



Daniel Przybyszewski • Maja Kruszyńska

Uniwersytet Łódźki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej, studenci kierunku Geografia, specjalność Geoekologia z ekofizjografią
E-mail: daniel.przybyszewski@unilodz.eu; maja.kruszynska@unilodz.eu

Zmiany w rzeźbie i problem zagospodarowania obszarów po wydobyciu surowców skalnych na przykładzie okolic Tarnowej (Polska Centralna)

Changes in the landscape and the problem of development of areas after extraction of rock resources illustrated with the example of the vicinity of Tarnowa (Central Poland)

Zarys treści Celem artykułu jest określenie zmian w zagospodarowaniu oraz rzeźbie obszaru powydobywczego, które wynikają z przekształceń związanych z eksploatacją kruszywa. Jako obszar testowy wybrano okolice żwirowni w Tarnowej. Na podstawie zestawień i analiz kartograficznych pokazano zmiany w rzeźbie terenu. Dzięki fotografiom wykonanym z drona przedstawiono krajobraz terenów dawnej i obecnej eksploatacji kruszywa naturalnego. Wskazano kierunek rekultywacji leśnej, w którym następują zmiany. Przybliżono oraz zasugerowano koncepcję rekultywacji specjalnej, która umożliwi zagospodarowanie i wykorzystanie terenów pokopalnianych w alternatywny sposób.

Słowa kluczowe Antropogeniczne przekształcenia rzeźby, eksploatacja, rekultywacja, Wysoczyzna Turecka.

Abstract The purpose of the article is to determine changes in the development and relief of the post-extractive area that result from transformations related to aggregate mining. The area around the gravel quarry in Tarnowa was selected as the test area. On the basis of cartographic summaries and analyzes, changes in the topography were shown. Thanks to the field study using a drone, the development of the area after and during the exploitation of natural aggregate was presented. The direction of forest remediation in which the changes are heading is indicated. The concept of special reclamation was introduced, which will allow the development and use of post-mining areas in an alternative way.

Keywords Anthropogenic relief transformation, exploitation, reclamation, Turek Heights.

1. Wprowadzenie

Pozyskiwanie kruszywa naturalnego wiąże się z przekształceniami rzeźby terenu. Podmioty prowadzące działalność górnictw na danym terenie są zobowiązane przez prawo polskie (Prawo geologiczne i górnictwo, 2011) do podjęcia niezbędnych środków do ochrony środowiska oraz jego zasobów. Samo wydobywanie kopalin powinno odbywać się w sposób zrównoważony. Powinno być uzasadnione ekonomicznie, z uwzględnieniem poszanowania środowiska oraz zapewnienia ich rozsądnego wykorzystania (Prawo ochrony środowiska, 2001). Wzrost wyrobiska poeksploatacyjne powinny zostać objęte rekultywacją lub w najlepszym wypadku rewitalizacją (adaptacją), tj. stworzeniem przez przedsiębiorcę górnictwa warunków pozwalających na wykorzystanie danego obszaru do celów użytkowania gospodarczego, turystycznego, rekreacyjnego czy dydaktycznego (Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych, 2013).

Przedmiotem badawczym niniejszego artykułu są przemiany środowiska związane z działalnością wydobywczą oraz zagospodarowanie obszarów po eksploatacji odkrywkowej.

Celem artykułu jest analiza przekształceń rzeźby terenu związana z wydobyciem surowców skalnych w postaci

piasków i żwirów pochodzenia glacialnego na przykładzie kopalni w Tarnowej oraz określenie zmian, zachodzących w środowisku obszaru – od zaprzestania eksploatacji kruszywa, poprzez rekultywację na tym terenie.

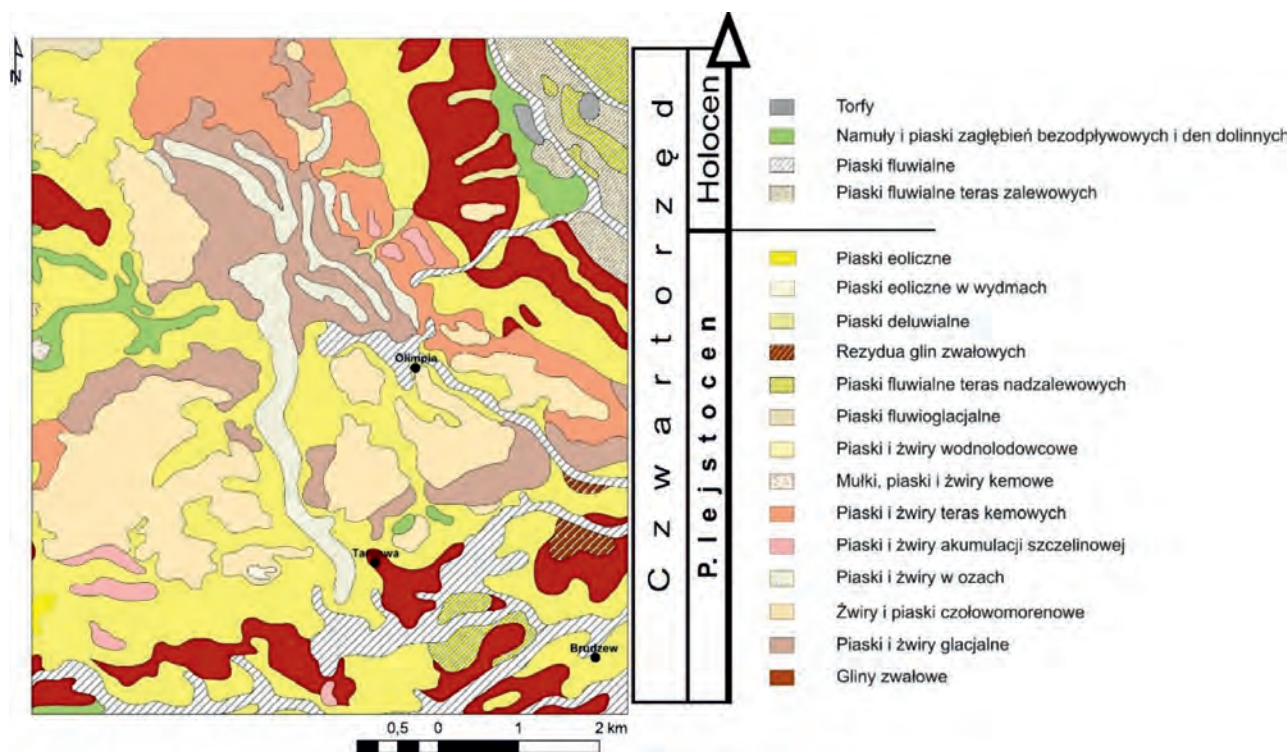
Przeprowadzone badania pozwoliły na ustalenie realnego oraz potencjalnego wpływu prac kopalnianych na wartości poszczególnych komponentów środowiska. Analiza obiektów antropogenicznych terenu po odkrywkowym wydobyciu kruszywa w Tarnowej pozwoliła określić potencjał terenów pokopalnianych oraz ukazać wyrobiska jako nieodłączny element środowiska i krajobrazu, który posiada bogate walory użytkowe oraz wzbogaca bioróżnorodność.

2. Położenie i charakterystyka obszaru badań

Poddany analizie teren znajduje się w województwie wielkopolskim, powiecie tureckim, gminie Brudzew. Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego (2001) w modyfikacji Solona i in. (2018), leży na pograniczu Kotliny Kolskiej oraz Wysoczyzny Tureckiej. Pod względem tektonicznym – położony jest na granicy bruzdy śródpolskiej i garbu wielkopolskiego, w strefie „Gopło – Ponętów – Pabianice”, która wchodzi w skład synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz i in. 2011).

Podłoże kenozoiczne na rozpatrywanym obszarze zostało dobrze rozpoznane dzięki pracom związanym z tworzeniem Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) – arkusz Turek oraz wykonaniem otworów wiertniczych mających na celu ustalenie litostratygrafii złóż węgla brunatnego (Trzmiel 1996). Do najstarszych zbadanych utworów mezozoiku należy triasowy wapień muszlowy oraz osady kajpru górnego. Wyżej leżą warstwy – jurajska, w której spągu znajdują się piaskowce z dolomitami i facja wapnisto-iłwocowo-marglista. Powierzchnię podkenozoiczną stanowią kredowe sekwencje węglanowo-margliste, podścielone stosunkowo cienką warstwą wczesnokredowych piaskowców (otwór Turek IG 63092). Na podłożu powierzchni czwartorzędowej składa się warstwa paleogeńskiej facji luźnokruchowej (Czarnik 1972) oraz neogeńska sekwencja sedymentacyjna (Trzmiel 1996). Złożona jest ona ze zróżnicowanych facji różnofrakcyjnych skał okruchowych serii adamowskich, środkowopolskich oraz poznańskich dolnych. W tych ostatnich zaznaczają się przewarstwienia wkładek węgla brunatnego (Ciuk 1970).

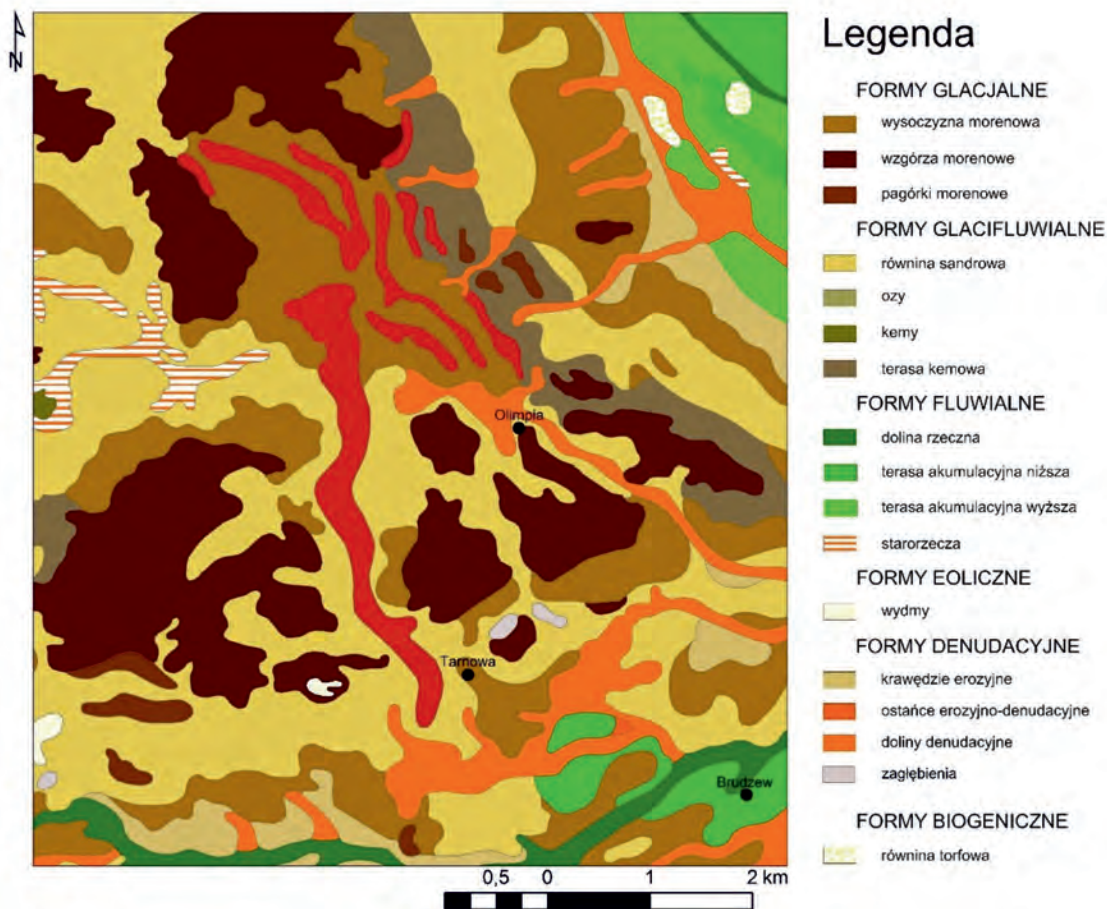
Osady czwartorzędowe mają charakter zwartej pokrywy (ryc. 1). Przebieg procesów geologicznych mocno związany był z tektoniką oraz morfologią stropu utworów mezozoicznych (Czarnik 1972). W trakcie zlodowacenia odry oraz zlodowacenia warty czoło lądolodu dwukrotnie nasuwało się na badany obszar. Doszło do odłożenia dwóch poziomów glin odseparowanych od siebie kilkunastometrowym pokładem piasków rzecznych i rzeczno-lodowcowych (Trzmiel 1996). Dominująca część osadów występujących na tym obszarze powstała na skutek działalności lądolodu warty. Okres warciański reprezentują przede wszystkim gliny zwałowe, piaski ze żwirem moren czołowych, ozów i kemów (ryc. 2). Pokłady gliny zwałowej zachowały się w zwartej formie na granicy dolin Warty w północno-wschodniej części badanego obszaru. Ich miąższość osiąga tam do 10 m. W formie odseparowanych od siebie płatów osady akumulacji lodowcowej zalegają również dalej na południe od badanego terenu. Ich nieciągłość jest skutkiem późniejszych procesów erozji i denudacji.



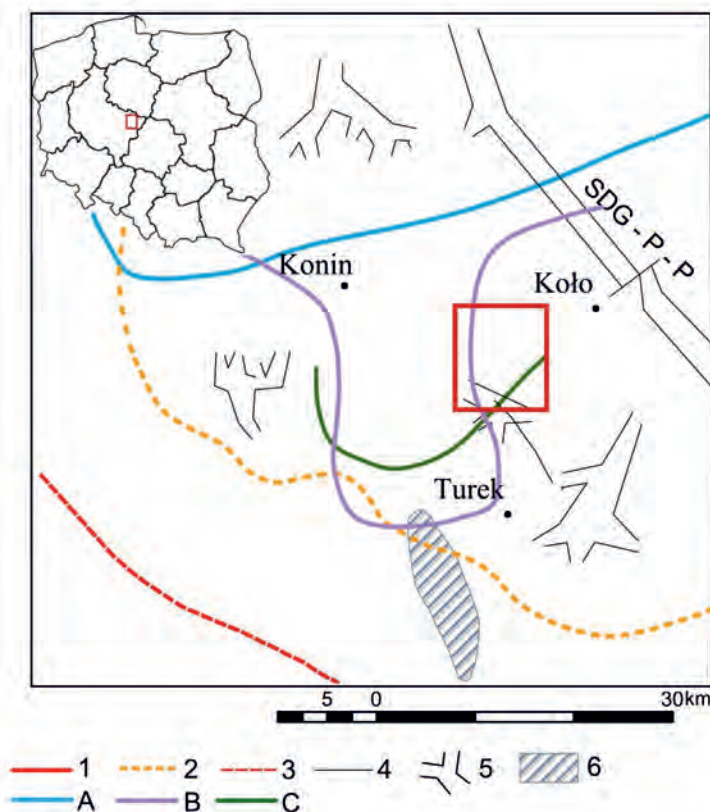
Ryc. 1. Budowa geologiczna analizowanego obszaru według Trzmiela (1992); fragment mapy i legenda zmienione i uproszczone
Fig. 1. Geological structure of the analyzed area according to Trzmiel (1992); map fragment and legend. Changed and simplified

W przeszłości analizowany obszar był przedmiotem ożywionej dyskusji naukowej w kontekście zasięgów zlodowaceń. Według niektórych badaczy teren ten znalazł się w zasięgu zlodowacenia wiśły (ryc. 3). Pogląd taki wyrażała m.in. Łyczewska (1977) i Trzmiel (1992, 1996). Za granicą zlodowacenia bałtyckiego przebiegającą na północ od analizowanego obszaru opowiedział się Majdanowski (1950) i Mańkowska (1980, 1983, 1985). Natomiast Domosławska-Baraniecka (1969) uważała, że zasięg fazy leszczyńskiej ostatniego zlodowacenia obejmował badany obszar (ryc. 3). Obecnie nie ma wątpliwości, że teren badań po raz ostatni został objęty lądolodem warciańskim (Lindner 2005).

Analizowana kopalnia w Tarnowej zlokalizowana jest w obrębie ozu powstałego podczas zlodowacenia warty. Uformował się on na skutek akumulacji osadów glacyfluwialnych w tunelu subglacialnym, o czym świadczy znaczne zakorzenienie formy sięgające 20 m (Trzmiel 1996). Centralna część ozu zbudowana jest z drobno-, średnio- oraz gruboziarnistych piasków o warstwowaniu horyzontalnym z licznymi przewarstwieniami żwirów. Natomiast zewnętrzną część formy tworzą piaski gruboziarniste przewarstwione żwirami poprzecinane uskokami (Trzmiel 1996).



Ryc. 2. Rzeźba analizowanego obszaru według Trzmiela (1996); fragment szkicu geomorfologicznego, zmieniony i uproszczony
 Fig. 2. Landform of the analyzed area according to Trzmiel (1996); fragment of the geomorphological sketch. Changed and simplified



Ryc. 3. Lokalizacja obszaru w odniesieniu do głównych elementów tektonicznych podłoża oraz zasięgów zlodowaceń (przedstawienie wybranych koncepcji) (oprac. własne na podstawie Rdzany i in. 2015). 1 – analizowany obszar, 2 – zasięg elewacji konińskiej, 3 – granica oddzielająca monoklinę przedsudecką od niecki łódzkiej, 4 – uskoki, 5 – rowy oraz inne deformacje tektoniczne według Widery (2007), 6 – zasięg Wału Malanowskiego, SDG-P-P – strefa Gopło – Pońętów – Pabianice: wybrane zasięgi zlodowaceń: A – zasięg fazy leszczyńskiej według Majdanowskiego (1950), B – zasięg fazy leszczyńskiej według Domosławskiej-Baranieckiej (1969), C – zasięg zlodowacenia warty z okresu recesji według Krygowskiego (1974)

Fig. 3. Location of the area in relation to the major tectonic elements of the bedrock and glaciation extents (presentation of selected concepts) (self-study based on Rdzany *et al.* 2015). 1 – study area, 2 – Konin elevation extent, 3 – border between the Fore-Sudetic Monocline and the Łódź basin, 4 – faults, 5 – tectonic grabens and other dislocation zones according to Widera (2007); 6 – extent of the Malanów Ridge, SDG-P-P – the Gopło – Pońętów – Pabianice zone; selected glaciation extents: A – extent of the Leszno phase according to Mańkowska (1980, 1983b), B – extent of the Leszno phase according to Domosławska-Baraniecka (1969), C – extent of Warta stage during the recession period according to Krygowski (1974)

3. Zagospodarowanie obszarów po wydobyciu surowców skalnych w Polsce

W Polsce wydobycie kruszywa zarówno podziemne, jak i odkrywkowe skutkuje dużą degradacją roślinności oraz powierzchniowej warstwy glebowej, także na terenach nieobjętych kopalnią (Frankowski i in. 2012). Działalność górnicza wiąże się z ingerencją człowieka we wszystkie elementy środowiska w rejonie bezpośredniej eksploatacji oraz częściowo terenów przyległych, powodując zróżnicowane aczkolwiek istotne przemiany. Siuta (1998 za: Cieśliński i in. 1994) wyróżnił dwie kategorie degradacji terenu przez eksploatację odkrywkową:

- względną – wiąże się z przekształceniem obecnego układu w zupełnie nowy, który nie różni się aktywnością biologiczną od tego pierwotnego. Zmiany w środowisku wprowadzane są tu skokowo lub stopniowo;
- bezwzględna – głównym skutkiem jest znaczne zmniejszenie lub całkowite wyeliminowanie aktywności biologicznej w środowisku, a także wprowadzenie niekorzystnych zmian w jego produktywności czy użyteczności, co skutkuje pogorszeniem warunków ekologicznych, a także wizualnych walorów środowiska.

Literatura naukowa wskazuje cały szereg przykładów, które potwierdzają, że jakość epigeosfery ulega pogorszeniu w wyniku kopalnianych przy styczności z formami pokopalnianymi (Chwastek i in. 1990). Przekształcenia przyrodnicze, geomechaniczne oraz hydrologiczne są wymieniane przez Grenia oraz Popiołka (1990) jako przykłady negatywnego oddziaływania wydobywczego. Wskutek działalności eksploatacyjnej powstają m.in. odkrywki, zwałowiska oraz hałdy, również infrastruktura zakładów przetwórstwa górniczego stanowi element negatywnie oddziałujący na przestrzeń zajmowanego obszaru.

Ostrowski (1995) wyszczególnił rodzaje zmian użytkowania obszaru, które wpływają na przyrodę negatywnie: powstawanie nieużytków pogórnicznych, zawadnianie lub osuszanie terenów wyrobiskowych, zanieczyszczenie gleb oraz pogorszenie walorów krajobrazowych obszaru. W związku z zaistniałymi negatywnymi skutkami planuje się z wyprzedzeniem rekultywację obszarów górniczych w momencie zakończenia działalności wydobywczej. Do najprostszych działań rekultywacyjnych zaliczyć można zasypywanie wyrobisk poprzez wypełnienie ich skałą płoną. Innym zabiegiem jest pozbywanie się zwałowisk, co doprowadza do wyrównywania terenu kopalni i przywracania pierwotnego ukształtowania powierzchni (Gorczyca, Dutka 2015). Powrót do naturalnego ukształtowania terenu nie jest jednak jedynym zabiegiem, który powinien zostać wykonany po zaprzestaniu eksploatacji. Dlatego istotne jest wprowadzanie renaturalizacji oraz rewitalizacji obszaru, poprzez zabiegi agrotechniczne (Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych). Aby dobrze dobrać sposób rekultywacji powinno się najpierw ocenić, w jakim stopniu doszło do degradacji terenu. Konieczne jest przeanalizowanie wszystkich opcji zaspokojenia potrzeb na szczeblu lokalnym i dostosowania rekultywacji do warunków ekologicznych i technicznych (Siuta 1998). Wybierając odpowiedni rodzaj zagospodarowania powinno się przeanalizować następujące czynniki: warunki geologiczne – rodzaj skał/gruntów występujących w podłożu, rzeźbę obiektu (nachylenie stoków, zróżnicowanie morfo-

logii), warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne, możliwość wykonania żyzniejszego nadkładu, czynniki ekonomiczne i środowiskowe czy zgodność z lokalnym planem zagospodarowania przestrzennego (Karczewska 2008).

Wyszczególnia się cztery rodzaje rekultywacji: leśny, rolny, wodny oraz specjalny (Cieśliński i in. 1994, Siuta 1998, Karczewska 2008).

- Kierunek rekultywacji leśnej polega na dostosowaniu terenu pod zalesienie/zadrzewienie. Dokonując odpowiedniego wyboru gatunków należy w pierwszej kolejności przeprowadzić badania oraz prace doświadczalne przynajmniej w wymiarze kilku lat, a także prace optymalizujące polegające na weryfikacji i kontrolowaniu nowo nasadzonych roślin w danym środowisku gruntowo-glebowym pod względem ich odpowiedniego rozwoju i żywotności (Szydeł 1999). Taka forma rekultywacji jest użyteczna, ponieważ nie wymusza kształtowania warstwy próchnicznej na gruntach bezglebowych. Zbiorowiska leśne w obszarach rekultywacji mogą sprawować ochronę nad glebą, wodą oraz stanowić strefę buforową, okalając przemysłowe tereny miast (Frankowski i in. 2012).
 - Głównym zadaniem rekultywacji rolnej jest przystosowanie terenu tak, aby umożliwił prowadzenie działalności rolniczej, hodowlanej, sadowniczej lub ogrodniczej. Wpływ na taki kierunek zagospodarowania jest determinowany w przypadku niedoboru gruntów ornych na danym obszarze.
 - Częstą praktyką jest tworzenie zbiorników wodnych w obrębie odkrywek poeksploatacyjnych. Wymaga to przypisania mu odpowiedniej funkcji (zgodnie z warunkami zawartymi w rekultywacji). Zbiornik wodny może mieć charakter hodowlany, sportowo-rekreacyjny, bądź ekologiczny (Boberek, Paulo 2005).
 - Rekultywacja specjalna określa warunki związane z przygotowaniem obszaru pod zabudowę, składowisko odpadów lub działalność spełniającą funkcje rekreacyjne. O wykorzystaniu tego kierunku w dużym stopniu decydują aspekty ekonomiczno-społeczne. Aby rekultywacja specjalna mogła być wykorzystana, obszar powinien posiadać odpowiednie walory środowiskowe (konieczności ochrony przyrody, zapewnienie równowagi biologicznej) (Cieśliński i in. 1994, Prieb-Piechowska 1997).
- Dokonanie odpowiedniego wyboru metody rekultywacji, a także wpływ na przebieg prac badawczo-dosлідzawczych jest ściśle związane z uwarunkowaniami środowiska naturalnego, aczkolwiek nie jest to czynnik eliminujący daną metodę.

4. Metody badawcze

Przedstawiona metodyka pozyskiwania danych umożliwiła ukazanie przekształceń rzeźby oraz określenie zmian zachodzących w środowisku. Przekształcenie rzeźby w wyniku eksploatacji kruszywa w kopalni w Tarnowej zbadano w oparciu o analizę map topograficznych. Na podstawie mapy topograficznej Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG) w skali 1:25 000, arkusz Brudzew 1936, stworzono mapę prezentującą morfologię obszaru przed rozpoczęciem wydobycia. Uzyskane dane poddano gene-

ralizacji. Wykonano model poziomicowy, który umożliwił opracowanie mapy ukształtowania terenu. Wykonano 10 profili hipsometrycznych wzdłuż linii poprowadzonych poprzecznie do wału ozowego usytuowanego w centralnej części obszaru badań. Analizę współczesnego ukształtowania obszaru badań wykonano z wykorzystaniem danych LiDAR pozyskanych z Centralnego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (Licencja nr DIO.7211.277.2019). Za pomocą baz CORINE Land Cover z lat 1990 i 2018 przeanalizowano użytkowanie i zagospodarowanie badanego obszaru. Badania uzupełniono o opracowania geologiczne i geomorfologiczne sporządzone na podstawie ogólnodostępnych materiałów z bazy Państwowego Instytutu Geologicznego Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB). W oparciu o numeryczny model terenu sporządzono aktualną mapę spadków badanego terenu. Spadki sklasyfikowano na podstawie Sołowiej (1987). Do wykonania rycin wykorzystano metody GIS przy użyciu programów ArcMap (wersja 10.4.1), Quantum GIS v.1.8, Corel Draw X3 (wersja 13), Surfer (wersja 16.6), Grapher (wersja 12) i SAGA GIS (wersja 7.6.1). Badania terenowe objęły dokumentację fotograficzną zagospodarowania obszaru pokopalnianego. Za pomocą drona (model DJI Phantom 3 Standard) wykonano szereg zdjęć, które obrazują atrakcyjność terenu.

5. Analiza i charakterystyka rzeźby terenu okolic Tarnowej przed rozpoczęciem wydobycia

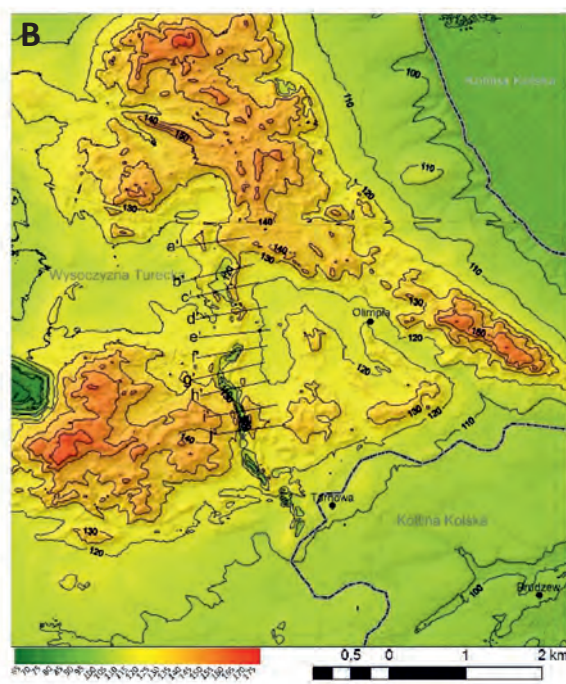
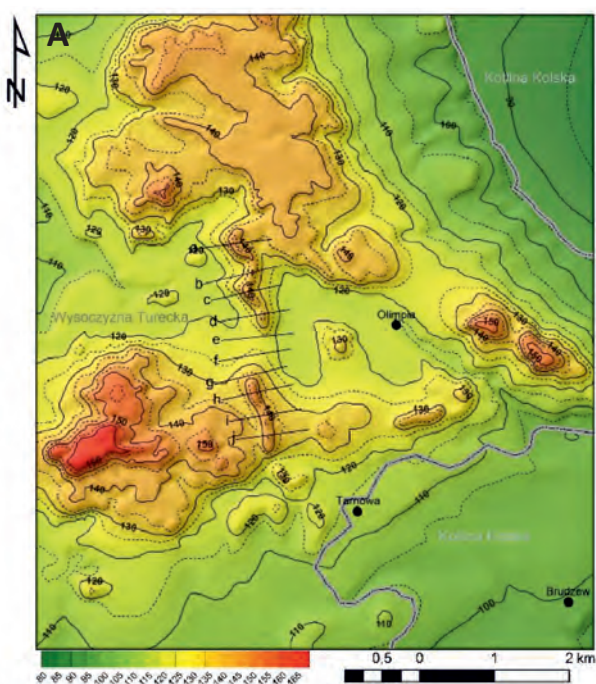
Przed rozpoczęciem wydobycia, obszar odznaczał się znacznym urozmaiceniem rzeźby, co wiązało się z występowaniem wyniesionego ozu oraz falistego ukształtowania powierzchni w jego najbliższym sąsiedztwie (ryc. 4A). Oz składał się z dwóch wyraźnych części, pół-

nocnej i południowej, rozdzielonych siodłem, tj. wypłaszczonym fragmentem pomiędzy dwoma wzniesieniami (ryc. 5e-g). Cała forma miała długość około 5 km i szerokość 200–300 m. W części północnej w najwyższym miejscu oz miał wysokości bezwzględne przekraczające 145 m n.p.m. (ryc. 5c), natomiast w części południowej – ponad 150 m n.p.m. (ryc. 5h). Obniżenie między dwiema częściami ozu znajdowało się średnio na rzędnych 124 m n.p.m. (ryc. 5e). Deniwelacje w granicach analizowanej formy wynosiły 27,3 m. Stoki opisywanej formy były symetryczne (ryc. 5). Profile hipsometryczne poprowadzone poprzecznie do linii grzbietowej pierwotnej formy, w większości przypadków mają kształt nieregularnego trójkąta. Badany obszar zajmowały grunty, częściowo zadrzewione, bądź zakrzewione na użytkach rolnych, co wynikało z wiejskiego charakteru pobliskiego obszaru wsi Tarnowa. Tereny charakteryzowały się złożonym systemem upraw (fot. 1). Wykorzystywane były głównie



Fot. 1. Rolnicze wykorzystanie terenu wokół żwirowni w Tarnowej (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 1. Agricultural utilization of the area around the gravel mine in Tarnowa (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019)

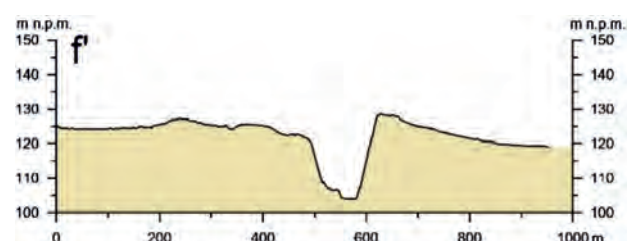
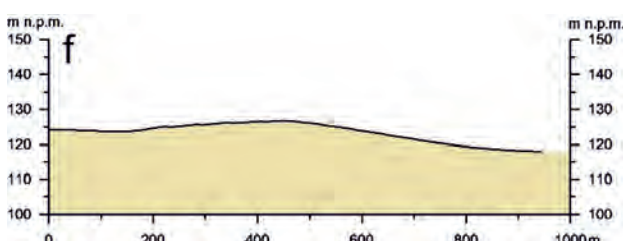
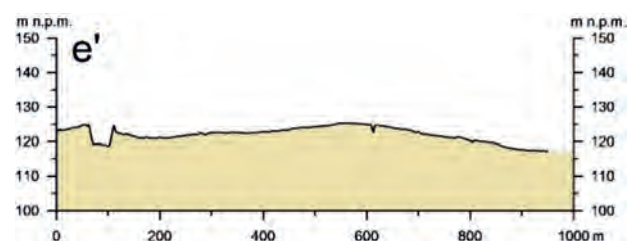
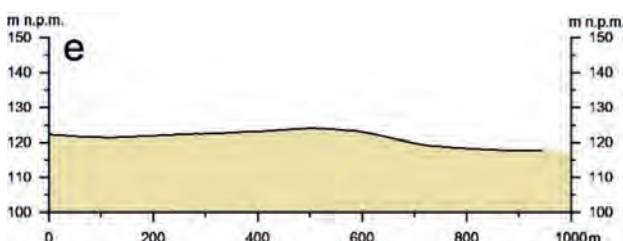
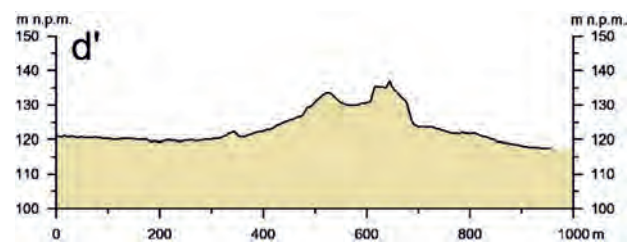
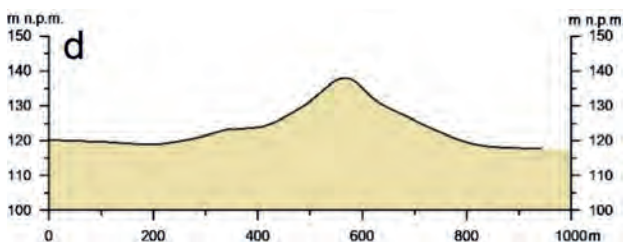
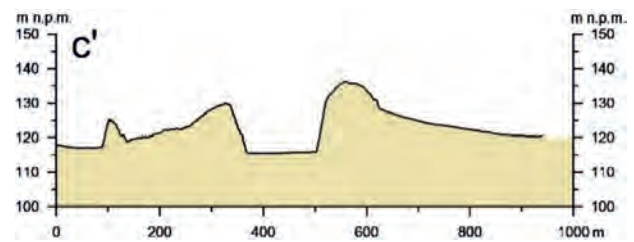
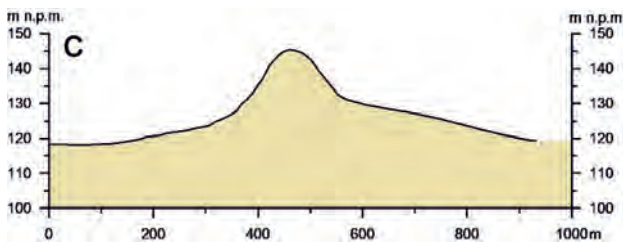
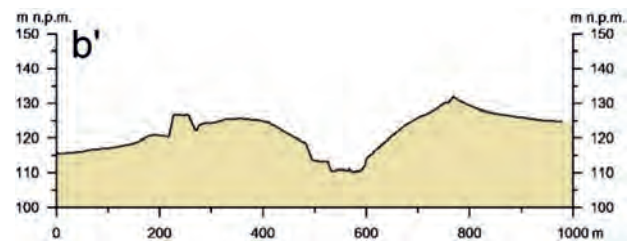
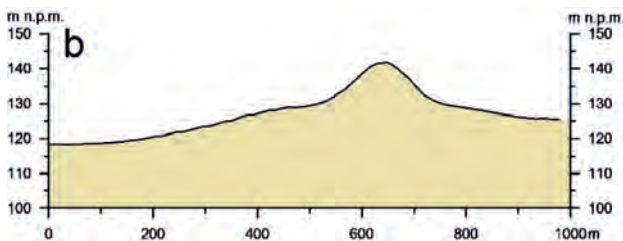
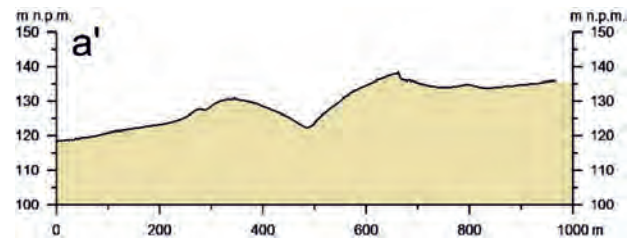
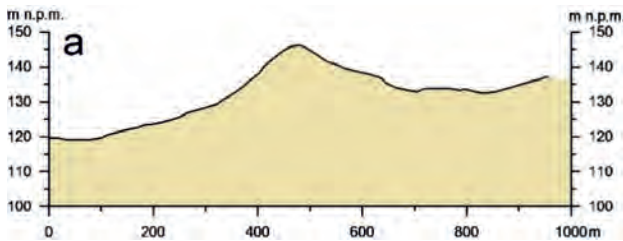


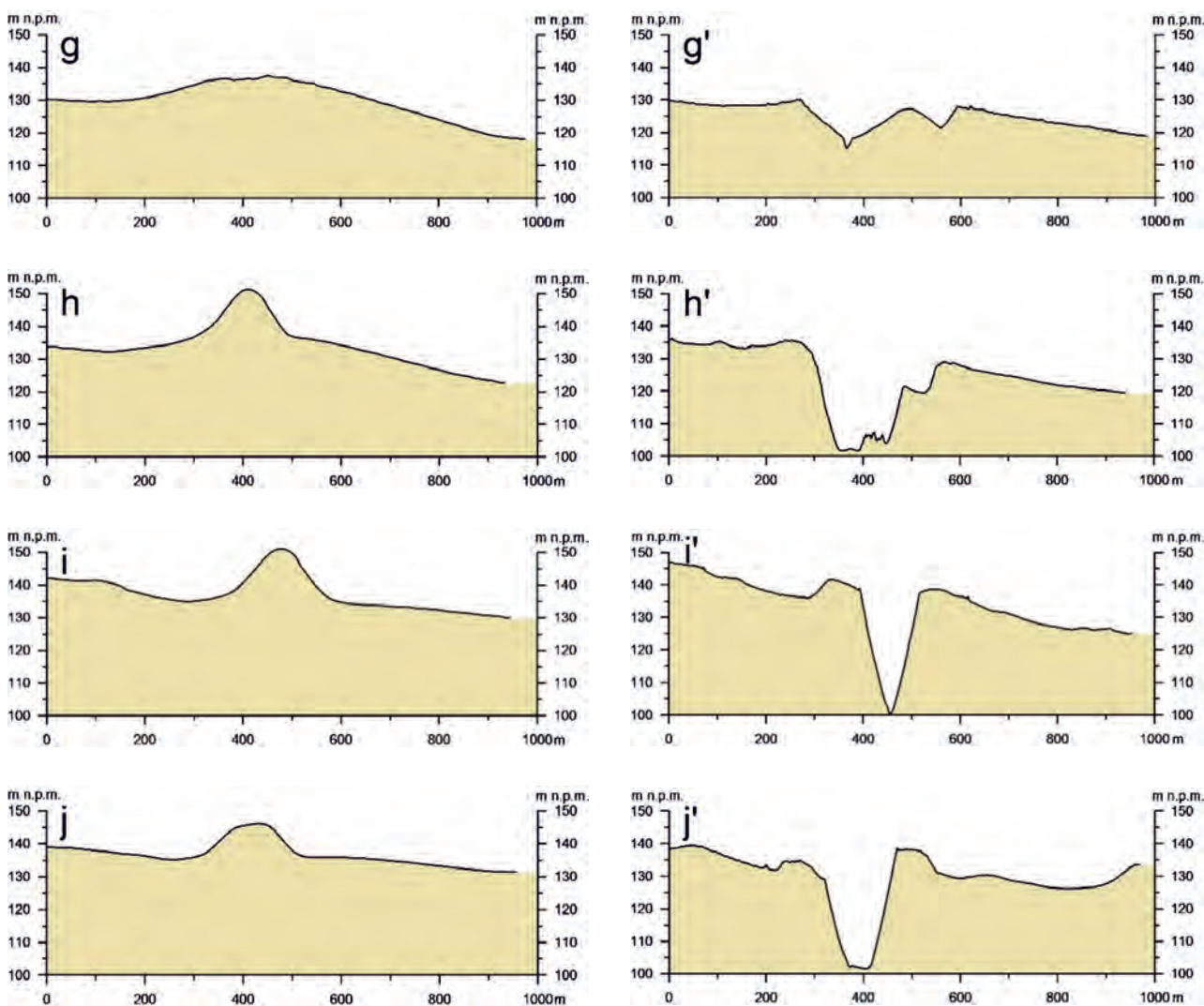
Ryc. 4. Ukształtowanie powierzchni analizowanego obszaru. A – rzeźba terenu przed rozpoczęciem eksploatacji kruszywa naturalnego (oprac. własne na podstawie mapy WIG w skali 1:25 000, arkusz Brudzew 1936), B – współczesna rzeźba terenu (oprac. własne na podstawie danych LiDAR)

Fig. 4. Landscape of the analyzed area. A – The relief of the area before the beginning of the exploitation of natural aggregate (self-study based on WIG map in scale 1:25 000, sheet of Brudzew 1936), B – Present-day relief (self-study based on LiDAR data)

pod uprawę roślin okopowych i zbożowych, w mniejszym stopniu do wypasania zwierząt gospodarczych. Natomiast najbliższe otoczenie wokół ozu pokryte było lasami iglastymi. Wał południowy częściowo był już eksploatowany (ryc. 6A). Granice form użytkowania terenu miały nieregularny kształt. Mogło to mieć wpływ na decyzję o zagospodarowaniu obszaru powydobywczego i przeznaczeniu terenu pod uprawę leśną. Na północny-zachód od ozu

występował niewielki użytek rolny w postaci łąki lub pastwiska (ryc. 6A), który w późniejszym czasie został przekształcony pod uprawę rolną. Obszar kopalni w stosunku do stanu obecnego znajdował się bardziej na północ, jednak wraz z postępem prac sukcesywnie przesuwał się w kierunku południowym. Najbliższym zwartym obszarem zabudowy była miejscowość Brudzew oddalona o około 3 km od miejsca wydobywania.





Ryc. 5. Profile terenu obejmujące zmiany morfometryczne rzeźby w obrębie ozu. a-j – profile sprzed eksploatacji kopalni, a'-j' – profile po wydobyciu kruszywa na analizowanym obszarze (oprac. własne)

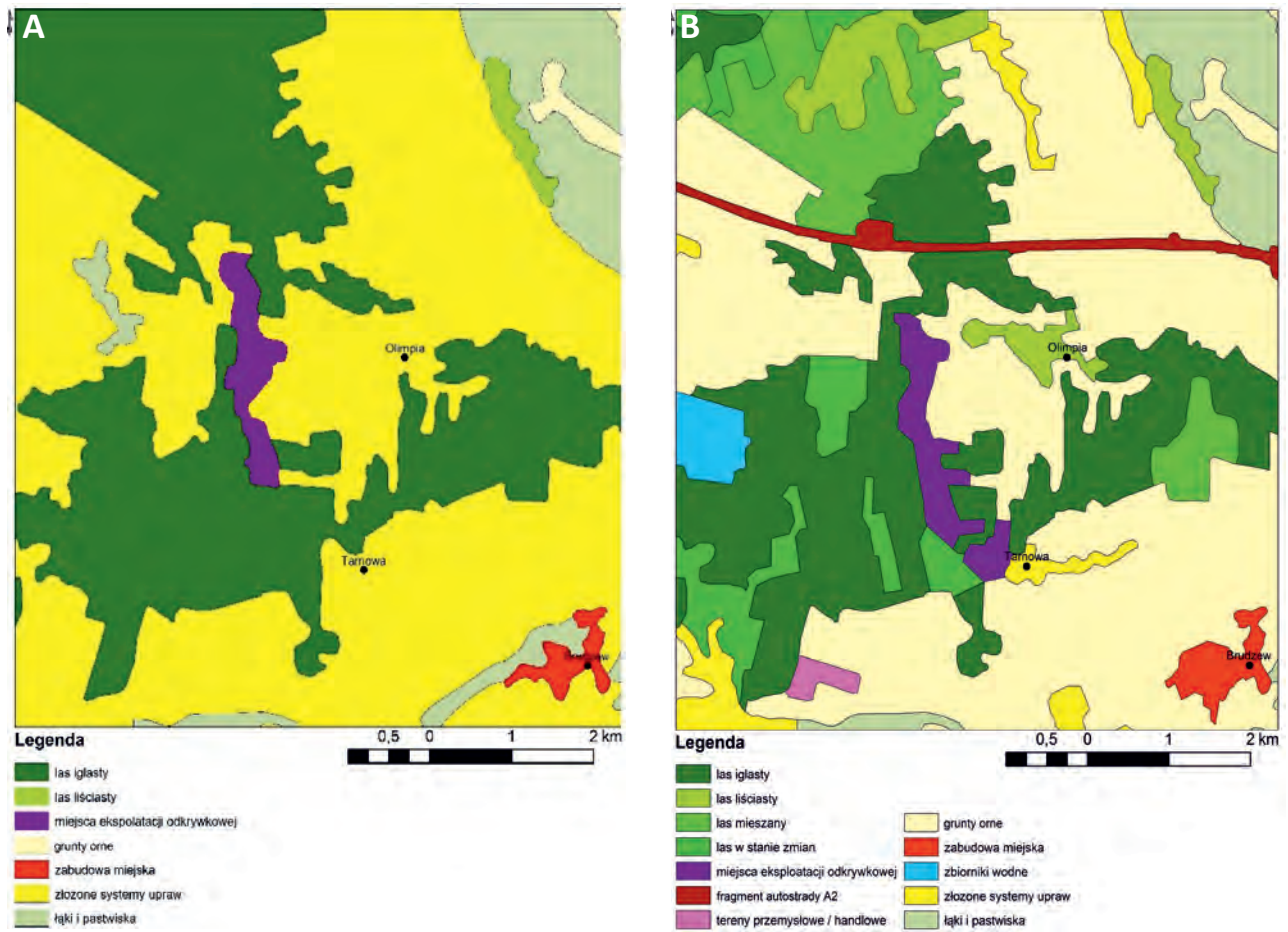
Fig. 5. Terrain profiles including morphometric changes in relief within the esker region. a-j – profiles before mine exploitation, a'-j' – profiles after aggregate extraction in the analyzed area (self-study)

6. Określenie zmian środowiskowych i analiza przekształceń rzeźby terenu na obszarze poeksploatacyjnym w Tarnowej

Analiza badanego obszaru pozwoliła na określenie stopnia, w jakim prace kopalni wpłynęły na zagospodarowanie środowiska po eksploatacji kruszywa. Obecnie widoczne są duże zmiany krajobrazu opisywanego terenu, dotyczą one zwłaszcza ukształtowania powierzchni. W wyniku eksploatacji doszło również do przekształceń przyrodniczych – hydrologicznych, pokrywy glebowej i szaty roślinnej. W związku z tym, zmiany w środowisku mają charakter dewastacji względnej. Wynika to z prowadzenia stopniowych przekształceń środowiska w nowy układ. Największe zmiany zaszły bezpośrednio w samym ozie. Eksploatacja kruszywa spowodowała inwersję rzeźby. Północna część ozu została całkowicie wyeksploatowana. Miąższość wydobytego materiału wyniosła od 27,8 do 31,6 m (ryc. 5a-a', ryc. 5b-b', ryc. 5c-c'). Największe przekształcenia rzeźby występują w południowej części formy (ryc. 5h-h', ryc. 5i-i', ryc. 5j-j'). Powstało tam długie na około 3 km zagłębienie terenu naśladujące pierwotny przebieg ozu (ryc. 4B). Dno

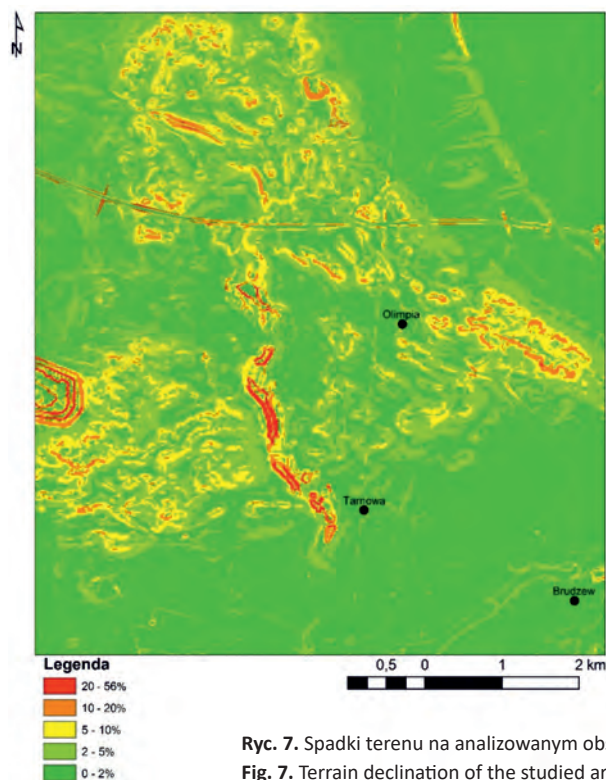
formy ma niewyrównany przebieg, a maksymalna głębokość powstałej po eksploatacji formy sięga do 50,7 m (ryc. 5i'). Stoki zagłębienia w środkowej części ozu są asymetryczne, sterasowane od strony zachodniej (ryc. 5f'), a raz od strony wschodniej (ryc. 5h'). W środkowej części można dostrzec, że materiał eksploatowano w dwóch sąsiednich miejscach (ryc. 5g'). Prawdopodobnie przeniesienie miejsca eksploatacji bardziej na zachód spowodowane było niską wydajnością wschodniej odkrywki. W południowej części ozu kształt stoków jest symetryczny (ryc. 5i', ryc. 5j'). Zbocza zagłębienia są strome, jednak zadarnione, dodatkowo utrwalane przez postępującą naturalną sukcesję gatunków pionierskich oraz nasadzenia sosny (fot. 2).

Spadki terenu wklęsłej formy wynoszą do 56% (ryc. 7). Prawdopodobieństwo wystąpienia ruchów masowych i spukiwania zachodzących w obrębie zboczy jest uzależnione od terażniejszej intensywności użytkowania przez człowieka. Aktywna rekreacja związana z wykorzystaniem przez motocyklistów i kierowców quadów urozmaiconej rzeźby terenu o znacznych deniwelacjach powoduje powstanie licznych obszarów ze zniszczoną pokrywą roślinną stabilizującą stoki (fot. 3 i 4).



Ryc. 6. Formy pokrycia terenu wyróżnione na podstawie trzeciego poziomu w bazie danych CORINE Land Cover. A – pokrycie terenu w 1990 r. B – pokrycie terenu w 2018 r.

Fig. 6. Forms of land cover distinguished according to third level in CORINE Land Cover database. A – land cover in 1990, B – land cover in 2018



Ryc. 7. Spadki terenu na analizowanym obszarze (oprac. własne na podstawie danych LiDAR)

Fig. 7. Terrain declination of the studied area (self-study based on LiDAR data)



Fot. 2. Postępująca naturalna sukcesja oraz sztuczne nasadzenia stoków wyrobiska w południowej części ozu (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 2. Progressing natural succession and artificial planting of mine workings slopes in the southern part of the esker (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019)



Fot. 3. Wykorzystanie terenów zrehabilitowanych w południowej części ozu (fot. D. Przybyszewski, 13.07.2019)

Photo 3. Utilization of reclaimed area in the southern part of the esker (photo by D. Przybyszewski, 13.07.2019)



Fot. 4. Niszczenie stoków częściowo zrehabilitowanego wyrobiska na skutek aktywności motocyklistów i kierowców quadów (fot. M. Kruszyńska, 28.03.2019)

Photo 4. Destruction of the slopes of mine workings slopes due to the activity of motorcyclists and quad drivers (photo by M. Kruszyńska, 28.03.2019)

Na całym badanym obszarze wyraźnej zmianie uległy formy użytkowania powierzchni terenu. Środowisko uległo rozdrobnieniu na szereg niejednorodnych, mniejszych płatów w obrębie ówczesnych form pokrycia terenu tworząc różnorodny, mozaikowaty krajobraz. Przede wszystkim zmieniło się położenie miejsca eksploatacji odkrywkowej, które na przestrzeni 20-lecia przesunęło się w kierunku południowym. Zmniejszył się udział złożonych systemów upraw. Zmiana ta ma charakter dwubiegunowy, albo na rzecz dobrze wykształconych gruntów ornich poddanych stałej uprawie mechanicznej, nastawionej bezpośrednio na produkcję rolniczą, albo licznych płatów ugorów lub odłogów. W części południowo-zachodniej starszy drzewostan lasu iglastego zastąpiono młodymi uprawami monokultury sosnowej (fot. 5).

Kolejną zmianą była budowa, w zachodniej części badanego obszaru, zbiornika rekreacyjnego „Władysławów”. Został on utworzony jako forma rekultywacji jednego z wyrobisk Kopalni Węgla Brunatnego „Adamów” (por. Stachowski i in. 2018). Eksploatacja w południowej części ozu w pobliżu miejscowości Tarnowa wpłynęła na powstanie małego zbiornika wodnego (fot. 6), zasilane-



Fot. 5. Uprawa sosny w zestawieniu ze starszymi nasadzeniami (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 5. Pine cultivation in combination with older plantings (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019)



Fot. 6. Zbiornik wodny powstały w trakcie eksploatacji nowego złoża (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019, widok z SE)

Photo 6. Water reservoir formed during the exploitation of a new deposit (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019, view from south-east)

go wodami gruntowymi, do których dotarła eksploatacja. Strumień odpompowywanej wody z czynnej kopalni utworzył rozległy stożek napływowy w obrębie sąsiadującego obniżenia poeksploatacyjnego (fot. 7).



Fot. 7. Zbiornik wody odpompowanej w trakcie prac żwirowni w Tarnowej (fot. M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 7. Reservoir of water pumped out during the work of the gravel mine in Tarnowa (photo by M. Kruszyńska, 13.07.2019)

W oddaleniu około 2 km na południe od kopalni powstały tereny przemysłowo-handlowe, zajmowane przez fermę hodowli drobiu. Z kolei na północ od miejscowości Olimpia wybudowano autostradę A2. Wydobywany materiał z kopalni został wykorzystany najpewniej pod jej budowę. Jeszcze dalej na północ przeobrażeniu uległy tereny leśne. Jednorodny pod względem pokrycia terenu krajobraz lasu iglastego zmienił się na przestrzeni 20 lat w las mieszany, w którym 150 ha zajmuje wyłącznie las liściasty.

7. Dyskusja i wnioski

Badania przeprowadzone na analizowanym obszarze pozwoliły na wyróżnienie dominującego krajobrazu leśno-rolnego. W jego obrębie niewielki fragment zajmuje krajobraz terenów eksploatacyjnego i poeksploatacyjnego. Pierwszy obejmuje obszar okolicy miejscowości Tarnowa. Występuje tam krajobraz górniczy, związany z czynnym zakładem wydobywczym, w którym prowadzona jest działalność eksploatacyjna. Teren ten związany jest z występowaniem całej infrastruktury technicznej poczynając od dróg technicznych, przez czynne wyrobisko oraz zakład przeróbczy, kończąc na miejscach składowiskowych kruszywa. Drugi, znacznie atrakcyjniejszy, to krajobraz powydobywczy, poddany rekultywacji. Zlokalizowany w północnej i środkowej części dawnego ozu, gdzie działalność górnicza została zakończona, a teren poddano rekultywacji. Wyeksploatowany obszar, w przeważającej części, został dostosowany do rekultywacji leśnej. Strone stoki, pomimo znacznego nachylenia stały się atrakcyjnym obszarem aktywnej rekreacji dla miłośników sportów motocyklowych, rowerowych czy rekreacji pieszej (fot. 8).



Fot. 8. Aktywny wypoczynek mieszkańców Tarnowej na terenach poeksploatacyjnych (fot. D. Przybyszewski, 13.07.2019)

Photo 8. Active recreation of residents of Tarnowa in post-mining areas (photo by D. Przybyszewski, 13.07.2019)

Dodatkowo ustalono, że zmiany zachodzące podczas wydobycia, jak i po jego zakończeniu zachodzą zarówno w mezo-, jak i mikroskali. W przypadku mezoskali, eksploatacja metodą odkrywkową spowodowała zmiany środowiska naturalnego o bardzo rozległym zasięgu. Szeroko zaplanowaną rekultywacją objęto tereny wyrobiska oraz skarp. W tym przypadku w kierunku leśnym, co spowodowało szybko widoczne efekty, przy prawdopodobnie niskich kosztach. Natomiast tereny renaturalizacji biernej

(pozostawione bez ingerencji człowieka) zaczęły samoistnie się odnawiać poprzez wkraczanie roślinności pionierskiej. W pierwszej kolejności odnotowano pojawienie się bylin, następnie drzew, tj. brzozy, osiki czy sosny. W skali mikro zaszły równie istotne zmiany. Na skutek działalności antropogenicznej wypływający z kopalni strumień wody powoduje zmiany w rzeźbie, przypominające działalność rzeki roztokowej. Wypływ ten stanowi o dodatkowych walorach krajobrazowych, wzbogacając tym samym bioróżnorodność terenu. Według Nity i Myga-Piątek (2010) obecne normy prawne wpływają często na utratę unikatowych walorów rzeźby poeksploatacyjnej w wyniku znormalizowanych, sztywnych zapisów stanowiących o kierunku rekultywacji.

Według autorów obszar objęty analizą, przy prawidłowym zagospodarowaniu, może dać możliwości wykorzystania go do celów geoturystycznych. Teren odznacza się wysokim potencjałem krajobrazowym, na który wpływają nowe formy terenu. Dzięki powstaniu rozległych zagłębień poeksploatacyjnych, stromych skarp, nachylonych stoków czy zbiornika wodnego teren charakteryzuje się urozmaiconym krajobrazem. Daje to możliwości wypromowania wyróżnionych walorów i potencjalnych atrakcji geoturystycznych. Aby dany obszar powydobywczy mógł zostać objęty odpowiednią ochroną należałoby wyznaczyć indywidualny plan zagospodarowania, oparty o analizę ekonomiczną terenu. W celu kształtowania krajobrazu pogórniczego konieczne jest prowadzenie badań interdyscyplinarnych. Obecnie najczęściej sięga się po kierunki leśny oraz wodny, a ruch ten uzasadnia się korzyściami ekonomicznymi płynącymi z takiej formy przekształcenia. Powinno odejść się od jednokierunkowej rekultywacji na rzecz rekultywacji specjalnej (Błaszczynska, Kaźmierczak 2011). Stwarza ona możliwości adaptacji terenów pogórnicznych do różnych celów (funkcji) i umożliwia kreację nowych krajobrazów antropogenicznych (Ostręga, Uberman 2010). Wynika to z indywidualnych cech obszarów pokopalnianych, których środowiska odznaczają się unikatową strukturą (Fagiewicz 2009). Przykładami rekultywacji specjalnej są m.in. odkrywka kopalni „Rydwan”, która położona jest w południowo-zachodnim kierunku od Łowicza. Natomiast za drugi przykład można uznać wyrobisko kopalni surowców mineralnych „Stoki”, która zlokalizowana jest w południowo-wschodniej części Łodzi. Dla niej wciąż planowana jest rekultywacja w postaci parku z ośrodkiem rekreacyjno-sportowym (Weremczuk 2008). Specyfika badanego obszaru w kontekście jego rozpatrywania jako przestrzeni turystycznej wiąże się z dużą dynamiką zachodzących w nim zmian. Zjawisko dynamicznych przekształceń dotyczy głównie przemian krajobrazu, które wynikają z ingerencji w środowisko w różnych etapach postępującej eksploatacji. Intensywność prac związana z przemieszczaniem znacznych mas ziemnych w części południowej oraz płynnie realizowane procesy rekultywacyjne w części północnej powodują tworzenie się nowych na tym obszarze elementów krajobrazu. Wprowadzenie rekultywacji specjalnej w rezultacie wpłynęłoby na wzrost atrakcyjności i zainteresowania obszarem. Natomiast perspektywiczne wprowadzenie elementów struktury przestrzeni turystycznej ochroniłoby dane środowisko przed niekontrolowaną degradacją, która ma miejsce obecnie. Przystosowanie obszaru w teraźniejszej formie nadaje się do dalszej

rekultywacji rekreacyjnej, w tym sportowej. Uwzględniając cieszące się zainteresowanie obecnym wykorzystaniem terenu dla rekreacji rowerowej oraz sportów ekstremalnych (fot. 3, fot. 4, fot. 8), zaproponowany kierunek rekultywacji mógłby stać się społeczno-kulturowo-gospodarczą podstawą zagospodarowania danej przestrzeni.

Podziękowania

Autorzy artykułu składają podziękowania mgr Małgorzacie Frydrych oraz dr Aleksandrowi Szmidtowi za wszelką pomoc i cenne rady podczas pisania artykułu, a recenzentem za wnikliwe opinie i konstruktywną krytykę.

8. Literatura

- Błaszczńska, M., Kaźmierczak, U., 2011. Zachowanie bioróżnorodności w ramach rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych kopalni wapienia „Górażdzie”. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały* 132 (39), 11–22.
- Boberek, K., Paulo, A., 2005. Problemy zagospodarowania wyrobisk po eksploatacji kruszywa naturalnego na przykładzie złóż w dolinie Soły między Kętami a Bielanami. *Geologia* 31 (2), Kraków, 153–165.
- Chwastek, J., Janusz, W., Maciaszek, J., Repelowski, A., Szewczyk, J., 1990. Deformacje powierzchni terenu spowodowane działalnością górnictwem. *Akademia Górniczo-Hutnicza. Sozologia i Sozotechnika* 30, Kraków, 7–134.
- Cieśliński, Z., Jaworski, P., Szczepańska, E., 1994. Problemy ochrony i rekultywacji środowiska. *Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń*, 1–228.
- Ciuk, E., 1970. Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niżu Polskiego. *Kwartalnik Geologiczny* 14 (4), Warszawa, 754–771.
- Czarnik, J., 1972. Paleogeografia okolic Turka w górnym trzeciorzędzie i plejstocenie. *Studia Geologica Polonica* 40, Kraków, 7–156.
- Domosławska-Baraniecka, M.D., 1969. Ze stratygrafii i rozwoju czwartorzędowego południowych Kujaw. *Przewodnik XLI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Wydawnictwa Geologiczne, Konin*, 49–58.
- Fagiewicz, K., 2009. Obszary pogórnice jako typ krajobrazu recepcyjnego turystyki. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 25, 95–103.
- Frankowski, Z., Godlewski, T., Irmiński, W., Łukasik, S., Majer, E., Nałęcz, T., Sokołowska, M., Wołkowicz, W., Chada, K., Chormiński, D., Gałkowski, P., Jaśkiewicz, K., Jurys, L., Kaczyński, Ł., Madej, M., Majer, K., Pietrzykowski, P., Samel, I., Wszędzirowy-Nast., M., 2012. Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych. *Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa*, 42–44.
- Gorczyca, K., Dutka, M., 2015. Analiza decyzji rekultywacyjnych i zezwoleń na odzysk/przetwarzanie odpadów o kodzie 01 04 12 wydanych w województwie lubelskim w latach 2009–2015. *Raport z monitoringu aspekty prawne i środowiskowe, Towarzystwo dla Natury i Człowieka, Lublin*, 3–10.
- Greń, K., Popiołek, E., 1990. Wpływ eksploatacji górnictwem na powierzchnię i górotwór. *Akademia Górniczo-Hutnicza, Skrypty uczelniane* 1179, Kraków, 1–200.
- Karczewska, A., 2008. Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław*, 1–414.
- Katalog wierceń górnictwa naftowego – Turek IG 63092.
- Kondracki, J., 2001. *Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa*.
- Krygowski, B., 1974. Niektóre problemy z morfodynamiki Niziny Wielkopolskiej. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia fizyczna* 27A, 89–156.
- Lindner, L., 2005. Nowe spojrzenie na liczbę, wiek i zasięgi złodowaceń środkowopolskich w południowej części środkowowschodniej Polski. *Przegląd Geologiczny* 53 (2), Warszawa, 145–150.
- Łyczewska, J., 1977. Dynamika frontalna lądolodu bałtyckiego w okolicy Koła nad Wartą. *Studia Geologica Polonica* 52, 281–296.
- Majdanowski, S., 1950. Zagadnienie rynien jeziornych na Niżu Europejskim. *Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią* 2, 35–122.
- Mańkowska, A., 1980. *Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Konin, wydanie A*.
- Mańkowska, A., 1983. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Tuliszków*.
- Mańkowska, A., 1985. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Kotwasice*.
- Nita, J., Myga-Piątek, U., 2010. Georóżnorodność i geoturystyka w terenach poeksploatacyjnych na przykładzie rejonu chęcińsko-kieleckiego. *Geoturystyka* 3–4, 51–58.
- Ostręga, A., Uberman, R., 2010. Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposób wyboru, klasyfikacja i przykłady. *Górnictwo i Geoinżynieria* 34 (4), 445–461.
- Ostrowski, J., 1995. *Zasady sporządzania oceny wpływu działalności górniczej na środowisko. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie* 2, Katowice.
- Prawo geologiczne i górnicze. *Dz.U.*, 2011, nr 163, poz. 981 art. 129, Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku, tekst ujednolicony.
- Prawo ochrony środowiska. *Dz.U.*, 2001, nr 62, poz. 627, Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku, tekst ujednolicony.
- Priebe-Piechowska, M., 1997. *Wprowadzenie do rekultywacji środowiska gruntowo-wodnego, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej*.
- Rdzany, Z., Frydrych, M., Szmidt, A., Tarnawska, K., 2015. W sprawie genezy i wieku form rzeźby glacialnej pogranicza Wysoczyzn Kaliskiej i Tureckiej. *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Physica* 14, Łódź, 37–53, <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.14.04>.
- Siuta, J., 1998. *Rekultywacja gruntów. Poradnik Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa*.
- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, R., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek, U., Nita, J., Papińska, E., Rodzik, J., Strzyż, M., Terpiłowski, S., Ziaja, W., 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographica Polonica* 91 (2), 143–170, <https://doi.org/GPo.0115>.
- Sołowiej, D., 1987. *Podstawy metodyki oceny środowiska przyrodniczego człowieka. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*, 27–28.
- Stachowski, P., Liberacki, D., Kraczkowska, K., 2018. *Zagospodarowanie zbiornika wodnego wraz z otoczeniem na terenie zdewastowanym. Acta Scientiarum Polonorum, Administratio Locorum* 17 (1), Poznań, 75–85.
- Szydeł, R., 1999. *Zasady rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych po kopalniach odkrywkowych złóż kopalin pospolitych z wykorzystaniem skały płonnej z KWK „Bogdanka”. Lubelski Urząd Wojewódzki*.
- Trzmiel, B., 1992. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Turek (550)*.
- Trzmiel, B., 1996. *Objaśnienia do szczegółowej mapy Polski w skali 1:50 000, arkusz Turek (550)*.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. *Dz.U.*, 2013, poz. 1205, *Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 18 lipca 2013 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych, tekst ujednolicony*.
- Weremczuk, A., 2008. *Rekultywacja wyrobisk poeksploatacyjnych w okolicach Łodzi i potencjał możliwości ich wykorzystania. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Landform Analysis* 9, 334–338.
- Widera, M., 2007. *Litostratygrafia i paleotektonika kenozoiku podplejstocenijskiego Wielkopolski, Geologia. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, 1–224.
- Wojskowy Instytut Geograficzny 1936. *Mapa Szczegółowa Polski w skali 1:25 000, arkusz Brudzew (P40 S27 E)*.
- Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Oszczypko, N., Ślęczka, A., Żaba, J., Żyto, K., 2011. *Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław*, 7–14.