

IWONA MARKUSZEWSKA

WPŁYW EKSPLOATACJI KRUSZYWA NATURALNEGO NA ZMIANY KRAJOBRAZU DOLINY WARTY W OKOLICACH POZNANIA

WPROWADZENIE

Systemy rzeczne ulegają przekształceniom na skutek działalności człowieka. Polegają one na zmianie użytkowania terenu, intensyfikacji urbanizacji i eksploatacji surowców mineralnych, regulacji rzek i budowy zapór (Surian, Rinaldi, 2003).

Działalność górnicza związana z wydobywaniem kruszywa naturalnego, czyli piasku, żwiru i pospółki, istotnie zmienia krajobraz doliny rzecznej szczególnie na tych odcinkach, gdzie jest prowadzona. Eksploatacja osadów aluwialnych może odbywać się bezpośrednio z koryta rzeki lub z teras rzecznych (Kondolf, 1997, Graf, 2000). Wydobywanie piasków i żwirów bezpośrednio z koryta rzeki powoduje przede wszystkim zniekształcenie jego morfologii, na skutek pojawiających się wyrobisk poeksploatacyjnych. Ponadto eksploatacja kruszyw powoduje w takich przypadkach zaburzenie profilu podłużnego rzeki i wzmożenie procesów erozyjnych (Dwucet i in., 1992) oraz niszczenie brzegów i urządzeń regulujących, znajdujących się na rzece (Warcholik, 2002). W przypadku eksploatacji z teras rzecznych dno doliny zostaje wzbogacone formami antropogenicznymi, tj. wyrobiskami i zwałowiskami. Zwałowiskiem może być zdeponowany nadkład wydobywanego złoża lub posegregowane kruszywo, w przypadku prowadzenia jego selekcji. Z uwagi na nieznaczną głębokość zalegania warstw wodonośnych, zwykle dochodzi do samozatopienia dolów poeksploatacyjnych, a poziom wody w zbiornikach nawiązuje do poziomu wody w korycie rzeki. W związku z bliskim sąsiedztwem zbiorników oraz rzeki może dochodzić do przenikania zanieczyszczeń z wyrobisk do cieku i odwrotnie (Kondolf, 1997).

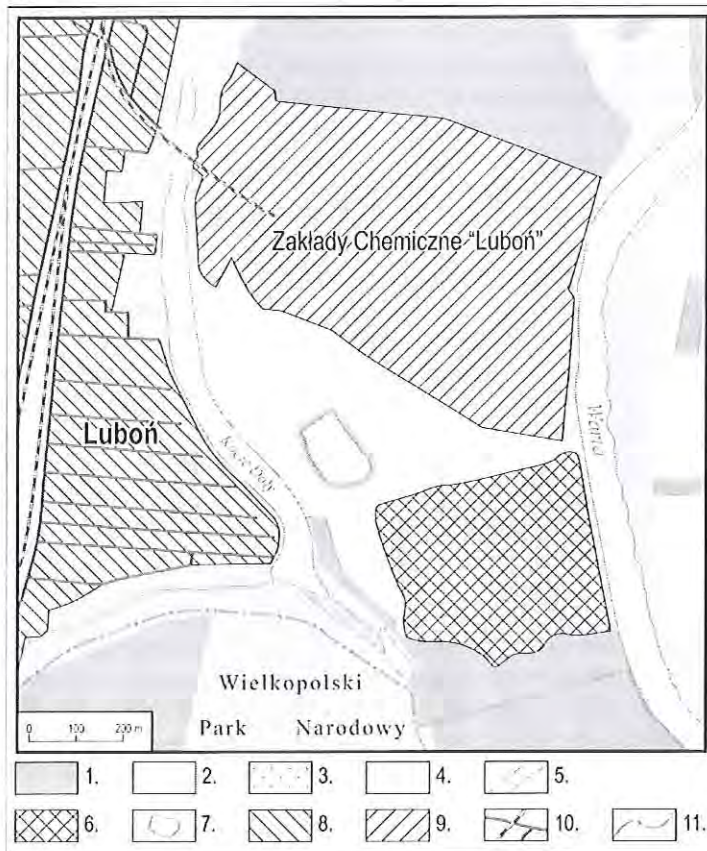
Stopień transformacji krajobrazu dolin rzecznych, w obu przypadkach prowadzenia wcześniej wspomnianych rodzajów działalności eksploatacyjnej, zależy m.in. od ilości wydobywanego surowca, sposobu zalegania złoża i jego dostępności (Warcholik, 2002). Eksploatacja kruszyw naturalnych z dolin rzecznych, oprócz wspomnianych zmian morfologicznych i hydrologicznych, przyczynia się również do degradacji cennych siedlisk oraz ich izolacji (Mas-Pla i in., 1999).

Transformacja krajobrazu dolin rzecznych, będąca skutkiem działalności górnicznej, oprócz zmian o charakterze degradującym, niesie ze sobą zmiany pozytywne. Pojawiające się nowe obiekty antropogeniczne kreują inną jakość krajobrazu, przyczyniając się do wzrostu georóżnorodności (Markuszevska, 2006).

W Polsce eksploatacja kruszyw naturalnych z osadów aluwialnych prowadzona jest głównie w Karpatkach i Sudetach, choć nierzadko spotyka się przykłady eksploatacji na Niżu Polskim. Analizując przestrzenne zróżnicowanie występowania kruszyw naturalnych, w dolinach rzek górskich dominują żwiry i pospółki oraz glazowiska, natomiast w dolinach rzek nizinnych – piaski i pospółka (Niec, 2003).

Artykuł dotyczy transformacji krajobrazu, która nastąpiła na skutek eksploatacji kruszywa naturalnego z wybranych odcinków doliny Warty w okolicy Poznania. Poligonami badawczymi były fragmenty teras zalewowych przekształcone na skutek działalności wydobywczej (Luboń, Mściszewo, Złotyryjsko, Promnice). Zwrócono również uwagę na zmiany, jakie w najbliższym

czasie mogą zachodzić na badanych obszarach poeksploatacyjnych. Wykorzystano w tym celu materiał teledetekcyjny i kartograficzny, dostępne dokumentacje geologiczne złóż, materiały dotyczące oceny wpływu kopalni na środowisko oraz przeprowadzono obserwacje terenowe.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru eksploatacyjnego Luboń. Źródło: opracowano na podstawie mapy topograficznej N-33-142-B-b-1 Czapury, 1998, GGK, Warszawa.

1 – las, 2 – łąka, 3 – pole uprawne, 4 – nieużytek, 5 – ciek, 6 – obszar eksploatacyjny, 7 – składowisko odpadów chemicznych, 8 – zabudowa komunalna, 9 – zabudowa przemysłowa, 10 – droga i kolej, 11 – granica parku narodowego.

Fig. 1. Location of the mining area Luboń. Source: prepared on the basis of the topographical map N-33-142-B-b-1 Czapury, 1998, GGK, Warszawa.

1 – forest, 2 – meadow, 3 – arable field, 4 – abandoned land, 5 – flow, 6 – mining area, 7 – chemical waste stockpile, 8 – residential buildings, 9 – industrial buildings, 10 – road and railway, 11 – boundary of the national park.

WPLYW DZIAŁALNOŚCI GÓRNICZEJ NA ZMIANY KRAJOBRAZU DOLINY WARTY W LUBONIU

Złoże „Luboń” położone jest pomiędzy korytem Warty, a jej starorzeczem tzw. „Kocimi Dołami” w Luboniu, miasta graniczącego od północnego-wschodu z Poznaniem. Od północy złoże „Luboń” sąsiaduje z Zakładami Chemicznymi Luboń Sp. z o.o., zaś od

południa z Wielkopolskim Parkiem Narodowym (teren górniczy znajduje się w otulinie Parku) (ryc. 1).

Zmiany krajobrazu na analizowanym odcinku doliny Warty, związane z prowadzoną działalnością wydobywczą, przejawiają się w rzeźbie terenu (formy wklęsłe i wypukłe) oraz będących jej konsekwencją zmianach hydrologicznych (samozatopienie wyrobisk). Wydobywanie kruszywa prowadzone jest z części suchej i zawadnionej złoża, jednak bez konieczności obniżania poziomu wody gruntowej, co nie narusza warstw wodonośnych i nie przyczynia się do powstania leja depresyjnego. Eksploatowany surowiec zalega na słabo przepuszczalnych lub nieprzepuszczalnych glinach zwałowych oraz ilach plioceńskich.

Eksploatacja prowadzona jest od lat 90. XX wieku, teren przekształcony na skutek działalności górniczej zajmuje powierzchnię ok. 26 ha, zaś rocznie eksploatuje się ok. 20 000 m³ kruszywa (Kasprzak, 2002). Zmiany morfologiczne, jak i hydrologiczne z uwagi na skalę i czas prowadzonej działalności, są nieznaczne, a zasięg ich oddziaływania ma charakter lokalny (ryc. 2, ryc. 3).

Wydobycie prowadzone jest z terasy nadzalewowej leżącej na wysokości 60 m n.p.m., natomiast woda gruntowa w złożu zalega na głębokości 4-6 m, co odpowiada rzędnej 54-56 m n.p.m. Zwierciadło wód gruntowych podlega wahaniom w zależności od stanów wody w Warcie i maksymalnie amplituda wahań dochodzi do 1,8 m. Z interpretacji pomiarów zwierciadła wykonanych dla różnych stanów wody wynika, że przy stanach niskich wody podziemne drenowane są do starorzecza i do Warty, a przy stanach średnich i wysokich wody ze starorzecza oraz zbiorników poeksploatacyjnych infiltrują do Warty (Kasprzak, 2002). Występujące nieznaczne zmiany (ok. 0,5 m) zwierciadła wody gruntowej wynikają ze zmian poziomu wody w zbiorniku poeksploatacyjnym, np. intensyfikacja parowania obniża poziom wody gruntowej wokół wyrobiska. Po zakończonej eksploatacji, kiedy zbiornik będzie obejmował obszar złoża od terenu ochronnego przy starorzeczu, do terenu ochronnego przy Warcie, istnieje prawdopodobieństwo, że zwierciadło wód gruntowych przy Warcie podniesie się wtedy o ponad 1 m, zaś przy starorzeczu obniży się o ok. 0,5 m (Kasprzak, 2000).

W sąsiedztwie obszaru eksploatacyjnego znajduje się nieczynne od 15 lat wylewisko ługów pokrystalicznych z pobliskich Zakładów Chemicznych. Wylewisko to funkcjonowało przez 20 lat, od 1971 do 1991 roku, kiedy to gromadzono tu odpady powstające przy produkcji fluorku glinu. Wylewisko zajęło niewielkie zagłębienie terenu o powierzchni 1,5 ha, a wysokość jego ścian dochodziła do 4 m. Składowany odpad transportowany był z zakładu rurociągiem w postaci półpłynnej pulpy, składającej się głównie z krzemionki, fluorku glinu oraz kwasu fluorokrzemowego (Kasprzak, 2002). Obecnie odpady te wykorzystywane są jako surowiec do produkcji materiałów budowlanych.

W związku z tym, iż nie przeprowadzono izolacji dna i ścian wylewiska, istniała możliwość migracji toksycznych odcieków do wód gruntowych oraz powierzchniowych. We wrześniu 2001 roku oraz w kwietniu 2002 roku pobrano próbki wód z wyrobisk poeksploatacyjnych. Analiza wykazała stężenie fluorków w granicach 4,55-5,45 mg/dm³, natomiast siarczanów - 90 mg/dm³. Ponadto, badania wykonane we wrześniu 2001 roku potwierdzają zanieczyszczenie wód starorzecza fluorkami (2,5 mg/dm³) oraz siarczanami (235-280 mg/dm³). Należy jednak podkreślić, iż poziom zanieczyszczeń wód gruntowych ulega zmniejszeniu. W latach 80. notowano tu bowiem stężenia fluorków rzędu 35 mg/dm³, natomiast siarczanów 180 mg/dm³ (Kasprzak, 2002). Jednak nasuwa się pytanie – czy jedynym źródłem zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych są wspomniane substancje chemiczne?



Ryc. 2. Teren złoza Luboń przed rozpoczęciem eksploatacji (1996). *Źródło: CODGiK.*
Fig. 2. The area of Luboń deposit before the beginning of the excavation (1996). *Source: CODGiK.*



Ryc. 3. Teren złoza Luboń podczas eksploatacji (2004). *Źródło: CODGiK.*
Fig. 3. The area of Luboń deposit during of the excavation (2004). *Source: CODGiK.*

Na terenie kopalni istniała sieć monitoringu lokalnego prowadzonego przez Zakłady Chemiczne, w celu kontroli wpływu wylewiska ługów pokrystalicznych na wody podziemne i powierzchniowe. Jednak pomimo wykonania wielu opracowań oraz prowadzonego systematycznie monitoringu, problem oddziaływania wylewiska ługów pokrystalicznych na wody podziemne i powierzchniowe nie został w pełni wyjaśniony. Na przykład nie wiadomo, w jakim stopniu obserwowane zanieczyszczenia to efekt przenikania odcieków z wylewiska, a w jakim stopniu wpływ na to ma infiltracja wód opadowych (Górski, 1999). W rejonie złoże zanieczyszczenia wód podziemnych mogą być również związane z istniejącymi tutaj dawniej, czyli przed rozpoczęciem eksploatacji, różnego typu nielegalnymi wysypiskami odpadów, a także oddziaływaniem emisji pyłowo-gazowych z Zakładów Chemicznych (Kasprzak, 2002).

Złoże kruszywa naturalnego opisanego terenu górniczego w istotnym stopniu są już wyczerpane. Pozostałością po prowadzonej tu działalności wydobywczej są zbiorniki wodne dochodzące do głębokości 10 m. Wspomniane zwałowiska mają charakter tymczasowy, bowiem istnieją w związku z bieżąco prowadzoną segregacją kopaliny. Ewentualne zagospodarowanie rekreacyjne zbiorników wodnych budzi pewne wątpliwości ze względu na obecność zanieczyszczeń. Jednak mogą one poszerzyć zakres tematyczny przebiegającej obok ścieżki dydaktycznej „Śladami przyrody i historii”.

WPLYW DZIAŁALNOŚCI GÓRNICZEJ NA ZMIANY KRAJOBRAZU DOLINY WARTY W MŚCISZEWIE, ZŁOTORYJSKU I PROMNICACH

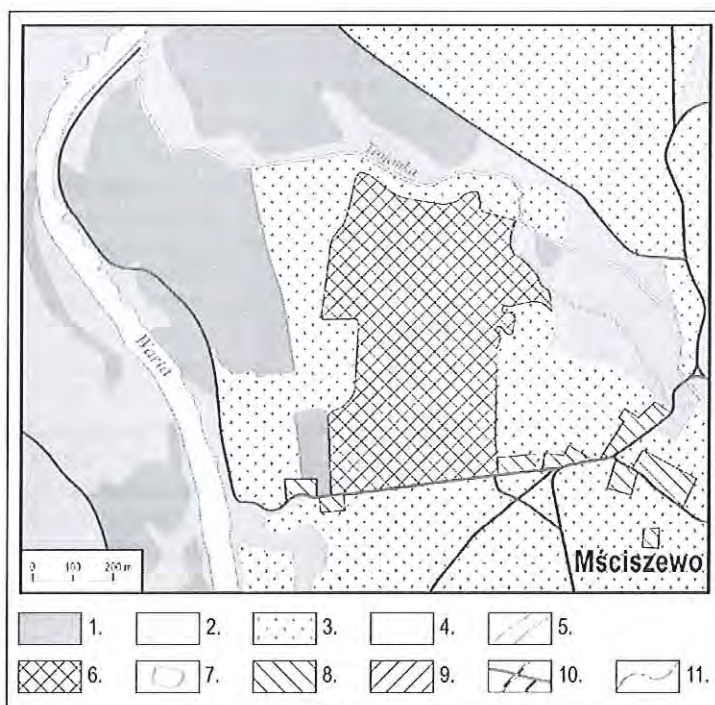
W odległości ok. 20 km na północ od Poznania w obrębie doliny Warty w Mściszewie, Złotoryjsku i Promnicach znajdują się obszary po eksploatacji kruszywa naturalnego. Z wyjątkiem Mściszewa, w dwóch pozostałych, działalność górnicza została już zakończona. We wszystkich przypadkach wydobycie surowca prowadzone jest lub było z terasy nadzalewowej Warty. Obszary poeksploatacyjne zlokalizowane są w niewielkiej odległości od siebie.

Granice złoże kruszywa naturalnego w Mściszewie wyznaczają rzeki Warta i Trojanka, w których rozwidleniu prowadzona jest eksploatacja. Od strony wschodniej złoże ograniczają zabudowania wsi Mściszewo (ryc. 4).

Wydobycie surowca (piaski, żwiry i pospółka) prowadzone jest na terasie nadzalewowej Warty na wysokości 60 m n.p.m. Różnica wysokości względnej, pomiędzy korytem rzeki a terasą, dochodzi do 15 m. Spąg złoże stanowią trzeciorzędowe ily pstrze oraz piaski pylaste. Miąższość złoże jest zróżnicowana - w północnej części wzdłuż rzeki Trojanki dochodzi do 21 m, natomiast w południowo-wschodniej części grubość złoże wynosi zaledwie 4 m (*Dokumentacja rekultywacji i zagospodarowania ...*).

Powierzchnia przekształcona na skutek eksploatacji zajmuje ok. 36 ha. Wydobycie surowca rozpoczęło w drugiej połowie lat 90. ubiegłego wieku i w znacznym stopniu zostało ono już wykorzystane.

Obecnie prace wydobywcze prowadzone są we wschodniej części obszaru górniczego. Tam, gdzie złoże zostało wyczerpane, powstały zagłębienia, które przekształciły się w zbiorniki wodne (fot. 1). Ich głębokość przekracza 5 m. W planach rekultywacyjnych przewidziano wykonanie uszczelnienia zbiorników od strony Warty oraz Trojanki, w celu utrzymania lustra wody na wysokości 50 m n.p.m. Warstwa izolacyjna, o grubości 5 m, miała być wykonana z nadkładowych piasków gliniastych. Jednak ten etap rekultywacji technicznej wykonany został fragmentarycznie.



Ryc. 4. Lokalizacja obszaru eksploatacyjnego Mściszewo. Źródło: opracowano na podstawie mapy topograficznej N-33-130-B-d-2 Murowana Goślina-Zielone Wzgórza, 2001, GGK, Warszawa.

1 – las, 2 – łąka, 3 – pole uprawne, 4 – nieużytek, 5 – ciek, 6 – obszar eksploatacyjny, 7 – składowisko odpadów chemicznych, 8 – zabudowa komunalna, 9 – zabudowa przemysłowa, 10 – droga i kolej, 11 – granica parku narodowego.

Fig. 4. Location of the mining area Mściszewo. Source: prepared on the basis of the topographical map N-33-130-B-d-2 Murowana Goślina-Zielone Wzgórza, 2001, GGK, Warszawa.

1 – forest, 2 – meadow, 3 – arable field, 4 – abandoned land, 5 – flow, 6 – mining area, 7 – chemical waste stockpile, 8 – residential buildings, 9 – industrial buildings, 10 – road and railway, 11 – boundary of the national park.

We wschodnim fragmencie obszaru eksploatacyjnego znajdują się zwalowiska nadkładu (gleba, piaski zaglinione i piaski pylaste), które zostaną wykorzystane do deniwelacji tej części wyrobiska, w której obecnie prowadzona jest działalność wydobywcza. Na etapie rekultywacji technicznej ma być również wykorzystana pulpa powstająca podczas wzbogacania i selekcji eksploatowanego surowca (*Dokumentacja rekultywacji...*).

W związku z tym, iż roczne wydobycie kruszywa nie przekracza 20 tys. m³, a obszar wydobywczy zajmuje niecałe 2 ha, opisywana kopalnia nie zalicza się do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Rozporządzenie Rady Ministrów, 2005). Jednak nie oznacza to, że nie zachodzi degradacja krajobrazu. Negatywny wpływ eksploatacji szczególnie dotyczy dewastacji gleby oraz zmian rzeźby terenu. Gleba, stanowiąca część nadkładu, została zdeponowana na zwalowiskach zewnętrznych, a tym samym bezpowrotnie

utracona. Natomiast najistotniejsze zmiany morfologiczne widoczne są w postaci wyrobisk poeksploatacyjnych oraz zwałowisk nadkładu.

Wydobycie surowca nie wymaga szczególnego osuszenia złoza, w związku z czym zaburzenie poziomów wodonosnych jest nieznaczne. Na opisywanym obszarze prowadzone jest „mokre” uszlachetnianie kruszywa. Odprowadzane wody popluczkowe zawierają pyły mineralne oraz drobne frakcje piasku, które kierowane są do tymczasowych stawów osadowych (fot. 2). Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego podczas eksploatacji i w czasie przeróbki kruszywa jest minimalne, a jego wpływ ogranicza się do najbliższego sąsiedztwa. Działalność wydobywcza nie zmienia użytkowania terenów sąsiednich, jak również nie oddziałuje negatywnie na lasy oraz uprawy rolne.

W przyszłości dla zbiorników wodnych, których łączna powierzchnia ma wynosić ok. 26 ha, inwestor przewidział użytkowanie rekreacyjne. W tym celu w dokumentacji rekultywacyjnej zapewniono budowę zjazdów do zbiorników, które są przewidziane w części suchej wyrobisk.

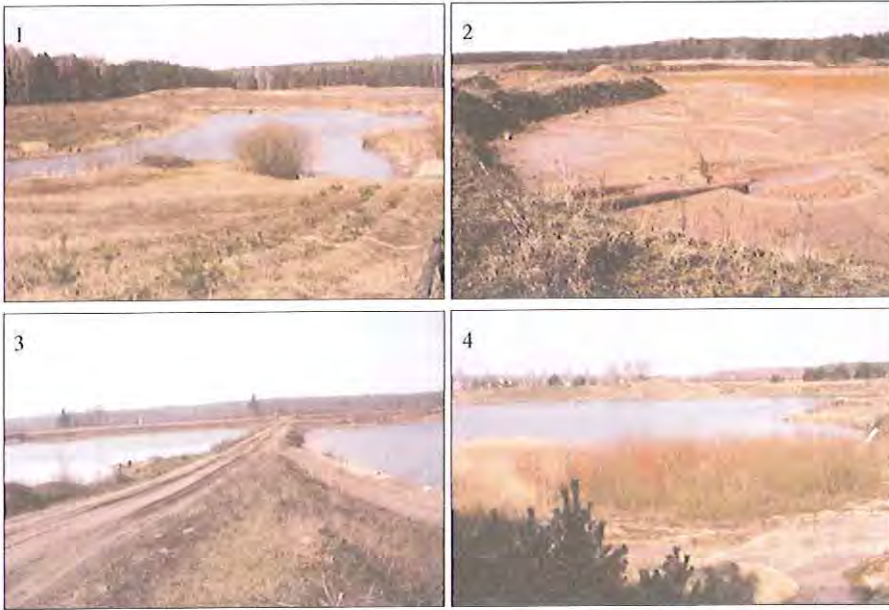
Za rekreacyjno-sportowym zagospodarowaniem zbiorników przemawia wysoka jakość wód, które się w nich znajdują. Sama eksploatacja nie zanieczyszcza wód, natomiast w bliskim sąsiedztwie brak większych zakładów przemysłowych, które byłyby potencjalnym źródłem zanieczyszczenia.

Znajdujące się w sąsiedztwie nieczynne wyrobiska w Złotoryjsku i Promnicach funkcjonują obecnie jako zbiorniki wodne. Powierzchnia obszarów poeksploatacyjnych wynosi odpowiednio 25 i 10 hektarów. Poddane rekultywacji technicznej zbiorniki poeksploatacyjne w Złotoryjsku wykorzystywane są jako stawy wędkarskie (fot. 3). Na tych terenach obserwuje się regenerację krajobrazu, której przejawem jest rozwój sukcesji wtórej na nieużytkach oraz pojawiająca się w strefie brzeżnej zbiorników roślinność litoralna (fot. 4).

WNIOSKI

Przeprowadzona analiza transformacji krajobrazu na wybranych odcinkach doliny Warty skłania do następujących wniosków:

- w opisanych przypadkach eksploatacja kruszywa naturalnego prowadzona jest lub była z terasy nadzalewowej. Wyniki badań potwierdzają, że ten sposób pozyskania surowca nie ingeruje w procesy fluwialne tak znacząco, jak ma to miejsce w przypadku eksploatacji bezpośrednio z koryta rzeki;
- działalność górnicza w opisanych fragmentach doliny Warty modyfikuje przede wszystkim rzeźbę terenu w postaci tymczasowych form wypukłych oraz trwałych form wklęsłych;
- zmiany morfologiczne, jak i hydrologiczne z uwagi na skalę i czas prowadzonej działalności, są nieznaczne a zasięg ich oddziaływania ma charakter lokalny;
- tereny objęte działalnością górniczną zmieniły swoje pierwotne użytkowanie. Wcześniej były one wykorzystywane rolniczo, np. w Mściszewie lub były to, w przypadku Lubonia, obszary nielegalnego składowania odpadów. Po zaprzestaniu prac wydobywczych powstają zbiorniki wodne;
- wpływ eksploatacji na krajobraz ma przede wszystkim charakter negatywny, jednak odnotowuje się także skutki pozytywne. Pojawienie się form antropogenicznych sprzyja rozwojowi georóżnorodności oraz kreują nową jakość krajobrazu;
- zagospodarowanie kopaliny głównej oraz wykorzystanie w przyszłości zwałowisk nadkładu i odpadów powstających na etapie sortowania kruszywa, przyczynia się do bezodpadowej gospodarki na obszarze złoza.



Fot. 1. Zbiorniki wodne na nieczynnym fragmencie obszaru poeksploatacyjnego w Młciszewie.

Photo 1. Ponds in the abandoned fragment of the mining area in Młciszewo.

Fot. 2. Odpady poprodukcyjne na terenie odkrywki w Młciszewie.

Photo 2. Post-productive waste in the mining area in Młciszewo.

Fot. 3. Zbiorniki wodne w Złotoryjsku.

Photo 3. The ponds in Złotoryjsko.

Fot. 4. Sukcesja wtórna na obszarze poeksploatacyjnym w Promnicach.

Photo 4. The secondary succession in the post-mining area in Promnicach.

Wszystkie fot. I. Markuszevska

All photos by I. Markuszevska

LITERATURA:

Dokumentacja rekultywacji i zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych kopalni kruszywa naturalnego w Młciszewie. Nr arch. 2341, Kruszgeo Sp. z o.o. Poznań.

Dwucet K., Krajewski W., Wach J., 1992: Rekultywacja i rewaloryzacja środowiska przyrodniczego. Skrypty Uniwersytetu Śląskiego nr 478, Katowice, ss. 150.

Graf W. L., 2000: Locational probability for a dammed, urbanizing stream: Salt River, Arizona, USA. *Environmental Management*, v. 25, no. 3., p. 321-335.

Górski J., 1999: Uzupełnienie do Oceny oddziaływania na środowisko inwestycji związanej z eksploatacją kruszywa naturalnego Luboń III.

Kasprzak K., 2000: Ocena oddziaływania inwestycji na środowisko – złoż kruszywa naturalnego Luboń II.

Kasprzak K., 2002: Ocena oddziaływania inwestycji na środowisko – złoż kruszywa naturalnego Luboń III.

Kondolf G. M., 1997: Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, vol. 21, no. 4, p. 533-551.

- Markuszczyńska I., 2006: Antropogeniczne formy poeksploatacyjne w krajobrazie południowej Wielkopolski [w:] Krajobraz kulturowy. Cechy, walory, ochrona (red.): W. Wołoszyn, Problemy Ekologii Krajobrazu, Lublin, t. XVIII, s. 445-450.
- Mas-Pla J., Montaner J., Solà J., 1999: Groundwater resources and quality variations caused by gravel mining in coastal streams. *Jurnal of Hydrology*, vol. 216, p. 197-213.
- Nieć M., 2003: Złoże kruszywa naturalnego [w:] Surowce skalne. Kruszywa naturalne i piaski przemysłowe (red.): R. Ney, Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, s. 9-59.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 maja 2005 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko. Dz. U. Nr 92, poz. 769.
- Surian N., Rinaldi M., 2003: Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology*, vol. 50, p. 307-326.
- Warcholik W., 2002: Rola czynnika antropogenicznego w modelowaniu rzeźby dna doliny Białej Dunajcowej [w:] Geograficzne uwarunkowania rozwoju Małopolski (red.): Z. Górka, A. Jelonek, IGiGP UJ, Kraków, s. 255-262.

SUMMARY

INFLUENCE OF SAND AND GRAVEL MINING ON CHANGES OF WARTA RIVER NEAR POZNAŃ

One of the important determinant of local river form and process is sand and gravel mining. There are two possibilities of alluvial deposits excavating: in-channel (instream) mining or floodplain mining. Instream mining is more devastated, because it alters the channel geometry, bed elevation, diversion of flow and stockpiling of sediment.

This paper provides an overview of changes of the Warta river landscape caused by floodplain sand and gravel mining. It reviews the recent history of mining, discussing the present status and potential problems in management. Field research was conducted in mining or post-mining areas in Warta River of Poznań region (Luboń, Mściszewo, Złotoryjsko, Promnice). The excavation is still actually in Luboń and Mściszewo. To examine the relationship between mining and channel change, was made on the basis of data compiled from aerial photographs, maps and documentary sources.

The results showed that sand and gravel mining caused only change of fluvial morphology. In studied examples floodplain pit mining transformed the land into open-water ponds, changing the land use of river landscape. The new landforms, which are results of human activities, lead to geodiversity. Geodiversity benefits include knowledge about the evolution of the mined areas and leads to new landscape creation. In the mining areas there is no problem with water balance, because groundwater pumping was not necessarily.

dr Iwona Markuszczyńska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Zakład Kształtowania Środowiska Geograficznego i Fotointerpretacji

Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego

ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań

e-mail: iwmark@amu.edu.pl