



Szanse Polski płynące z wykorzystania koncepcji urban mining

Koncepcja urban mining, której głównym postulatem jest uzupełnianie (a wręcz zastępowanie) złóż surowców naturalnych pokładami pochodzenia antropogenicznego, obecna jest w debacie naukowej od końca lat 80. XX wieku. Pomimo zauważalnego wzrostu zainteresowania wdrażaniem hierarchii postępowania z odpadami wśród całego społeczeństwa – począwszy od organów Unii Europejskiej, przez przedstawicieli władz krajowych, duże korporacje i małe przedsiębiorstwa, a kończąc na konsumentach, brak jest poszlak wskazujących na obecne zastosowanie idei w szerokim zakresie w Polsce. Świadczy o tym m.in. wciąż bardzo duży odsetek odpadów komunalnych co roku trafiających na rodzime składowiska (52,6% zebranych odpadów komunalnych w 2014 r.) oraz bardzo niski poziom selektywnej zbiórki (19,8% wśród zebranych odpadów komunalnych w 2014 r.) [12]. Celem artykułu jest przegląd przesłanek natury środowiskowo-ekonomiczno-prawnej uzasadniających wdrożenie koncepcji urban mining w Polsce oraz przeanalizowanie możliwości i potencjalnych korzyści płynących z wykorzystania strategii dla polskiej gospodarki i społeczeństwa.

Słowa kluczowe: urban mining, city mining, Polska, odpady, surowce, hierarchia sposobów postępowania z odpadami, składowiska odpadów, recykling, gospodarka o obiegu zamkniętym, circular economy

Chances of Poland coming from the use of the concept of urban mining

The concept of urban mining, whose main postulate is to complement (or even to replace) natural raw material resources with deposits of anthropogenic origin, has been present in the scientific debate since the late 80s of the XX century. Despite a noticeable increase of interest in the implementation of the waste management hierarchy among the whole society - from the authorities of the European Union, through representatives of national authorities, large corporations and small businesses, and ending up at consumers, there is no circumstantial evidence indicating current use of the idea in a wide range in Poland. This is evidenced by, inter alia, still a very high percentage of municipal waste coming to local landfills every year (52.6% of the collected municipal waste in 2014) and a very low level of selective collection (19.8% of the collected municipal waste in 2014) [12]. The aim of the article is to review the evidence of the environmental-economic-legal the nature justifying the implementation of the concept of urban mining in Poland and to analyse the possibilities and potential benefits from the use of the strategy for the Polish economy and society.

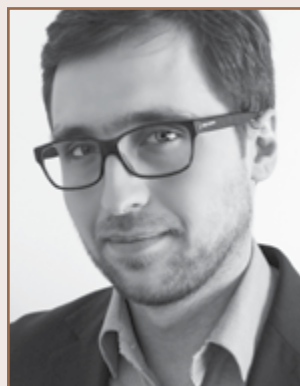
Keywords: urban mining, city mining, Poland, waste, raw materials, waste management hierarchy, landfills, recycling, closed-loop economy, circular economy

Wprowadzenie

Podstawowym zadaniem urban mining (w publikacjach stosowane są również podobnie brzmiące i w dużej mierze bliskoznaczne pojęcia: city mining, landfill mining, green mining, eco mining i miejskie górnictwo) jest przeobrażenie jak największej ilości odpadów w zasoby surowcowe. Koncepcja wpisuje się w promowaną od lat zasadę zrównoważonego rozwoju oraz odpowiedzialnego podejścia do zagospodarowania odpadów ze szczególnym uwzględnieniem problemowych aspektów wyczerpywania się dóbr naturalnych. Już w 1972 roku kiedy Klub Rzymski wydał głośny raport „Granice Wzrostu”, światowe społeczeństwo było mocno przestrzegane przed dalszym trwaniem w konsumpcyjnym trybie życia i rabunkowym podejściu do ziemskich zasobów [19]. Mimo dużego zainteresowania publikacją oraz przetłumaczenia jej na wiele języków, po 44 latach od wydania można zaryzykować stwierdzenie, że nie przekonała ona ludzkości do porzucenia linearnych systemów gospodarczych. Co gorsza okazuje się również, że przewidywania autorów raportu sprzed niemal pół wieku, w dużej mierze znajdują potwierdzenie w teraźniejszości, co wieszczą duże niedobory ziemskich zasobów już w niedalekiej przyszłości [3].

Urban mining może i powinien być jednym z elementów, które pozwolą na rozdzielenie wzrostu gospodarczego połączonego ze wzrostem światowej populacji, od wzrostu presji wywieranej przez człowieka na środowisko. Koncepcja proponuje odwrócenie spojrzenia na odpady: ze sfery problemowej, w obszar benefitu; z substancji, których posiadacz chce się pozbyć, w materiały pożyteczne, których nabyciem zainteresowani są przetwórcy. Idea kompleksowo podchodzi do wszelkiego rodzaju nieużywanych, niepotrzebnych wyrobów (w powszechnym rozumieniu identyfikowanych jako odpady) wytworzonych w przeszłości, powstających obecnie oraz tych, które dopiero zostaną wygenerowane. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w filarach koncepcji, wśród których należy wyróżnić [8]:

- **Przemysłane i odpowiedzialne projektowanie produktów**, pozwalające na efektywny recykling w momencie, gdy wyrób zakończy życie. Poszczególne substancje zastosowane w danym produkcie powinny być łatwe do oddzielenia i przetworzenia. W dobie coraz bardziej skomplikowanych opakowań i wyrobów wykonanych z trwale połączonych ze sobą różnych grup materiałów niezwykle ważna jest zmiana podejścia w tym zakresie i porzucenie nastawienia marketingowego, powodującego późniejsze problemy dla zakładów recyklingowych (jak np. zastosowanie folii termokurczliwych na butelkach PET).
- **Gospodarowanie zasobami informacyjnymi** polegające na przechowywaniu i przekazywaniu najważniejszych informacji o produkcie w całym łańcuchu zwrotnym, co pozwoli w przyszłości na sprawne i profesjonalne przetworzenie substancji. Do elementów gospodarowania zasobami informacyjnymi należy również zbieranie danych o możliwych złożach dla urban mining, np. morfologii odpadów deponowanych na składowisku, istniejącej i niewykorzystywanej sieci uzbrojenia terenu itp.
- **Poszukiwanie złóż**, które umożliwią działalność konkurencyjną w stosunku do tradycyjnych metod pozyskiwania



mgr inż. Piotr Grodkiewicz

Menadżer ds. rozwoju rynku i innowacyjności
e-mail: piotr.grodkiewicz@mmconsulting.waw.pl

surowców. Działalność tę mogą w znaczący sposób ułatwiać zgromadzone dane o potencjalnych złożach.

- **Odpowiedni sprzęt i technologia** pozwalające na opłacalną środowiskowo i ekonomicznie segregację i odzysk materiałów, zarówno w stosunku do odpadów wytworzonych w przeszłości, jak również generowanych obecnie.

Realne wprowadzenie powyższych zasad do praktyki społeczno-gospodarczej wydatnie (na rewolucyjną skalę) przyczyniłoby się do zmian w sposobach zagospodarowania odpadów (odejście od składowania na rzecz powszechnego recyklingu) oraz aktywowałoby nowe złoża surowców (np. w postaci składowisk odpadów). Przed hurraoptymizmem może powstrzymać jednak fakt, że mimo iż powyższe paradygmaty znane są już od pewnego czasu, w naszym kraju nadal nie przełożyły się na zmianę realnych postaw producentów i konsumentów. Dlatego warto zastanowić się, jakie są obiektywne szanse na wdrożenie koncepcji urban mining w Polsce, z jakimi potencjalnymi korzyściami może się to wiązać oraz od czego są one uzależnione.

Surowcowy armagedon na rynkach światowych

Rok 2015 okazał się kolejnym (piątym z rzędu), który przyniósł spadki notowań surowców w ujęciu globalnym. Tak długa bessa spowodowała, że ceny wielu surowców osiągnęły kilkunastoletnie minima. Obrazujący koniunkturę na światowym rynku towarów Indeks CRB (Commodity Research Bureau), w skład którego wchodzi 19 podstawowych surowców (m.in. metali, paliw) na początku tego roku spadł do najniższego poziomu od 14 lat, osiągając wartość nienotowaną od lipca 2002 roku [22], [23]. Do towarów, których ceny najbardziej spadły w zeszłym roku, należą m.in.: ropa, pallad, platyna. Co prawda w marcu i kwietniu nastąpiło lekkie odbicie indeksu, ale nie zmienia to faktu, że w ujęciu rocznym nadal traci on prawie 20%. Spadki spowodowane są przede wszystkim przez spowolnienie rozwoju światowej gospodarki, szczególnie zauważane w Chinach, które przez ostatnie lata były głównym konsumentem miedzi, cementu, węgla, aluminium czy stali. Opisana sytuacja na rynku surowców nie zachęca do poszukiwania ich alternatywnych źródeł, do których należą złoża antropogeniczne wykorzystywane przez urban mining. Jednak wśród ekspertów panuje przekonanie, że ceny zasobów są przecenione nieadekwatnie do ich realnej wartości (m.in. przez trwające rozgrywki geopolityczne) i wkrótce nastąpi odbicie w ich notowaniach.

Unia Europejska – po pierwsze zamknięcie obiegu

Światowe receny na rynku surowców nie wpłynęły na kształtowanie polityki Unii Europejskiej. Dobitnie świadczy o tym fakt, że w czasie, w którym wspomniany Indeks CRB osiągał swoje kilkunastoletnie minimum, Komisja Europejska ogłosiła ambitny plan na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym [17]. Potrzeba wprowadzania spójnej, całościowej polityki w zakresie domykania pętli łańcucha dostaw na Starym Kontynencie postulowana była od stosunkowo dawna. Jednym z pierwszych dokumentów poruszających ten temat jest raport Komisji Europejskiej „Możliwość zamiany siły roboczej na energię” z 1976 roku, którego autorzy – Walter Stahel i Genevieve Reday, naszkicowali wizję zapętlonej gospodarki i jej wpływu na m.in. oszczędzanie zasobów i zapobieganie powstawaniu odpadów [25], [26]. W kolejnych latach idea ta była rozwijana i stopniowo wdrażana, czego przejawem jest chociażby pojawienie się przepisów dotyczących hierarchii sposobów postępowania z odpadami czy rozszerzonej odpowiedzialności producenta [4]. Jednak dopiero lipiec 2014 roku przyniósł spójny plan działania w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym [16]. Co prawda po niespełna pół roku Komisja Europejska wycofała się z tej propozycji [18], ale przyświecał jej ambitny cel stworzenia projektu bardziej kompleksowego, kładącego duży nacisk nie tylko na pożądane sposoby zagospodarowania odpadów, ale również na zapobieganie ich powstawaniu i przemyślane projektowanie wyrobów, umożliwiające ich późniejsze przetwarzanie (co wpisuje się w najważniejsze postulaty urban mining). Ostateczny projekt pakietu na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym został przedstawiony w grudniu 2015 roku. Obecnie dokument jest konsultowany przez przedstawicieli władz, branży gospodarki odpadami oraz przemysłu i mimo uwag, do niektórych jego zapisów szczegółowych, zyskał aprobatę środowiska [5]. Zestawiając ogrom środków (czasowych, ludzkich, prac legislacyjnych i konsultacyjnych) już włożonych w przygotowanie omawianego pakietu oraz przede wszystkim wielkość inwestycji w przyszłe zmiany technologiczne i organizacyjne, które zostaną wymuszone przez nowe propozycje, zasadnym wydaje się postawienie pytania o sensowność podejmowanego wysiłku w obliczu systematycznie spadających w ostatnich latach cen surowców. Odpowiedź jest prosta – europejska gospodarka potrzebuje transformacji na obieg zamknięty (w tym również skorzystania z koncepcji urban mining), aby pozostać konkurencyjną i przynajmniej w części ochronić się przed niestabilnością cen i niedoborem zapasów, a przy okazji stworzyć nowe, lokalne miejsca pracy [10]. Wraz z postępem technologicznym Europa stała się w dużym stopniu zależna od importu metali takich, jak kobalt, platyna, metale ziem rzadkich i tytan, niezbędnych w elektronice. Komisja Europejska mówi wprost, że w przypadku surowców wykorzystywanych w sektorze nowych technologii, zależność od importu uznaje się za kluczową, ze względu na ich wartość ekonomiczną i wysokie ryzyko związane z dostawami [15]. Unia Europejska w skali globalnej jest dostarczycielem około 3% surowców mineralnych, jednocześnie konsumując 20% światowego rynku. Szacuje się, że państwa członkowskie Wspólnoty są (już obecnie) zmuszone do importu od 60% do nawet 100% wielu metali i surowców energetycznych, a w 2030 roku ten deficyt jeszcze się pogłębi [2].

Surowce w Polsce

Można odnieść wrażenie, że powszechna obecność tematu gospodarki odpadami i surowcami w dyskusjach na arenie europejskiej, nie przekłada się bezpośrednio na krajowe podwórko. Potwierdzenie tej tezy znajduje się w ogłoszonym niedawno „Planie Morawieckiego” [20], według przedstawicieli rządu mającym stanowić drogowskaz i podwalinę pod dynamiczny rozwój Polski w najbliższych latach. Próżno w nim szukać odwołania do gospodarki odpadami i związanych z nią możliwości zastępowania dóbr naturalnych zasobami antropogenicznymi. Fakt ten dziwi tym bardziej, że Polska od lat znajduje się wśród państw z najgorzej działającym systemem w tym zakresie, a unijne wymogi co do zagospodarowania odpadów z roku na rok stają się bardziej restrykcyjne. Co prawda Polska nadal pozostaje krajem stosunkowo zasobnym w złoża i liczącym się na świecie w produkcji niektórych surowców mineralnych (np. miedzi, srebra, cynku, ołowiu, renu czy węgla), jednak szacunki pokazują, że przy wydobyciu utrzymującym się na poziomie 2013 roku, większość zasobów zostanie wyczerpana w ciągu najbliższych 50 lat [1]. Do tego rodzime produkty branży surowcowej na rynku międzynarodowym stają się coraz mniej konkurencyjne. Polska przestała być państwem specjalizującym się w eksporcie surowców już w latach 90. XX wieku, a w kolejnych latach sytuacja ta się pogłębiała [2]. W obliczu tych faktów koncepcja urban mining poszukująca i promująca wykorzystanie zasobów antropogenicznych może stać się, również w Polsce, konkurencyjną alternatywą do eksploatacji kopalni coraz mniej dostępnych w tradycyjnej formie.

Urban mining – jak bogatym złożem są polskie składowiska?

Rozważania dotyczące szans Polski płynących z wykorzystania idei urban mining można zacząć od przewrotnie w tym wypadku, optymistycznych danych na temat sposobów zagospodarowania odpadów w Polsce. Od lat odpady komunalne produkowane w Polsce płynęły szerokim strumieniem na składowiska. Jeszcze do 2007 roku włącznie ponad 90% zebranych odpadów komunalnych było zagospodarowywane w ten sposób [11]. W kolejnych latach wskaźnik ten systematycznie spadał, aż do przytoczonych na wstępie 52,6% w roku 2014. Nie da się ukryć, że środowisko branżowe podważa pełną wiarygodność przytoczonych danych (publikowanych przez GUS). Dzieje się tak z powodu niedoskonałości w ich zbieraniu, spowodowanych m.in. przez ciągle zmiany zachodzące w systemie, a ujawniających się np. w raportowanym w ostatnich latach spadku produkcji odpadów komunalnych w kg/1 mieszkańca (mimo odmiennych doświadczeń z krajów lepiej rozwiniętych, jak również analiz krajowych ekspertów, wskazujących na duże prawdopodobieństwo wzrostu ilości produkowanych odpadów [13]). Jednak zarówno środowisko naukowe, literatura przedmiotu, jak również przedstawiciele przedsiębiorstw z branży gospodarki odpadami nie podają w wątpliwość faktu, że w Polsce nadal najpopularniejszą formą zagospodarowania odpadów pozostaje składowanie. Rodzime składowiska stanowią więc duży zasób, jeśli chodzi o ilość zdeponowanych odpadów, co z kolei z powodu odejścia od tej formy postępowania z odpadami w krajach lepiej rozwiniętych stanowi ich „przewagę konkurencyjną” na tle składowisk z krajów Europy Zachodniej.

Europejska gospodarka potrzebuje transformacji na obieg zamknięty, aby pozostać konkurencyjną i przynajmniej w części ochronić się przed niestabilnością cen i niedoborem zasobów

Jednak podobnie jak dla tradycyjnego górnictwa, również dla urban mining ważna jest jakość złoża. W tym przypadku trudno wysnuć jednoznaczne wnioski, z powodu różnic składu morfologicznego odpadów zdeponowanych na różnych obiektach (wynikającego m.in. z charakterystyki obsługiwane obszaru czy lat działalności) [9]. W literaturze przedmiotu [6] można spotkać się z opinią, iż wydobywanie odpadów ze składowiska, na którym zdeponowano zmieszane odpady komunalne, byłoby niewłaściwe merytorycznie z powodu zbyt dużej procentowej zawartości frakcji biodegradowalnej. Jednak w Polsce nie prowadzi się systematycznych, jednolitych badań z zakresu składu morfologicznego składowisk odpadów komunalnych, a te, które zostały wykonane, cechują się dużym zróżnicowaniem wyników [14]. Dodatkowo wyniki badania ankietowego przeprowadzonego wśród zarządców składowisk odpadów komunalnych wskazują, że nawet ¼ z nich widzi w swoim składowisku potencjalne źródło surowców, argumentując swoje zdanie tym, że na ich składowisko przez wiele lat trafiały odpady niesegregowane, a wyniki badań składu morfologicznego potwierdzają duży udział metali i tworzyw sztucznych w zdeponowanych odpadach [8]. Należy więc zauważyć, że przypuszczalnie niektóre polskie składowiska odpadów komunalnych mogą być wystarczająco zasobnym złożem dla koncepcji urban mining, a na ich wykorzystanie w przyszłości, oprócz składu morfologicznego, wpływ będzie miało prawodawstwo oraz dostępność specjalistycznych technologii.

Odrębnym źródłem surowców dla urban mining w Polsce mogą okazać się w przyszłości składowiska odpadów przemysłowych. Mimo iż branża produkcyjna od lat widzi potencjał w odpadach i do składowania przeznacza tylko kilkanaście % w stosunku do masy wytworzonej, ogrom odpadów powstających w wyniku prowadzenia procesów technologicznych w przemyśle (około 90% wszystkich odpadów powstających w Polsce [21]) sprawia, że również w tym przypadku można domniemywać istnienie zasobnych złóż w postaci niektórych składowisk odpadów przemysłowych. Z oczywistych względów trudniej tutaj o konkretne dane, jednak przypadek jedyne łatwo dostępne złoża z grupy metali ziem rzadkich w Polsce pokazuje możliwości drżące w tej grupie składowisk. Przytoczonym wyjątkiem jest składowisko odpadów przemysłowych przy Zakładach Chemicznych w Wizowie, które dysponuje zasobami fosfogipsów szacowanymi na 8,28 tys. ton [2]. W przyszłości może okazać się, że kopaliny wydobywane wcześniej „przy okazji” czerpania surowców ze złoża podstawowego traktowane z różnych powodów jako odpad, stanowią dobrą alternatywę dla tradycyjnych złóż danego surowca.

Urban mining w Polsce – nie tylko składowiska

Ciekawym przypadkiem, nieco podobnym do sytuacji ze składowiskami odpadów komunalnych jest obszar recyklingu pojazdów. Okazuje się, że również w tym aspekcie zacofanie Polski w stosunku do zachodu kontynentu może w przyszłości zamienić się w pewnego rodzaju przewagę i benefit. Liczba samochodów osobowych zarejestrowanych w Polsce na przestrzeni lat zwiększała się z roku na rok, jednak szczególnie wzrost tempa przyrostu zaobserwowano, począwszy od 2004 roku. Jest to związane z masowym importem aut używanych, do którego doszło po wejściu Polski do Unii Europejskiej. Ponieważ znaczna część samochodów już w momencie przyjazdu do kraju była mocno wyeksploatowana, po kilku latach użytkowania pojazdy te stają się atrakcyjnym złożem dla urban mining. Z biegiem czasu w Polsce obserwowany jest bowiem coroczny wzrost liczby pojazdów wycofywanych z eksploatacji. Tylko w latach 2007 – 2013 liczba aut osobowych wyrejestrowanych w kraju wzrosła o ponad 100% i osiągnęła liczbę 383 567 (mowa jedynie o autach osobowych) [24]. Przewiduje się, że w kolejnych latach będzie rosła zarówno liczba aut zarejestrowanych, jak i tych wycofywanych z eksploatacji [2]. Pojazdy wycofane z eksploatacji mają szanse przeobrazić się z problemu zatrzuwającego polskie ulice w prawdziwą surowcową korzyść.

Polska korzystając z doświadczeń państw lepiej rozwiniętych oraz z niespodziewanych możliwości, jakie dają przestarzałe systemy gospodarki odpadami stosowane obecnie (promujące składowanie), ma duży potencjał do wdrażania koncepcji urban mining

Innym przykładem miejskiego źródła surowców jest zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (ang. WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment). Według danych GIOŚ [7] w 2013 roku na terytorium Polski wprowadzono łącznie ponad 500 tys. ton sprzętu elektrycznego i elektronicznego, osiągając przy tym wskaźnik zbierania tego typu urządzeń na poziomie 34,74%. Niemal wszystkie spośród zebranych odpadów sprzętu elektrycznego i elektronicznego poddano przetworzeniu (głównie recyklingowi). W procesach recyklingu wydzielano głównie frakcje, takie jak: metale żelazne i kolorowe, tworzywa sztuczne, gumę, szkło, baterie i akumulatory. Należy jednak zauważyć, że w przeliczeniu na jednego mieszkańca w 2014 roku zebrano 4,15 kg i był to wynik gorszy niż w latach 2012 i 2013, a znacznie gorszy od czołówki państw europejskich. Dodatkowo w kolejnych latach należy spodziewać się wzrostu ilości produkcji tego typu odpadów, co jest związane ze skracającym się cyklem życia produktów, pojawianiem się nowych urządzeń i ich

coraz większą dostępnością. Urban mining również w tym zakresie ma bardzo duże pole do aktywizacji złóż.

Górnictwo miejskie w Polsce może działać również w zakresie pozyskiwania zasobów z obiektów budowlanych i infrastrukturalnych. Szeroko rozumiane budownictwo charakteryzuje się tym, że odpady powstają na każdym etapie prac: budowa, rozbudowa, modernizacja, rozbiórka. Jako element uboczny tego typu działalności wytwarzane są przede wszystkim kruszywa, mające potencjał do zastąpienia surowców naturalnych, chociażby w drogownictwie. Dodatkowo prace budowlane często wiążą się z wymianą sieci uzbrojenia terenu, o których wykorzystanie i powtórne przywrócenie do obiegu surowcowego postuluje urban mining. Trudno oceniać jednoznacznie zasobność tych złóż, jednak Polska jako kraj będący nadal w przebudowie o stosunkowo dużej ilości inwestycji budowlanych, nie powinna lekceważyć znaczenia tego typu odpadów.

Podsumowanie

Z pewnością koncepcja urban mining (komplementarna w stosunku do strategii na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym) ma szansę na nabranie bardziej realnych kształtów już w najbliższej przyszłości. Mimo znaczących spadków cen surowców w ostatnich latach kraje rozwinięte wykazują zainteresowanie obiema filozofiami. W tym zakresie widać szczególną aktywność Unii Europejskiej (publikacja pakietu zmian w prawodawstwie). Pozyskiwanie surowców z odpadów na Starym Kontynencie jest postrzegane jako realna alternatywa dla tradycyjnych złóż i możliwość uzyskania przewagi konkurencyjnej. Powyższe ma istotne znaczenie zwłaszcza w stosunku do surowców strategicznych o bardzo ograniczonym występowaniu (np. metale ziem rzadkich, wykorzystywane powszechnie w elektronice).

Zasobem, z którego w przyszłości może korzystać urban mining w Polsce, są składowiska odpadów komunalnych, na które ciągle trafia duża masa odpadów. Faktyczna eksploracja składowiska musi być jednak poprzedzona dokładnymi badaniami morfologii zdeponowanych odpadów. Dodatkowo konieczne jest opracowanie skutecznych metod wydobycia surowców ze składowiska oraz stworzenie odpowiednich możliwości prawnych. W kontekście składowisk cennym antropogenicznym złożem surowców mogą okazać się również nagromadzenia odpadów przemysłowych. Oprócz składowisk do dużej grupy zasobów wpisujących się w strategię urban mining należą m.in. pojazdy wycofywane z eksploatacji, odpady zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz odpady budowlane. Od aktywizacji tych złóż (zorganizowania zbiórki odpadów) w dużej mierze będzie zależało, czy zostaną one skutecznie wykorzystane.

Do realnego zaistnienia strategii urban mining w Polsce konieczne jest wsparcie środowiska politycznego i naukowego. Determinantami do zmian oprócz spodziewanych aspektów surowcowo-ekonomicznych (rosnące ceny surowców, problemy z ich dostępnością) zapewne staną się działania Unii Europejskiej (w zakresie publikowania ogólnych strategii, jak i implementowania konkretnych modyfikacji przedmiotowych dyrektyw). Polska korzystając z doświadczeń państw

lepiej rozwiniętych oraz z niespodziewanych możliwości, jakie dają przestarzałe systemy gospodarki odpadami stosowane obecnie (promujące składowanie), ma duży potencjał do wdrażania koncepcji urban mining. Odpowiedzialne podejście nakazywałoby przemodelowanie polityki gospodarki odpadami, tak by realnie promowała hierarchię sposobów postępowania z odpadami oraz przesłedzenie wszelkiego typu antropogenicznych złóż surowców, którymi jak wykazano z dużym prawdopodobieństwem dysponuje kraj. Niezbędne są dalsze prace badawcze i inżynierskie nad zagadnieniem podjętym w artykule, skupiające się na poszukiwaniu potencjalnych złóż, analizowaniu ich zasobności oraz proponowaniu konkretnych rozwiązań technicznych umożliwiających eksplorację zasobów. Problem ten coraz mocniej zauważa środowisko naukowe, organizując dedykowane studia tematyczne, jak np. studia inżynierskie na kierunku Recykling Materiałów organizowane przez Politechnikę Częstochowską czy studia podyplomowe Closed Loop Supply Chain organizowane przez Wojskową Akademię Techniczną. ■

ŹRÓDŁA:

1. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce, PIG-PIB, Warszawa 2015.
2. Bromowicz J., Bukowski M., Hausner J., Kasztelewicz Z., Kudłacz M., Kulczycka J., Pie-strzyński A., Steinhoff J., Wilczyński M., *Polityka surowcowa Polski rzecz o tym, czego nie ma, a jest bardzo potrzebne*, Kraków 2015.
3. Day J. W., Hall Ch. A. S., *Revisiting the Limits to Growth After Peak Oil*, American Scientist, Volume 97, Maj – Czerwiec 2009.
4. DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy.
5. FEAD position paper on a revised Commission proposal on Circular Economy, Bruksela, marzec 2016.
6. Praca zbiorowa pod redakcją: Grabowski Z., *ZARZĄDZANIE GOSPODARKĄ ODPADAMI Nowe regulacje prawne*, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski, Poznań 2012.
7. GIOŚ, *RAPORT o funkcjonowaniu systemu gospodarki zużyтым sprzętem elektrycznym i elektronicznym w 2014 roku*, Warszawa 2015.
8. Grodkiewicz P., Michniewska K., Siwiec P., *Efektywność surowcowa w Polsce. Wpływ sprawnej logistyki odzysku na tworzenie gospodarki o obiegu zamkniętym*, Difin, Warszawa 2015.
9. Grodkiewicz P., *Czynniki wpływające na możliwość efektywnego wdrożenia idei city mining w stosunku do polskich składowisk odpadów komunalnych*, „Logistyka Odzysku”, nr 4/2014 (13).
10. *Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe*, Ellen MacArthur Foundation, McKinsey Centre for Business and Environment, Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit (SUN), 2015.
11. GUS, *INFRASTRUKTURA KOMUNALNA W 2007 R.*, Warszawa 2008.
12. GUS, *INFRASTRUKTURA KOMUNALNA W 2014 R.*, Warszawa 2015.
13. Jędrzak A., *Analiza dotycząca ilości wytwarzanych oraz zagospodarowanych odpadów ulegających biodegradacji*, Zielona Góra 2010.
14. Jędrzak A., *Skład morfologiczny odpadów komunalnych w latach 2007-2012 w Polsce, według województw*, Uniwersytet Zielonogórski.
15. KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY, *INICJATYWA NA RZECZ SUROWCÓW – ZASPOKAJANIE NASZYCH KLUCZOWYCH POTRZEB W CELU STYMULOWANIA WZROSTU I TWORZENIA MIEJSC PRACY W EUROPIE*, Bruksela 4.11.2008.
16. KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW, *Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy*, Bruksela 2.07.2014.
17. KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW, *Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym*, Bruksela 2.12.2015 r.
18. Matlak D., *W drodze ku gospodarce o obiegu zamkniętym*, „Logistyka Odzysku”, nr 4/2015 (17).
19. Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens III W. W., *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Universe Books, Nowy Jork 1972.
20. UCHWAŁA NR 14/2016 RADY MINISTRÓW z dnia 16 lutego 2016 r. w sprawie przyjęcia „Planu na rzecz odpowiedzialnego rozwoju”.
21. www.archiwum.ekoportal.gov.pl/prawo_dokumenty_strategiczne/ochrona_srodowiska_w_polsce_zagadnienia/Odpady/OdpadyPrzemyslowe.html (dostęp 3.05.2016 r.).
22. www.bankier.pl/wiadomosc/Koniec-swiatea-drogich-surowcow-7293184.html (dostęp 28.04.2016 r.).
23. www.bloomberg.com/quote/CRY:IND (dostęp 28.04.2016 r.).
24. www.cepi.gov.pl/statystyki (dostęp 1.05.2016 r.).
25. www.product-life.org/pl/c2c-od-kolyski-do-kolyski (dostęp 28.04.2016 r.).
26. Zarebska J., Joachimiak – Lechman K., *Gospodarka o obiegu zamkniętym – rola LCA, szanse, bariery, wyzwania*, „Logistyka Odzysku”, nr 1/2016 (18).