FOLIA PRAEHISTORICA POSNANIENSIA T. XXXI – 2026
WYDZIAŁ ARCHEOLOGII, UAM POZNAŃ – ISSN (Online) 2450-5846, ISSN (Print) 0239-8524
https://doi.org/10.14746/fpp.2026.31.06

CZELABIŃSKI PIKNIK NA SKRAJU DROGI: ARCHEOLOGIA NIEDAWNEJ PRZESZŁOŚCI I WIDMA KATASTROF NUKLEARNYCH NA POŁUDNIOWYM URALU

THE CHELYABINSK ROADSIDE PICNIC: ARCHAEOLOGY OF THE RECENT PAST AND THE SPECTRES OF NUCLEAR DISASTERS IN THE SOUTHERN URALS

Grzegorz Kiarszys

Katedra Archeologii, Instytut Historyczny, Uniwersytet Szczeciński
https://orcid.org/0000-0001-5304-7409
grzegorz.kiarszys@usz.edu.pl

ABSTRACT. This article examines the Mayak Chemical Combine, a secret plutonium production centre and a key facility of the Soviet nuclear weapons programme during the Cold War. It focuses on the diversity of narrative forms through which Mayak has been represented, including press reports, eyewitness accounts, declassified intelligence documents, and selected examples of popular culture. These sources are compared with the CIA reconnaissance satellite imagery from the CORONA, GAMBIT, and HEXAGON programmes from the 1960s and 1970s. The study demonstrates that, alongside official records, alternative forms of representation can provide valuable insights for archaeological research on the recent past. It highlights the multidisciplinary nature of such studies, which integrate diverse sources reflecting different cultural conventions regarding collective memory. The combination of satellite imagery with archival and intelligence materials contributes to a more comprehensive understanding of secret Cold War infrastructures. Landscape-based analysis also enables the verification and visualisation of events previously known only from written accounts or personal testimonies. This is particularly important in cases where the scale of events contrasts with the limited availability of corroborating evidence. Finally, the article underscores the interpretative value of popular culture as a source that, despite requiring careful critical evaluation, can reflect broader cultural contexts and enrich archaeological analysis.

KEY WORDS: archaeology of the recent past, Cold War, Mayak, declassified satellite imagery, popular culture

FPP 31, 2026: 131–150. *© The Author(s). Published by: Adam Mickiewicz University Press, 2026.*
Open Access article, distributed under the terms of the CC licence (BY, https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

WSTĘP

Archeologia niedawnej przeszłości jest nurtem o szerokich i zróżnicowanych ramach tematycznych (np. Buchli, Lucas, 2001; Burström, 2008). Pozwala ona na bliższe przyjrzenie się zjawiskom tak złożonym, jak procesy wyłaniania się dziedzictwa kulturowego, definiowanie różnych strategii upamiętniania i związane z nimi praktyki społeczne, ale też wypieranie i marginalizowanie pamięci o określonych epizodach. Przyjęcie archeologicznej perspektywy wobec dziejów najnowszych pozwala również na weryfikację niektórych informacji i analizowanie dynamiki ciągle żywych dyskursów o dziedzictwie. Otwiera to drogę do lepszego zrozumienia roli, jaką niedawna przeszłość i jej materialne ślady odgrywają w świadomości współczesnych ludzi. Ułatwia także dostrzeżenie zróżnicowania form przyjmowanych przez pamięć społeczną.

Badacze prowadzący studia nad materialnością niedawnej przeszłości poruszają tematy, które do niedawna nie były uznawane za obszar zainteresowań archeologii. Wśród bogatego piśmiennictwa można odnaleźć teksty analizujące „drugie życie" opuszczonych obiektów infrastrukturalnych i fabryk oraz tajnych baz wojskowych z czasów zimnej wojny (Burström, 2011; Kiarszys, 2019a, 2019b, 2022; Kiarszys, Dzikowski, 2024). Zainteresowaniem archeologów cieszą się również bardziej prozaiczne i codzienne przykłady kultury materialnej, takie jak graffiti, architektura mieszkalna, opuszczone hotele i parki rozrywki, złomowiska, dekoracje i umeblowanie wnętrz czy elementy zastaw stołowych zachowane w nieużytkowanych od lat lokalach (Rathje, Murphy, 2001; Burström, 2009a; Kiarszys, 2025). Niektóre studia poruszają również temat procesów niszczących i degradacji powodowanej przez czynniki środowiskowe oraz ekspansję natury w nieużytkowanych przez długi czas przez człowieka miejscach. Zainteresowania archeologów współczesności wykraczają w niektórych przypadkach poza atmosferę ziemską. Interesującymi tematami okazują się dla nich porzucone w przestrzeni kosmicznej nieczynne satelity szpiegowskie, materialne pozostałości tajnych zimnowojennych eksperymentów czy pozostawione na srebrnym globie elementy lądowników i sond (Capelotti, 2010; Gorman, 2016).

Oddzielnym polem zainteresowań archeologii niedawnej przeszłości są zaangażowane społecznie tematy z obszaru współczesnych konfliktów zbrojnych, traumy i pamięci. W ich ramach badacze analizują dziedzictwo pól bitewnych, cmentarze wojenne i masowe groby, spuściznę obozów koncentracyjnych i obozów zagłady oraz świadectwa czystek etnicznych (Saunders, 2003, 2010; Schofield, 2005; Burström, 2009b; Carr, 2016; Zalewska, Kiarszys, 2021; Kobiałka, González-Ruibal, 2024; Kobiałka i in., 2025).

W artykule tym przedstawiłem przykład studium kombinatu Majak, który w okresie zimnej wojny był tajnym ośrodkiem plutonowym i jednym z najważniejszych kompleksów przemysłowo-badawczych radzieckiego wojskowego programu atomowego. Kombinat wytwarzał na masową skalę radionuklidy wykorzystywane przede wszystkim do celów zbrojeniowych. Historia tego zakładu była przed-

miotem wcześniejszego artykułu *A Nuclear Generator of Clouds: Accidents and Radioactive Contamination Identified on Declassified Satellite Photographs in the Mayak Chemical Combine, Southern Urals* (Kiarszys, 2022). W niniejszym tekście chciałbym natomiast omówić zagadnienia, które nie były poruszane we wspomnianej publikacji lub były w niej potraktowane powierzchownie. Zamierzam skupić się na zróżnicowaniu form narracyjnych o kombinacie, które odnaleźć można w doniesieniach prasowych, literaturze, odtajnionych raportach CIA i w kulturze masowej. Porównanie tych źródeł z informacjami utrwalonymi przez szpiegowskie zobrazowania satelitarne z lat 60. i 70. XX w. z programów CORONA, GAMBIT i HEXAGON pozwala potwierdzić wiele z relacji naocznych świadków, nadając im wymiar przestrzenny. Celem tego tekstu jest również wykazanie, że w studiach archeologicznych nad niedawną przeszłością obok oficjalnych źródeł informacji interesujące poznawczo mogą okazać się też inne formy przekazu. Pozwalają one bowiem badać przeszłość w różnorodności jej kontekstów kulturowych i budować pełniejszy obraz niektórych zdarzeń.

KOMBINAT PLUTONOWY MAJAK I MIASTO-40

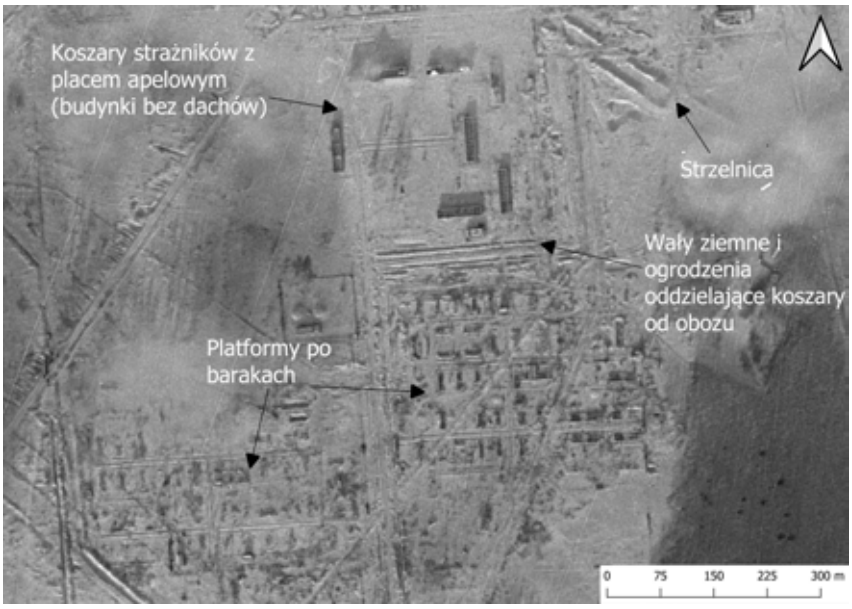
Budowę kombinatu plutonowego Majak (ros. Маяк; pol. Latarnia Morska) rozpoczęto w 1946 r. w pobliżu miasta Kysztym w obwodzie czelabińskim na Uralu Południowym (ryc. 1). Nadzór polityczno-organizacyjny nad przedsięwzięciem sprawował Ławrientij Beria, a za stronę naukową odpowiadał Igor Kurczatow (Brown, 2013, s. 88–89). W przeważającej mierze siłę roboczą stanowili więźniowie łagrów, żołnierze Armii Czerwonej wyzwoleni z niemieckich obozów, niemieccy jeńcy wojenni i własowcy (żołnierze Rosyjskiej Armii Wyzwoleńczej ROA, formacji wojskowej współpracującej z nazistowskimi Niemcami). Na początku 1947 r. przy budowie kombinatu pracowało około 13 000 skazańców Gułagu (*Gławnoje uprawlenije isprawitielno-trudowych łagieriej i kolonij* – Zarząd Główny Poprawczych Obozów i Kolonii Pracy – radziecki system obozów pracy niewolniczej), 8200 więźniów wojennych i 7000 cywilnych osadników. Wiosną tego roku przywieziono kolejnych 16 000 więźniów (Brown, 2013, s. 90–96). Niektóre źródła podają jeszcze większe liczby i mówią nawet o 70 000 więźniów przetrzymywanych w 12 obozach na przełomie 1947 i 1948 r. (Cochran, Norris, Suokko, 1993, s. 508).

Mimo że dostępne obecnie szpiegowskie zobrazowania satelitarne CIA (Central Intelligence Agency – Centralna Agencja Wywiadowcza) okolic kombinatu Majak zarejestrowano w połowie lat 60. XX w. (CIA, 1964), a zatem dekadę po likwidacji obozów pracy, pozostałości pięciu takich obiektów były wówczas nadal czytelne w sąsiedztwie kombinatu (ryc. 2). W tym czasie większość z drewnianych baraków, w których mieszkali więźniowie, zburzono lub rozebrano. Pozostały po nich jednak wyraźnie widoczne na zobrazowaniach prostokątne platformy i jamy oraz ślady po skomplikowanym systemie ogrodzeń. Wokół obozów czytelne są relikty fragmentarycznie zasypanych, głębokich rowów, które miały zapobiegać wykonywaniu podko-



Ryc. 1. Lokalizacja kombinatu chemicznego Majak (oprac. G. Kiarszys)

Fig. 1. Location of the Mayak Chemical Combine (prepared by G. Kiarszys)

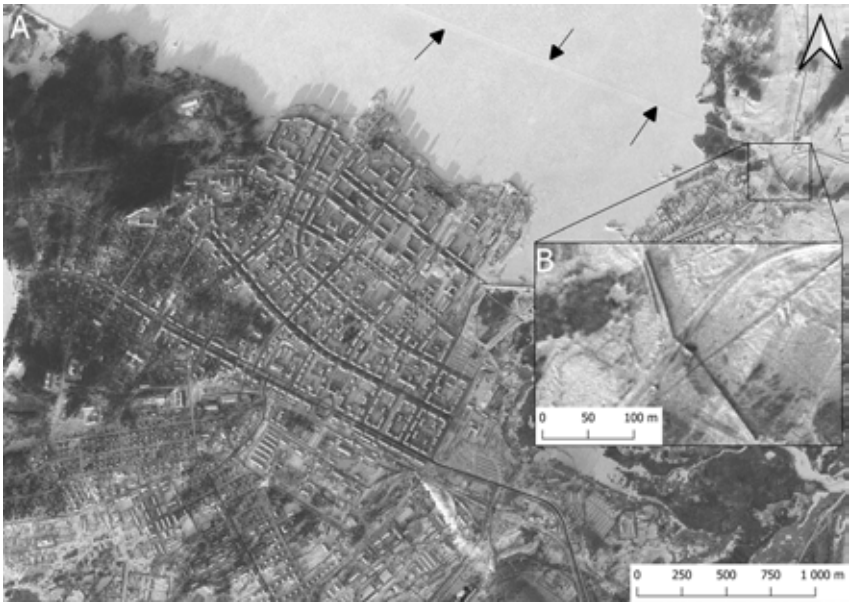


Ryc. 2. Pozostałości po jednym z opuszczonych obozów pracy przymusowej (zobrazowanie z 14.03.1964 r., GAMBIT KH-7, misja 4006) (źródło: United States Geological Survey «USGS», oprac. G. Kiarszys)

Fig. 2. Remains of one of the abandoned forced labour camps (imagery dated 14 March 1964, GAMBIT KH-7, mission 4006) (source: United States Geological Survey (USGS); prepared by G. Kiarszys)

pów i ucieczkom więźniów. Przetrwały także ślady po wewnętrznych drogach obozowych. Obozy miały powtarzalne plany przestrzenne składające się z dwóch głównych stref – baraków, w których przetrzymywano niewolniczą siłę roboczą oraz wyraźnie oddzielonych od nich koszar dla strażników, z placem apelowym i strzelnicą.

Po amnestii ogłoszonej najpierw przez Ł. Berię, a następnie realizowanej przez N. Chruszczowa w 1953 r. rozpoczęto likwidację obozów pracy funkcjonujących w systemie Gułagu (Соколов, 2008, s. 65). Spowodowało to masowy odpływ niewolniczej siły roboczej i zagroziło dalszej rozbudowie kombinatu (Brown, 2013, s. 207–208). Aby zapewnić niezakłóconą realizację projektu na półwyspie między jeziorami Kyzyłtasz i Irtyasz zbudowano wzorcowe osiedle Oziorsk (ryc. 3A). 17 marca 1954 r. nadano mu status miasta zamkniętego i nazwę Czelabińsk-40 (zmienioną później na Czelabińsk-65) (Soran, Stillman, 1982, s. 3).



Ryc. 3. Miasto Oziorsk na obrazie satelitarnym z 10.12.1966 r. (GAMBIT KH-7, misja 4035): A – na zdjęciu widoczna zabudowa miejska – blokowiska i osiedla willowe oraz budynki użyteczności publicznej. Strzałkami wskazano drogę patrolową biegnącą po zamarzniętej tafli jeziora Irtyasz; B – zbliżenie na punkt kontrolny i ogrodzenie przy północnym wyjeździe z miasta (źródło: USGS, oprac. G. Kiarszys)

Fig. 3. The city of Ozersk in satellite imagery from 10 December 1966 (GAMBIT KH-7, mission 4035): A – urban fabric visible in the image – apartment blocks, villa districts, and public buildings. Arrows indicate a patrol road running across the frozen surface of Lake Irtyash; B – close-up of the checkpoint and fencing at the northern exit of the city (source: USGS; prepared by G. Kiarszys)

Dla szeregowych pracowników i inżynierów wzniesiono modernistyczne bloki, a dla naukowców i kadry kierowniczej dzielnicę willową. Powstały też szkoły, ośrodki zdrowia, szpital, teatr, kino i liczne obiekty sportowo-rekreacyjne. Oziorsk stał się w krótkim czasie jednym z wiodących ośrodków badań jądrowych w Związku Radzieckim. Do przeprowadzki na odległy południowy Ural zachęcano obietnicą lepszych płac, nowoczesnych mieszkań, sklepów, w których półki uginają się pod ciężarem deficytowych towarów i warunków życia znacznie przewyższających to, na co można było liczyć gdziekolwiek indziej w ZSRR (Brown, 2013, s. 213–220, 257–259).

Ceną wszystkich tych przywilejów była dobrowolna rezygnacja z, i tak już ograniczonych, praw i wolności. Miasto otoczono systemem płotów i punktów kontrolnych (ryc. 3A i 3B), a opuścić je można było jedynie na podstawie trudnej do uzyskania przepustki. Gdy zimą zamarzało jezioro Irtyasz, powstawała na nim droga, po której jeździły patrole wojskowe pilnujące, aby nikt z mieszkańców nie kontaktował się ze światem zewnętrznym (ryc. 3A). Wiele z tych „zabezpieczeń", które miały zapobiegać ujawnieniu tajemnicy państwowej, jest wyraźnie widocznych na szpiegowskich zobrazowaniach satelitarnych. System ogrodzeń i punktów kontrolnych został z czasem rozbudowany i istnieje do dziś.

WIDMA KATASTROFY KYSZTYMSKIEJ

W 1976 r. Żores Miedwiediew, radziecki biochemik przebywający na wygnaniu w Londynie, opublikował w popularnonaukowym czasopiśmie „New Scientist" artykuł pod tytułem *Dwie dekady dysydencji* (Miedwiediew, 1976). Miedwiediew omówił w nim trzy wybrane przykłady wielkich katastrof spowodowanych ingerencją Komunistycznej Partii Związku Radzieckiego w radziecką naukę. Jedna z przytoczonych historii dotyczyła szczególnie enigmatycznych wydarzeń, do których doszło na południowym Uralu. Według relacji Miedwiediewa opartej na doniesieniach uciekinierów zza żelaznej kurtyny, w miejscu tym przez długi czas zakopywano odpady radioaktywne, pochodzące z produkcji broni jądrowej. Oto jak sam autor opisał to wydarzenie:

> Nagle doszło do olbrzymiego wybuchu, gwałtownego jak erupcja wulkanu. Reakcje nuklearne doprowadziły do przegrzania się odpadów składowanych pod ziemią. Wybuch uniósł wysoko radioaktywny pył i materiały (…). Silne wiatry rozwiały promieniotwórcze chmury na setki mil (…). Wiele wsi i miast otrzymało rozkaz ewakuacji, gdy symptomy choroby popromiennej były już powszechne. Dziesiątki tysięcy ludzi ucierpiało, setki zmarło, a faktycznych liczb nigdy nie podano do wiadomości publicznej. (…) Wiele miast i wsi z umiarkowanym lub wysokim, ale niepowodującym śmierci poziomem skażenia nie ewakuowano w ogóle. (Miedwiediew, 1976, s. 265–266, tłum. G. Kiarszys)

W ten sposób, z 19-letnim opóźnieniem, zachodnia opinia publiczna dowiedziała się o wydarzeniach z 29 września 1957 r., określanych obecnie jako katastrofa kysztymska. Wypadek ten był spowodowany niejądrowym wybuchem radioaktyw-

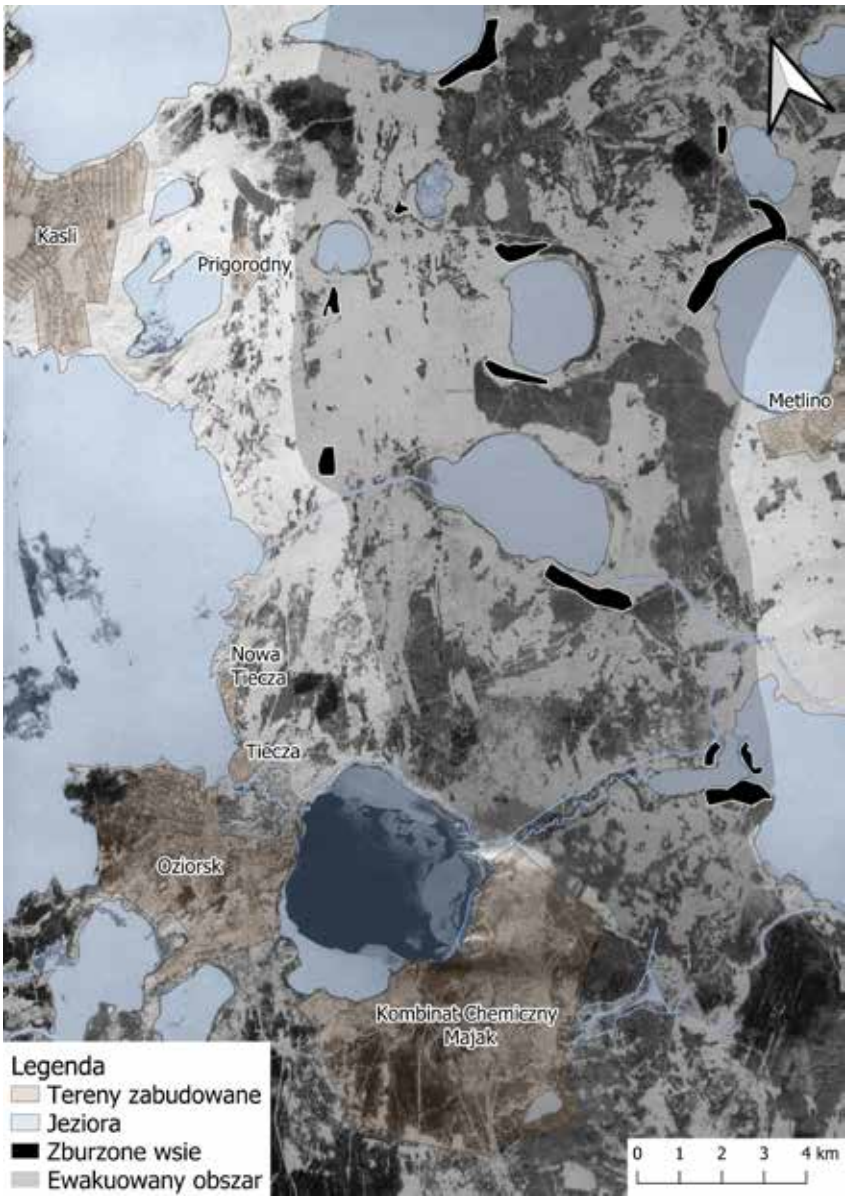
nych odpadów, składowanych w kombinacie Majak w podziemnych zbiornikach z wadliwym systemem chłodzenia (CIA, 1978, 1981, s. iii; Trabalka, Eyman, Auerbach, 1979, s. 32; Cochran i in., 1993, s. 520). Sam Miedwiediew nie znał dokładnej lokalizacji miejsca katastrofy, nie miał nawet pewności co do daty rocznej samego wydarzenia. Kilka podanych detali jest jednak zadziwiająco precyzyjnych i można je potwierdzić dzięki analizom odtajnionych materiałów wywiadowczych.

Drugą znaną relacją, która dotyczy katastrofy kysztymskiej i uzupełnia informacje podane przez Miedwiediewa, jest treść wywiadu udzielonego przez radzieckiego naukowca Lwa Tumermana, który wyemigrował do Izraela. Opowiedział on zachodnim mediom o osobliwej podróży, którą odbył w 1960 r. ze Swierdłowska do Czelabińska. Na pewnym odcinku droga, którą się poruszał, przebiega w okolicach Oziorska. Oto jak opisał on swoje doświadczenia:

> Około 100 km od Swierdłowska znak drogowy ostrzegał kierowców, aby nie zatrzymywali się przez kolejne 20–30 km i kontynuowali jazdę z maksymalną dopuszczalną prędkością. Po obu stronach drogi, tak daleko, jak można było sięgnąć wzrokiem, teren był martwy: żadnych wsi ani miast, jedynie kominy zburzonych domów, żadnych pól uprawnych czy pastwisk, żadnych stad ani ludzi… nicość […]. Dopiero później ludzie ze Swierdłowska i Biełojarska powiedzieli mi, że opad radioaktywny był spowodowany dużym nuklearnym wybuchem wojskowej instalacji jądrowej nieopodal Kysztymu. (Soran, Stillman, 1982, s. 4–5)

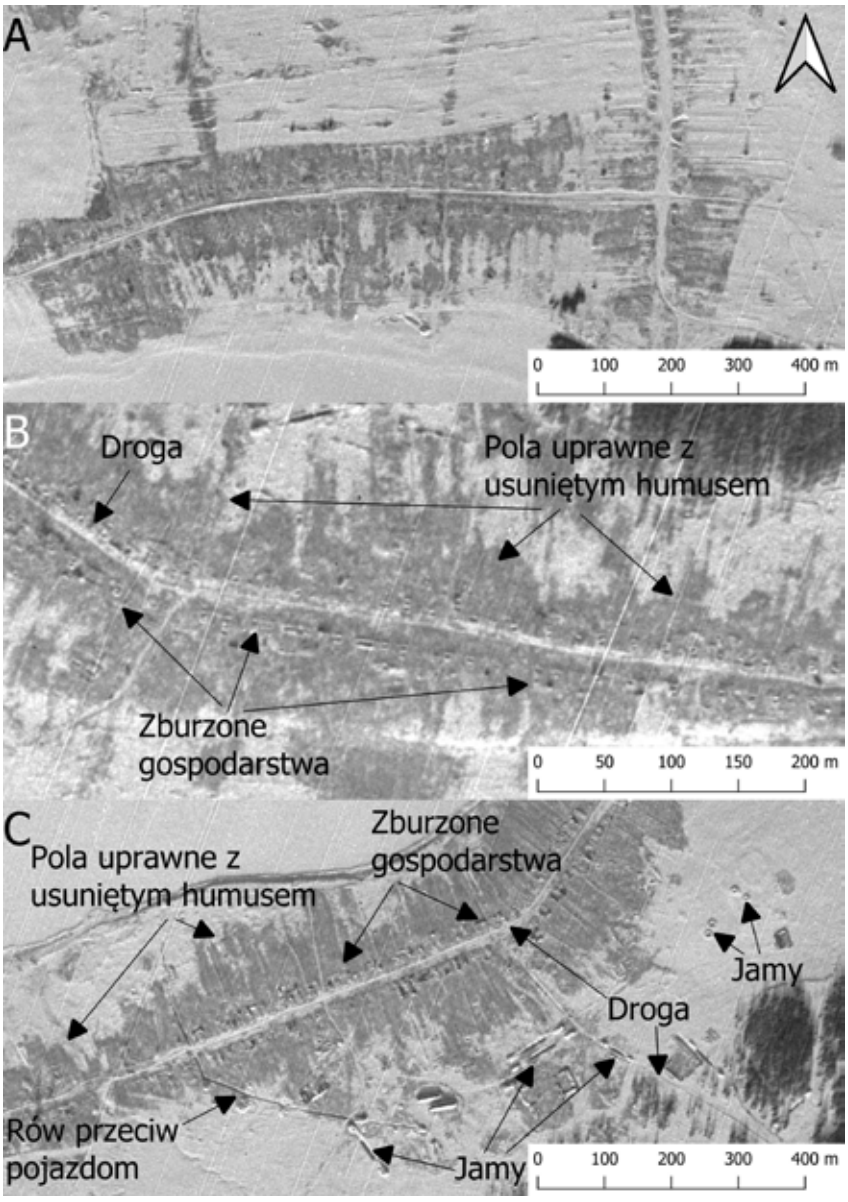
Podane przez Tumermana informacje są bardzo szczegółowe i odnoszą się do przekształceń krajobrazowych, do których doszło w wyniku rozległego skażenia radioaktywnego oraz działań podejmowanych przez władze w celu ograniczenia jego skutków. Opisana przez naukowca „martwa strefa" faktycznie znajduje się niemal dokładnie 100 km na południe od Swierdłowska (obecny Jekaterynburg) i pozostaje niezamieszkana do dziś (ryc. 4), co może świadczyć o tym, że nadal jest niebezpieczna dla ludzi. Opad radioaktywny z katastrofy rozprzestrzenił się w strefie o długości 300 km i szerokości ok. 30–50 km. Skażeniu uległo 217 wsi, zamieszkiwanych przez 270 000 osób (Trabalka i in., 1979, s. 1–3; Cochran i in., 1993, s. 521). Po pewnym czasie władze rozpoczęły masowe ewakuacje oraz wyburzanie opuszczonych miejscowości, o których wspomniał także w swoim artykule Miedwiediew.

W weryfikowaniu cytowanych relacji na temat wielkoskalowych wydarzeń, które mogły wpływać na przekształcenia rozległych obszarów krajobrazu, bardzo użyteczne są odtajnione szpiegowskie zobrazowania satelitarne z z programów CORONA, GAMBIT i HEXAGON, realizowanych przez CIA w latach 60. i 70. XX w. Ich analiza pozwala stwierdzić, że skażony obszar rozciągał się na północ i północny-wschód od kombinatu Majak (ryc. 4). Na fotografiach satelitarnych wyraźnie widoczne są opuszczone wsie i porzucone pola. Jedną z charakterystycznych cech wysiedlonych wsi jest to, że niemal wszystkie budynki miały zniszczone dachy (ryc. 5A–C). Było to celowe działanie wojsk radzieckich uczestniczących w operacji, które miało zapobiegać nielegalnym powrotom wysiedleńców.



Ryc. 4. Mapa przedstawiająca okolice kombinatu Majak (650 km^2), wykonana na podstawie zobrazowań satelitarnych z programu GAMBIT KH-7 z lat 60. XX w. Na mapie wskazano tereny zabudowane, jeziora i kanały, opuszczone miejscowości oraz zasięg skażonej strefy, która pozostaje niezamieszkana i niezagospodarowana do dziś (źródło: USGS, oprac. G. Kiarszys)

Fig. 4. Map of the area surrounding the Mayak Combine (650 km^2), based on GAMBIT KH-7 satellite imagery from the 1960s. The map shows built-up areas, lakes and canals, abandoned settlements, and the extent of the contaminated zone, which remains uninhabited and undeveloped to this day (source: USGS, prepared by G. Kiarszys)



Ryc. 5. Wybrane przykłady wysiedlonych wsi i towarzyszących im obiektów (GAMBIT KH-7, misja 4015, data: 26.01.1965 r.) (źródło: USGS, oprac. G. Kiarszys)

Fig. 5. Selected examples of abandoned villages and associated features (GAMBIT KH-7, mission 4015, dated 26 January 1965) (source: USGS, prepared by G. Kiarszys)

Wiele opuszczonych po katastrofie kysztymskiej miejscowości w połowie lat 60. było już zupełnie zrównanych z ziemią. W świetle relacji świadków podczas deportacji żołnierze konfiskowali zwierzęta gospodarskie oraz całą produkcję roślinną i niszczyli ją na miejscu (CIA, 1981, s. 8; Brown, 2013, s. 200–201). W pobliżu wysiedlonych wsi kopano głębokie jamy, w których następnie zakopywano odebrane mieszkańcom dobra, aby nie były one odsprzedawane na lokalnych rynkach. Praktyki te potwierdzają zdjęcia satelitarne, na których wyraźnie widoczne są podłużne jamy w pobliżu opustoszałych osad (ryc. 5C).

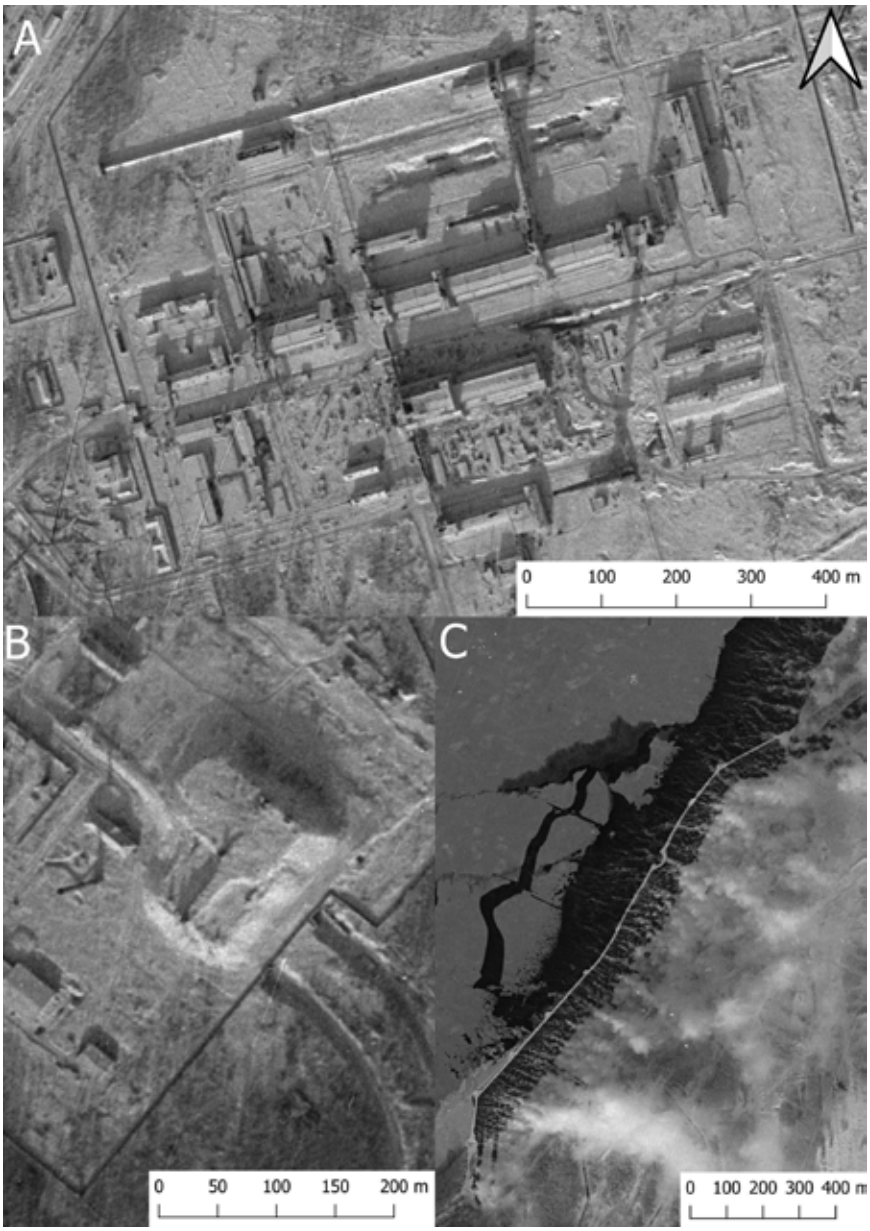
Grupy likwidatorów podejmowały także próby dekontaminacji pól uprawnych przez usunięcie kilkucentymetrowej warstwy skażonego humusu, w której koncentrowały się promieniotwórcze radionuklidy z niekontrolowanych emisji (Cochran i in., 1993, s. 522). Rezultaty tych prac są wyraźne na zdjęciach satelitarnych (ryc. 5A–C). W wielu przypadkach zebraną z powierzchni ziemię składowano na podłużnych hałdach, których jednak nigdy później nie wywieziono ani nie zabezpieczono. Niektóre ślady prac dekontaminacyjnych wyglądają na zobrazowaniach satelitarnych z lat 60. bardzo świeżo, co może świadczyć o tym, że było to pokłosie późniejszych, nieznanych do dziś wypadków w kombinacie, a nie bezpośredni rezultat katastrofy kysztymskiej.

Po zakończeniu akcji wysiedleńczej wokół skażonej strefy wytyczono wojskowy kordon. Na drogach w pobliżu zrujnowanych wsi powstały posterunki wojskowe. Wykopano także rowy, które miały utrudnić ich omijanie pojazdami kołowymi. W ten sposób zamierzano powstrzymać potencjalnych szabrowników, którzy mogliby wywieźć z zony skażone wartościowe przedmioty.

Emisje materiałów promieniotwórczych do otoczenia w sposób nieunikniony degradowały środowisko naturalne. Zachodnie źródła wywiadowcze donosiły, że do jesieni 1959 r. na terenie skażonym przez katastrofę kysztymską wyschły wszystkie drzewa iglaste. Było to spowodowane faktem, że zatrzymują one bardzo skutecznie w swoich koronach wczesny opad radioaktywny, ale są też najbardziej z tego względu podatne na zabójcze oddziaływanie radionuklidów (Cochran i in., 1993, s. 521). Na zobrazowaniach z lat 60. z okolic kombinatu widoczne były już młode lasy liściaste, z wyraźnymi śladami usuwania humusu i świeżej orki leśnej. Świadczy to najprawdopodobniej o tym, że po usunięciu martwych drzew na ich miejscu posadzono gatunki drzew liściastych (głównie brzozę), które są odporniejsze na skażenie promieniotwórcze.

BRYGADY MARTWYCH LUDZI

Wiele instalacji przemysłowych zbudowanych w kombinacie Majak powstało na podstawie dokumentacji projektowej wykradzionej przez służby wywiadowcze ZSRR z amerykańskich ośrodków nuklearnych. Powielano konstrukcje reaktorów zaprojektowanych przez firmę Du Pont i instalacje General Electric (ryc. 6A–C) (Soran, Stillman, 1982, s. 5–12), a wraz z nimi powtarzano błędy, które wcześniej popełnili inżynierowie z USA.



Ryc. 6. Kombinat Majak (GAMBIT KH-7, misja 4015, data: 26.01.1965 r.): A – budynki z reaktorami jądrowymi; B – betonowa hala reaktorowa przykryta ziemnym płaszczem z bocznicą kolejową; C – basen/odstojnik gorącej wody zrzucanej z reaktorów jądrowych (źródło: USGS, oprac. G. Kiarszys)

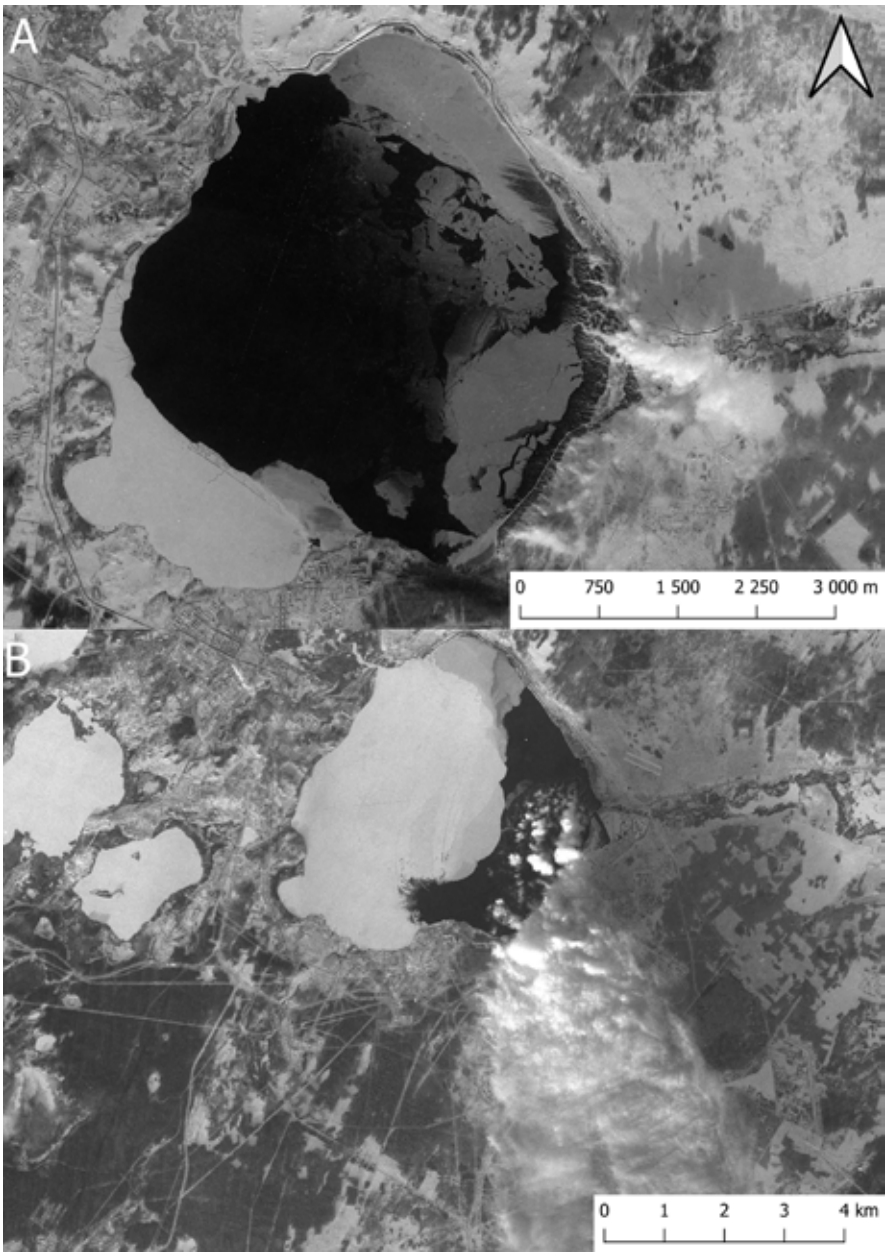
Fig. 6. The Mayak Combine (GAMBIT KH-7, mission 4015, dated 26 January 1965): A – buildings housing nuclear reactors; B – a concrete reactor hall covered with an earthen layer, with a railway siding; C – a cooling pond/settling basin for hot water discharged from nuclear reactors (source: USGS, prepared by G. Kiarszys)

Wadliwy okazał się między innymi projekt systemu chłodzenia reaktorów jądrowych. Zrzucana z nich woda musiała być najpierw oczyszczona z radionuklidów w specjalnym basenie/osadniku z radionuklidów, a następnie wpływała do jeziora Kyzyłtasz (ryc. 6C) (Soran, Stillman, 1982, s. 10, 16–17; Aarkrog i in., 1992, 2000; Cochran i in., 1993; Trapeznikov i in., 1994, s. 89–92; 2000). To skopiowane w kombinacie Majak rozwiązanie pochodzące z ośrodka Hanford w USA powodowało, że jezioro Kyzyłtasz nie zamarzało nawet podczas mroźnej pogody, a nad jego taflą nieustannie unosiła się w zimie gęsta chmura pary wodnej (ryc. 7A i 7B) (Cochran i in., 1993).

W okresach intensywnej produkcji plutonu lub z powodu licznych awarii trapiących kombinat, osadnik zbudowany wzdłuż południowo-wschodniego brzegu zbiornika nie działał jednak wystarczająco wydajnie. Niesione z wodą promieniotwórcze izotopy wpływały do jeziora, a następnie rzeką Tieczą rozprzestrzeniały się dalej, zatruwając masowo baszkirskich rolników zamieszkujących dolinę, hodowane przez nich zwierzęta gospodarskie i pola podlewane wodą z rzeki (Trabalka i in., 1979, s. 17–19). W latach 60. władze radzieckie podjęły szeroko zakrojone prace nad budową kanałów i osadników, które miały powstrzymać dalsze skażenie regionu i spowolnić nurt rzeki. Dzięki zobrazowaniom satelitarnym z lat 60. XX w. można prześledzić postępy w realizowanych pracach.

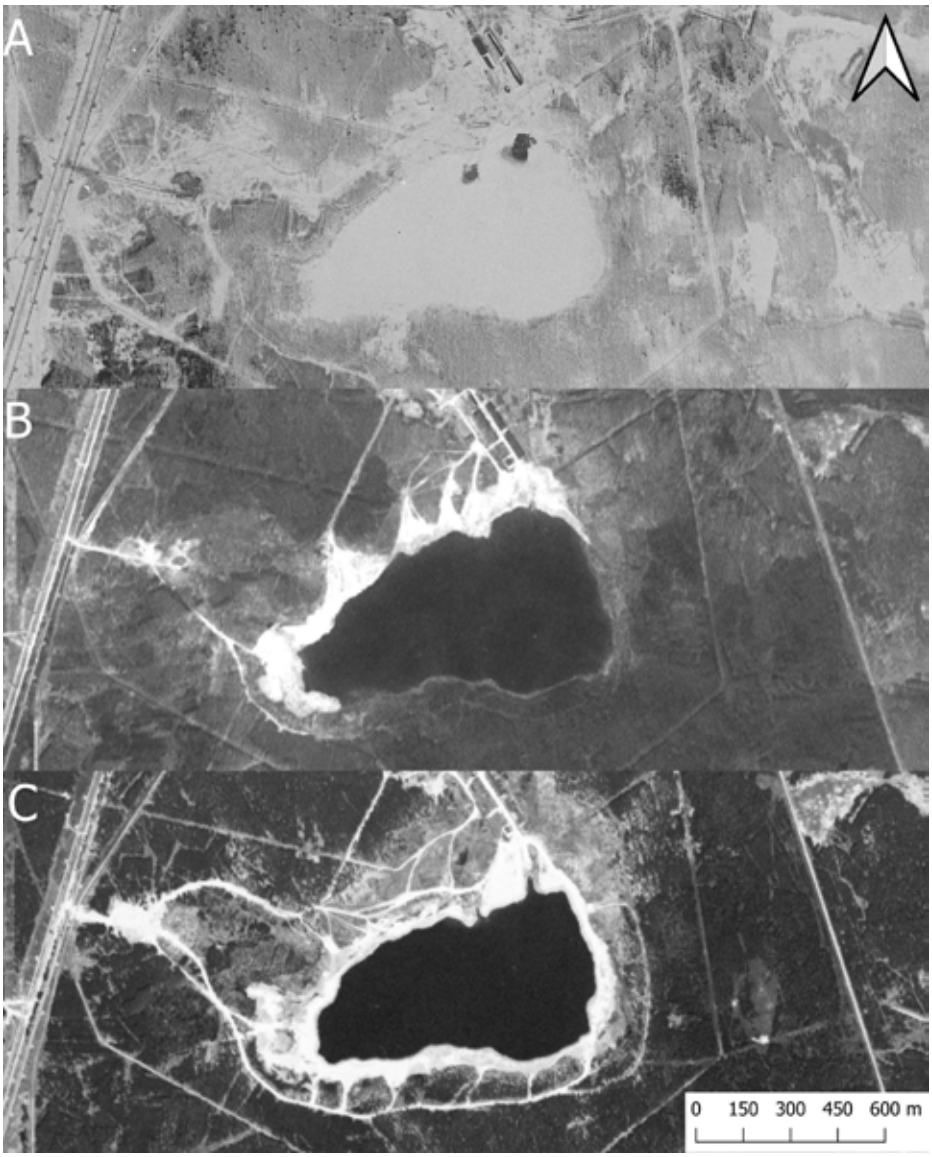
Gwałtowny wzrost produkcji plutonu w latach 50. i 60. XX w. wiązał się także z wytwarzaniem dużych ilości płynnych odpadów radioaktywnych. Z braku odpowiedniej liczby podziemnych zbiorników, w których mogłyby być one przechowywane, podjęto decyzję o zatapianiu odpadów w bezodpływowym, płytkim jeziorze Karaczaj, położonym w południowej części kombinatu (ryc. 8). W rezultacie powstało jedno z najbardziej skażonych radiologicznie miejsc na świecie. Poziom promieniowania nad brzegiem zbiornika jeszcze w latach 90. XX w. wynosił ok. 600 R/h (rentgeny na godzinę – jednostka mocy ekspozycji na promieniowanie jonizujące). Przebywanie w takim miejscu przez około 40 minut wiąże się z przyjęciem dawki śmiertelnej promieniowania (Cochran i in., 1993, s. 518).

W 1967 r. z powodu suchej zimy i wyjątkowo ciepłego lata jezioro Karaczaj wyschło (Aarkrog i in., 1992, s. 71–72). Silne wiatry rozniosły po całej okolicy pomarańczowy pył z dna zbiornika i skaziły 63 wsie zamieszkane łącznie przez ok. 41 tys. osób (Cochran i in., 1993, s. 518–519). W świetle doniesień świadków pomarańczowy pył powodował gwałtowną defoliację roślin. Aby zapobiec podobnym wydarzeniom w przyszłości, na przełomie 1967 i 1968 r. podjęto decyzję o zasypaniu jeziora, co również udokumentował zwiad satelitarny. Na fotografiach najpierw pojawiły się hałdy ziemi, a następnie drogi gruntowe prowadzące do zbiornika. Ze względu na bardzo szkodliwe warunki pracy kierowcy wywrotek byli rekrutowani spośród więźniów kryminalnych, którym obiecano skrócenie wyroków (Soran, Stillman, 1982, s. 24–26). Źródła wywiadowcze donosiły, że skazańców tych nazywano potocznie „brygadami martwych ludzi".



Ryc. 7. Jezioro Kyzyłtasz w zimie. Nad taflą jeziora widoczna para wodna: A – zdjęcie satelitarne z 26.01.1965 r. (GAMBIT KH-7, misja 4015); B – zdjęcie satelitarne z 10.12.1966 r. (GAMBIT KH-7, misja 4035) (źródło: USGS, oprac. G. Kiarszys)

Fig. 7. Lake Kyzyltash in winter. Water vapour visible above the lake surface: A – satellite image from 26 January 1965 (GAMBIT KH-7, mission 4015); B – satellite image from 10 December 1966 (GAMBIT KH-7, mission 4035) (source: USGS, prepared by G. Kiarszys)



Ryc. 8. Jezioro Karaczaj na szpiegowskich zobrazowaniach satelitarnych: A – zobrazowanie z programu GAMBIT KH-7, misja 4015, data: 26.01.1965 r. W miejscu zrzucania gorących odpadów radioaktywnych wyraźnie widoczny stopiony lód; B – zobrazowanie z programu CORONA KH-4B, misja 1103 z 10.05.1968 r., widoczne hałdy ziemi i drogi dojazdowe w początkowym etapie zasypywania jeziora; C – zobrazowanie z programu CORONA KH-4B, misja 1117, data: 31.05.1972 r., widoczne postępy w zasypywaniu zbiornika (źródło: USGS, oprac. G. Kiarszys)

Fig. 8. Lake Karachay in reconnaissance satellite imagery: A – GAMBIT KH-7 imagery, mission 4015, dated 26 January 1965. Melted ice is clearly visible at the point where hot radioactive waste was discharged; B – CORONA KH-4B imagery, mission 1103, dated 10 May 1968, showing earth mounds and access roads at the initial stage of infilling the lake; C – CORONA KH-4B imagery, mission 1117, dated 31 May 1972, showing progress in the infilling of the reservoir (source: USGS, prepared by G. Kiarszys)

W późniejszych latach częściowo zasypane jezioro Karaczaj przekształcono w czynny wojskowy poligon radiologiczny, imitujący atomowe pole walki. Radzieckie plutony rozpoznania radiologicznego ćwiczyły na nim procedury związane z wykonywaniem pomiarów, określaniem zasięgu skażonej strefy i dekontaminacją sprzętu wojskowego. Dopiero w 2018 r. zakończono zasypywanie jeziora.

SKRZYDLACI WIESZCZE KATASTROFY

Po pojawieniu się w zachodniej prasie informacji na temat katastrofy kysztymskiej w mediach ukazały się liczne wypowiedzi podważających te doniesienia. Szczególnie szeroko komentowany był cytowany wcześniej artykuł *Dwie dekady dysydencji* Żoresa Miedwiediewa. Aby zdyskredytować Miedwiediewa, niektórzy opiniotwórczy zachodni dziennikarze publikowali polemiczne teksty, w wielu przypadkach emocjonalne i niemerytoryczne. Pojawiały się m.in. stwierdzenia, że rewelacje Miedwiediewa są „bardzo przesadzone", a ich autor „jest wyraźnie w błędzie", ponieważ „silny wybuch odpadów nuklearnych jest bardzo nieprawdopodobnym zdarzeniem z naukowego punktu widzenia". Niektórzy zachodni naukowcy określili nawet artykuł Miedwiediewa jako „science-fiction" i „śmieć" (za: Dickson, 1989).

W 1977 r. w „New Scientist" ukazał się kolejny artykuł Ż. Miedwiediewa *Winged messengers of disaster*, który rzucił nowe światło na wiedzę o skażeniu spowodowanym katastrofami w kombinacie Majak (Miedwiediew, 1977). Autor opisał w nim przykład badań ptaków wędrownych (przede wszystkim żurawi i gęsi), które bytują w siedliskach położonych na południowym Uralu, w szczególności w utworzonym w 1966 r. rezerwacie „Wostoczno-Uralskij", położonym w najbardziej skażonej radioaktywnie strefie. Ustalenia te opierały się m.in. na publikacjach radzieckich ornitologów, którzy badali poziom strontu-90 i cezu-137 w organizmach ptaków.

Stront-90 zachowuje się w ciałach ptaków podobnie do wapnia i odkłada trwale w kościach tych zwierząt, co powoduje, że jest on uznawany za długotrwały wskaźnik skażenia środowiska. Z kolei cez-137, przyswojony przez organizm, zachowuje się analogicznie do potasu i kumuluje się w tkankach miękkich, a przez to szybciej się metabolizuje. Jako że cenzura radziecka nie powiązała wyników tych badań z faktem, że mogą one być dowodem na występowanie regionów silnie skażonych radioaktywnie, to prowadzono je bez przeszkód w kolejnych latach. Na ich podstawie powstawały publikacje, dostępne również dla zachodnich naukowców. Pozwoliło to dowieść, że gatunki ptaków wędrownych z Uralu Południowego, które znajdują swoje pożywienie w gruncie, miały niezwykle wysoki poziom strontu-90 oraz cezu-137. Z kolei pozostałe badane gatunki, które znajdowały pożywienie w wyższych partiach lasów, w tym ptaki drapieżne, charakteryzowały się 5–6 krotnie niższą zawartością tych radionuklidów.

Rezultaty te według Ż. Miedwiediewa wskazywały jednoznacznie nie tylko na fakt, że na południowym Uralu występował silnie skażony promieniotwórczo region, który zatruwał żerujące w nim ptaki. Udowadniały również, że radionuklidy, których

obecność stwierdzono w ich organizmach, nie mogły pochodzić z atmosferycznych prób jądrowych i należało je wiązać z katastrofą przemysłową, ponieważ poza nimi nie stwierdzono obecności innych izotopów krótkożyciowych (takich jak np. jod-131 lub bar-140). Stront-90 i cez-137 są „starymi" produktami reakcji, typowymi dla radioaktywnych odpadów z reaktorów. Analizy te pozwoliły zatem nie tylko na uzyskanie kolejnych naukowych dowodów w sprawie katastrofy kysztymskiej i innych niekontrolowanych emisji izotopów radioaktywnych z kombinatu Majak, lecz także wykazać jej naturę, czyli niejądrowy wybuch zbiorników ze starymi odpadami radioaktywnymi, a nie eksplozję nuklearną, spowodowaną reakcją łańcuchową, jak niektórzy sądzili (np. Lew Tumerman).

CZELABIŃSKI PIKNIK NA SKRAJU DROGI

Mimo że władze radzieckie starały się za wszelką cenę ukryć prawdę o katastrofach jądrowych w kombinacie Majak, wiele wskazuje na to, że na kanwie tych wydarzeń powstały powtarzane między ludźmi legendy ludowe o tajemniczej zamkniętej i śmiercionośnej strefie, w której znajdowały się porzucone wartościowe przedmioty czekające na śmiałków. Opowieści te pobudzały wyobraźnię ludzi radzieckich, żyjących w realiach ciągłego niedostatku i deficytu towarów.

Echa tych historii przeniknęły też do kultury masowej. W 1972 r. bracia Borys i Arkadij Strugaccy opublikowali wielokrotnie nagradzaną powieść *Piknik na skraju drogi* (A. Strugacki, B. Strugacki, 1999). Choć była ona utrzymana w konwencji science-fiction, a jej akcja rozgrywała się w Kanadzie, w fikcyjnym mieście Harmont, to trudno się oprzeć wrażeniu, że wiele pojawiających się w niej wątków nie jest jedynie dziełem wyobraźni autorów, a nawiązuje do prawdziwych wydarzeń i miejsc. W 1979 r. radziecki reżyser Andriej Tarkowski zrealizował natomiast film *Stalker*, który był luźną adaptacją powieści braci Strugackich.

Zarówno w filmie, jak i w powieści występuje wątek niebezpiecznej strefy wykluczenia, powstałej w wyniku wizyty Obcych i otoczonej szczelnym wojskowym kordonem. Na jej terenie miały znajdować się technologiczne artefakty pozostawione przez przybyszów z kosmosu, które przeczyły znanym prawom fizyki, i które można było sprzedać z dużym zyskiem. Pozyskiwaniem tych przedmiotów zajmowali się ludzie, których nazywano stalkerami. Pełnili oni także rolę przewodników po zonie. W strefie zewsząd czyhało na ludzi niewidzialne niebezpieczeństwo, niewyczuwalne za pomocą zmysłów, podobnie jak promieniowanie jonizujące pozostaje nieuchwytne dla człowieka do momentu, aż wystąpią pierwsze symptomy choroby popromiennej. Analogicznie do kombinatu Majak w pobliżu zony znajdował się ośrodek naukowy, w którym pracowali badacze prowadzący studia nad właściwościami strefy. Położone nieopodal miasto Harmont od pewnego momentu w powieści ma status zamknięty, a jego mieszkańcy nie mogą go opuszczać, co bardzo upodabnia je pod tym względem do Oziorska. W powieści Strugackich bliskość strefy wpływała na psychikę oraz stan fizyczny mieszkańców miasta. Zapadali oni na tajemnicze, przerażające choroby, nie-

znane współczesnej medycynie. W obu utworach występuje też refleksja nad tym, co stanie się z człowiekiem, gdy doszczętnie skazi środowisko i nie będzie już miejsca, do którego mógłby uciec.

Podobieństwa między rzeczywistymi zdarzeniami w kombinacie Majak i wspomnianymi tworami kultury masowej są zatem bardzo liczne i dotyczą zarówno elementów krajobrazu, takich jak zamknięta zona (potoczna nazwa wydzielonego obszaru/strefy), wojskowy kordon, opuszczone wsie, niewyczuwalne zmysłami niebezpieczeństwo (skażenie), zamknięte miasto, instytut badawczy i obecność szabrowników-stalkerów, jak i symptomów powodowanych przez strefę, przypominających chorobę popromienną.

Należy uczciwie zaznaczyć, że ani bracia Strugaccy, ani Andriej Tarkowski w żadnym z wywiadów nie przyznali wprost, że ich inspiracją były wydarzenia z 1957 r. Znamienne jest natomiast to, że w 1986 r., po katastrofie elektrowni jądrowej w Czarnobylu, w nowo utworzonej strefie wykluczenia pojawili się w krótkim czasie szabrownicy, którzy sami siebie określali mianem stalkerów. Do tych epizodów nawiązuje również ukraińska seria gier S.T.A.L.K.E.R., której fabuła łączy wydarzenia z powieści braci Strugackich, motywy z filmu A. Tarkowskiego oraz katastrofę w Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej.

Podobnych nawiązań w kulturze masowej i zbiorowej pamięci jest bardzo wiele. Mimo że są to często twory osadzające autentyczne epizody z przeszłości w fikcyjnych światach, mogą być dla badaczy niedawnej przeszłości interesujące poznawczo, ponieważ oddają ducha epoki i sposób, w jaki współcześni ludzie ustosunkowują się do dramatycznych wydarzeń z niedalekiej przeszłości, w szczególności jeśli wydarzenia te są traktowane jako tematy tabu. Co warte podkreślenia, osoby należące do subkultury urbexowej i penetrujące opuszczone obiekty również określają się czasami mianem stalkerów, co można odczytywać jako kontynuację tradycji zapoczątkowanej w powieści Strugackich.

PODSUMOWANIE

Archeologiczne studia nad niedawną przeszłością umożliwiają badanie określonych zjawisk z wykorzystaniem bogatej i zróżnicowanej bazy źródłowej, w której odzwierciedlają się różne kulturowe konwencje utrwalania pamięci społecznej. Sprawia to, że badania tego typu już w samym założeniu mają charakter multidyscyplinarny, uwzględniający wielogłosowość i różnorodność narracji, a zarazem podkreślający potrzebę ich krytycznej analizy. W niniejszym tekście starałem się przedstawić możliwości poznawcze, jakie daje łączenie różnych kategorii źródeł. Historia kombinatu Majak oraz katastrofy kysztymskiej była już wcześniej przedmiotem licznych opracowań historycznych i filmów dokumentalnych. Zastosowanie analiz odtajnionych zobrazowań satelitarnych i zestawienie ich z od dawna znanymi dokumentami oraz raportami wywiadowczymi pozwala – w sprzyjających okolicznościach – uzupełnić wiedzę o losach tajnych obiektów wojskowych z okresu zimnej wojny.

Analizy krajobrazowe oparte na obrazach satelitarnych z epoki mogą być również użyteczne w weryfikowaniu lub ilustrowaniu wydarzeń znanych dotąd jedynie z dokumentów pisanych bądź relacji naocznych świadków. Cytowane w artykule świadectwa Lwa Tumermana i Żoresa Miedwiediewa mogą wydawać się niewiarygodne ze względu na opisywaną skalę wydarzeń oraz kontrastującą z nią ubogość innych źródeł. Analiza zobrazowań satelitarnych zarejestrowanych w okresie, do którego odnoszą się te relacje, pozwala jednak nadać im wymiar przestrzenny, o ile opisywane wydarzenia pozostawiły trwałe ślady w krajobrazie. Zaprezentowany przykład pokazuje również, że nawet ściśle tajne obiekty, do których dostęp pozostaje ograniczony także współcześnie, nie znajdują się całkowicie poza zasięgiem badań archeologicznych.

Ostatnim z aspektów podkreślonych w niniejszym tekście jest wykorzystanie źródeł, które zazwyczaj nie są traktowane jako materiał do studiów archeologicznych lub historycznych. Dotyczy to przede wszystkim wybranych tworów kultury masowej, nawiązujących do omawianych wydarzeń, lecz jednocześnie przekształcających ich znaczenie przez zastosowanie określonych konwencji. Choć wymagają one szczególnej ostrożności interpretacyjnej oraz pogłębionej krytyki źródłowej, mogą zarazem odzwierciedlać ducha danej epoki. Ponieważ archeologia niedawnej przeszłości bada nie tylko materialne pozostałości minionych wydarzeń, lecz także związane z nimi, wciąż żywe, zjawiska kulturowe, źródeł tych nie należy pomijać w analizach archeologicznych. Pozwalają one bowiem ukazać badane fenomeny w szerszej i bardziej zróżnicowanej perspektywie.

Konflikt interesów: Autor deklaruje brak konfliktu interesów.

Wkład autorów: Autor przyjmuje na siebie wyłączną odpowiedzialność z tytułu: przygotowania koncepcji badawczej dzieła i sposobu jego przedstawienia (opracowania metodyki), zebrania i analizy danych, interpretacji wniosków, a także zredagowania wersji ostatecznej rękopisu.

BIBLIOGRAFIA

Aarkrog, A., Dahlgaard, H., Frissel, M., Foulquier, L., Kulikov, N. V., Molchanova, I. V., Myttenaere, C., Nielsen, S. P., Polikarpov, G. G., Yushkov, P. I. (1992). Sources of anthropogenic radionuclides in the Southern Urals. *Journal of Environmental Radioactivity*, *15*, 69–80.

Aarkrog, A., Trapeznikov, A. V., Molchanova, I. V., Yushkov, P. I., Pozolotina, V. N., Polikarpov, G. G., Dahlgaard, H., Nielsen, S. P. (2000). Environmental modelling of radioactive contamination of floodplains and sorlakes along the Techa and Iset rivers. *Journal of Environmental Radioactivity*, *49*, 243–257.

Brown, K. (2013). *Plutopia: Nuclear Families, Atomic Cities, and the Great Soviet and American Plutonium Disasters*. Oxford: Oxford University Press.

Buchli, V., Lucas, G. (red.) (2001). *Archaeologies of the Contemporary Past*. London – New York: Routledge.

Burström, M. (2008). Looking into the recent past. Extending and exploring the field of archaeology. *Current Swedish Archaeology*, *16*(1), 21–36.

Burström, M. (2009a). Garbage or heritage. The existential dimension of a car cemetery. W: C. Holtorf, A. Piccini (red.), *Contemporary Archaeologies – Excavating Now* (s. 133–145). Frankfurt am Main: Peter Lang.

Burström, M. (2009b). Selective remembrance: Memories of a Second World War refugee camp in Sweden. *Norwegian Archaeological Review*, *42*, 159–172.

Burström, M. (2011). Creative confusion: modern ruins and the archaeology of the present. W: H. Ruin, A. Ers (red.), *Rethinking Time: Essays on History, Memory, and Representation* (s. 119–128). Huddinge: Södertörns högskola.

Capelotti, P. J. (2010). *The Human Archaeology of Space. Lunar, Planetary and Interstellar Relics of Exploration*. Jefferson: McFarland.

Carr, G. (2016). Nazi camps on British soil: the excavation of Lager Wick forced labour camp in Jersey, Channel Islands. *Journal of Conflict Archaeology*, *11*, 135–157.

CIA (1964). *Photographic Interpretation Report. Kyshtym Atomic Energy Complex, USSR* (CREST record number CIA RDP02T06408R000800010080-4). College Park (MD): National Archives and Records Administration.

CIA (1978). *The Kyshtym Nuclear accident* (CREST record number CIA RDP05T00644R000100060008-0). College Park (MD): National Archives and Records Administration.

CIA (1981). *USSR: Nuclear Accident Near Kyshtym in 1957–58* (CREST record number CIA 0000498481). College Park (MD): National Archives and Records Administration.

Cochran, T. B., Norris, R. S., Suokko, K. L. (1993). Radioactive contamination at Chelyabinsk-65, Russia. *Annual Review of Energy and the Environment*, *18*, 507–528.

Dickson, D. (1989). Kyshtym "almost as bad as Chernobyl". *New Scientist*, *124*, 3–4.

Gorman, A. (2016). Culture on the Moon: bodies in time and space. *Archaeologies*, *12*, 110–128.

Kiarszys, G. (2019a). The destroyer of worlds hidden in the forest: Cold War nuclear warhead sites in Poland. *Antiquity*, *93*, 236–255.

Kiarszys, G. (2019b). *Atomowi żołnierze wolności. Archeologia magazynów broni jądrowej w Polsce*. Szczecin: WNUS.

Kiarszys, G. (2022). A nuclear generator of clouds: Accidents and radioactive contamination identified on declassified satellite photographs in the Mayak Chemical Combine, Southern Urals. *Cambridge Archaeological Journal*, *32*, 409–429.

Kiarszys, G. (2025). Past landscapes of bias: Refuse at abandoned Cold War Soviet nuclear bases in Poland. *European Journal of Archaeology*, *29*, 24–44.

Kiarszys, G., Dzikowski, M. (2024). The archaeology of a Nazi synthetic-fuel plant and its legacy: the Hydrierwerke Pölitz AG. *Antiquity*, *98*, 1641–1661.

Kobiałka, D., González-Ruibal, A. (2024). An archaeology of the Pomeranian Crime of 1939: Collecting the material evidence. *Antiquity*, *98*, e23.

Kobiałka, D., Karski, K., Pawleta, M., Czarnik, M., Wysocka, J., Lynch, P., Michalski, M., Lokś, A., Rennwanz, J., Góra, E. (2025). Restoring their identity – archaeology, ethnography, and the missing PoWs of Stalag VIII B (344) Lamsdorf. *Journal of Field Archaeology*, *50*, 378–396.

Miedwiediew, Z. A. (1976). Two decades of dissidence. *New Scientist*, *72*, 264–267.

Miedwiediew, Z. A. (1977). Winged messengers of disaster. *New Scientist*, *76*, 352–353.

Соколов, А. К. (2008). Глава I, Принуждение к труду в советской экономике 1930-е – середина 1950-х гг. W: И. Бородкин, П. Грегори, О.В. Хлевнюк (red.), *ГУЛАГ. Экономика принудительного труда* (s. 17–66). Москва: Российская политическая энциклопедия.

Rathje, W., Murphy, C. (2001). *Rubbish! The Archaeology of Garbage*. Tucson: The University of Arizona Press.

Saunders, N. J. (2003). *Trench Art. Materialities and Memories of War*. Oxford: Berg.

Saunders, N. J. (2010). Matter and memory in the landscapes of conflict. The Western Front 1914–1999. W: B. Bender, M. Winter (red.), *Contested Landscapes: Movement, Exile and Place* (s. 37–53). Oxford: Berg.

Schofield, J. (2005). *Combat Archaeology. Material Culture and Modern Conflict*. London: Duckworth.

Soran, D. M., Stillman, D. B. (1982). *An Analysis of the Alleged Kyshtym Disaster*. Los Alamos: Los Alamos National Laboratory.

Strugacki, A., Strugacki, B. (1999). *Piknik na skraju drogi*. Warszawa: Prószyński i S-ka.

Trabalka, J. R., Eyman, D. L., Auerbach, S. I. (1979). *Analysis of the 1957–58 Soviet Nuclear Accident*. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory.

Trapeznikov, A. V., Aarkrog, A., Pozolotina, V. N., Nielsen, S. P., Polikarpov, G., Molchanova, I. V., Karavaeva, E. N., Yushkov, P. I., Trapeznikova, V. N., Kulikov, N. (1994). Radioactive pollution of the Ob river system from Urals Nuclear Enterprise „Majak". *Journal of Environmental Radioactivity*, *25*, 85–98.

Trapeznikov, A. V., Pozolotina, V., Molchanova, I., Yushkov, P., Trapeznikova, V. N., Karavaeva, E. N., Chebotina, M. Y., Aarkrog, A., Dahlgaard, H., Nielsen, S. P., Chen, Q. (2000). Radioecological investigation of the Techa-Iset' river system. *Russian Journal of Ecology*, *31*, 224–232.

Zalewska, A. I., Kiarszys, G. (2021). The forgotten Eastern Front: dealing with the social and archaeological legacies of the Battle of the Rawka and Bzura Rivers (1914–1915), central Poland. *Antiquity*, *95*, 1565–1583.