc ograniczenia.

3. Przedstawione powyżej rozważania sugerują też, że należałoby lepiej zbadać korelacje pomiędzy wartościami  $L_{vi}$  a faktyczną percepcją obserwatorów. Metody zwykle używane do tego typu weryfikacji opierają się na wynikach testów i ankiet, w których preferencje wizualne wyraża się w odniesieniu do wielu zdjęć przedstawiających różne interesujące obiekty. Tego typu badania prowadzono w wypadku obiektów przemysłowych (Hands & Brown, 2002) oraz obszarów wiejskich (Arriaza i in., 2004). W odniesieniu do kamieniołomów zadawalającą korelację znaleziono poprzez porównanie wartości  $L_{vi}$  kilku wybranych obszarów z wartościami oceny uzyskanymi od reprezentatywnej próby potencjalnych obserwatorów (Dentoni i in., 2005).

### Literatura

- ARRIAZA M., CAÑAS-ORTEGA J.F., CAÑAS-MADUEÑO J.A. & RUIZ-AVILES P. 2004 — Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 69: 115–125.
- BISHOP I.D. 1997 — Testing perceived landscape colour difference using the Internet. *Landscape and Urban Planning*, 37, 3-4: 187–196.
- Commission Decision 2002/272/EC of 25 March 2002 — Establishing the ecological criteria for the award of the Community eco-label to hard floor-coverings. *OJ No L 94*, 11.04.2002: 13–27.
- DENTONI V., MASSACCI G. & MELONI R. 2004 — Landscape and visual impact assessment of opencast mining. [In:] Pasamehmetoglu A.G. et al. (eds.) *Proc. Swamp 2004*, Antalya, Turkey, May 17–20, 2004: 113–118.
- DENTONI V., MASSACCI G. & ASQUER C. 2005 — Visibility of opencast mining and impact perception. [In:] *Proc. MPES 2005*, Banff, Canada, October 31–November 3, 2005.
- DENTONI V., MASSACCI G. & RADWANEK-BAK B. 2006 — Visual impact of quarrying In the Polish Carpathians. *Geol. Quart.*, 50, 3: 383–390
- HANDS D.E. & BROWN R.D. 2002 — Enhancing visual preference of ecological rehabilitation sites. *Landscape and Urban Planning*, 58: 57–70.
- NICHOLSON D.T. 1995 — The visual impact of quarrying. *Quarry Management*, 22, 7: 39–42.

Praca wpłynęła do redakcji 30.08.2007 r.  
Akceptowano do druku 29.10.2007 r.