

ROZBIÓRKI

W KONTEKŚCIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

mgr inż. Marek Nalepka
Politechnika Opolska, Wydział
Budownictwa i Architektury

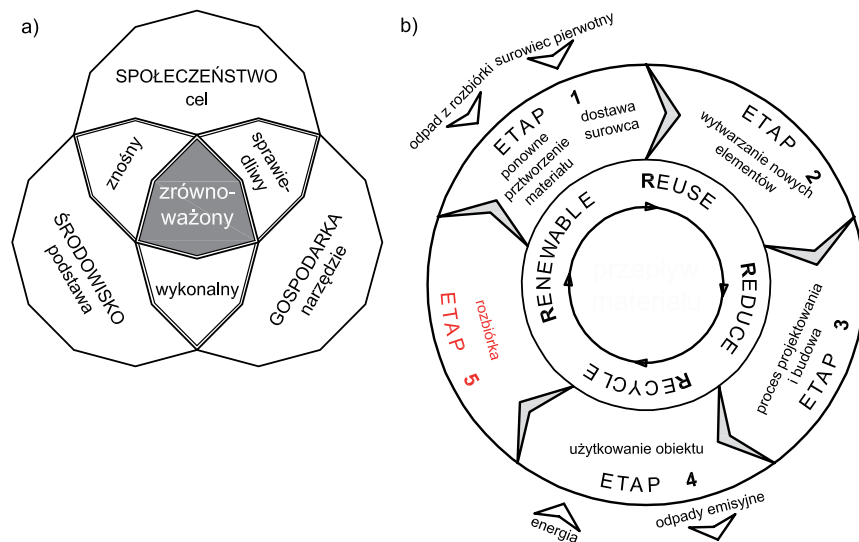
dr inż. Anna Rawska-Skotniczny
ATH Bielsko-Biała, Wydział Inżynierii
Materiałów, Budownictwa i Środowiska

Odzysk materiałów porozbiórkowych w kontekście zagadnień zrównoważonego rozwoju społeczeństwa to dziś niezwykle istotne zagadnienie w procesie budowlanym. Wymaga ono właściwego podejścia i poznania odpowiednich metod.

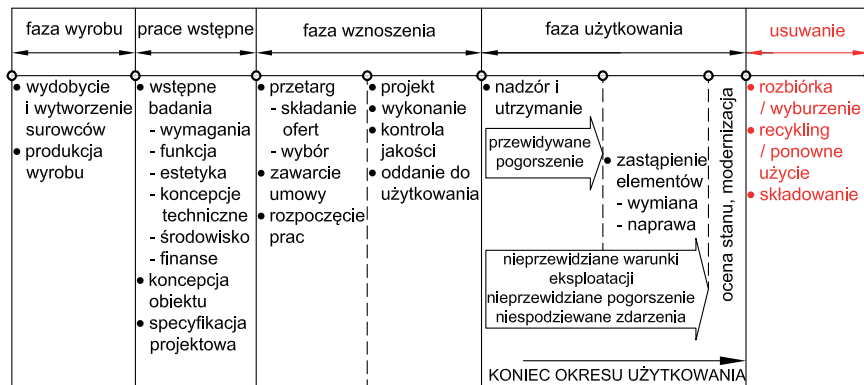
Polityka zrównoważonego rozwoju została wprowadzona w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb nie tylko współczesnego pokolenia, ale i przyszłych, bez pomniejszania możliwości czerpania korzyści z dostępnych dóbr, poprzez zintegrowanie działań politycznych, gospodarczych i społecznych [11]. Na rys. 1a pokazano zależności pomiędzy poszczególnymi składowymi, które cechują zrównoważony rozwój.

Budownictwo a środowisko

Przemysł budowlany w znaczny sposób wpływa na środowisko naturalne, dlatego pod uwagę należy brać zarówno skutki wydobycia surowców budowlanych, jak i produkcję materiałów i ich stosowanie, a także ewentualne ponowne wykorzystanie odpadów, które mają istotny udział w całości wytwarzanych odpadów. Wpływając bezpośrednio na żywotność konstrukcji w czasie jej użytkowania, możemy wpłynąć również na wielkość odpadów rozbiórkowych. W zależności od charakteru i przeznaczenia obiektu przedłużenia żywotności można dokonać poprzez poprawę trwałości i jakości obiektu albo przez elastyczne dostosowanie funkcji budynku (rys. 2). W obu przypadkach środki podjęte na etapie budowy będą miały efekty długoterminowe, aż do czasu, gdy budynek zostanie zburzony i materiały będą mogły być ponownie wykorzystane. Etap ten wpływa bezpośrednio na ograniczenie do niezbędnego



Rys. 1. a) podstawa, narzędzie oraz cel zrównoważonego rozwoju, b) przepływ materiału na przykładzie procesu budowlanego z zasadą „4R” – podstawą zrównoważonego budownictwa, wg [3]



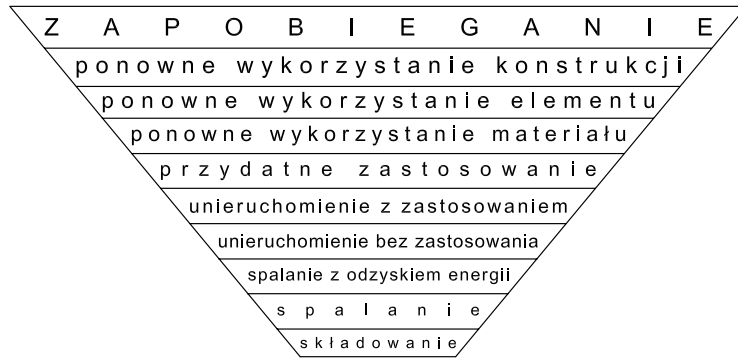
Rys. 2. Typowe etapy analizowane przez cały czas trwania budynku, na podstawie [7]

minimum ilości odpadów niezdatnych do ponownego użytku.

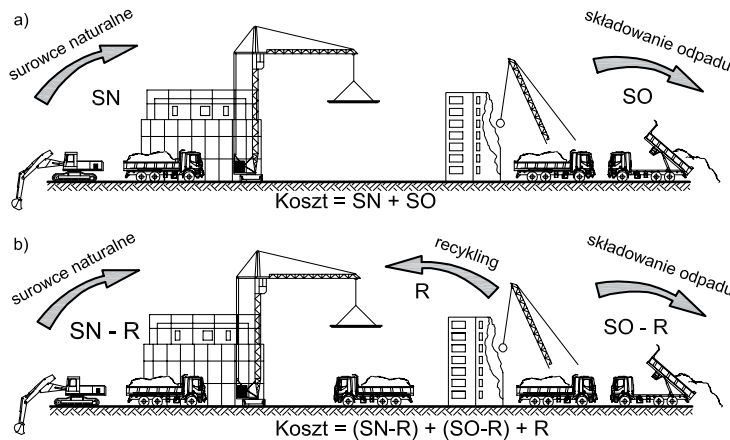
Proces budowlany, uwzględniający wszystkie aspekty budowy, również rozbiórkę, jest procesem cyklicznym (rys. 1b) [6]. Domknięcie cyklu, przy dążeniu do jak największego ponownego wykorzystania odpadów budowlanych i rozbiórkowych, wpisuje się w założenia zrównoważonego rozwoju. Wzrastające wymogi ochrony środowiska [10, 11] i koszty składowania odpadów zwracają uwagę na konieczność ponownego odzysku materiału powstałego w czasie rozbiórki, a także na problem jego utylizacji, a możliwość przyszłego odzysku obecnie stosowanych materiałów wpływa na cały proces budowlany. Dostosowanie go do założeń ustawy oraz polityki zrównoważonego rozwoju może poprawić możliwość przyszłego odzysku użytych materiałów, pomniejszając jednocześnie koszty utylizacji [4].

Wśród czynników, które wpływają na przyszłe planowe wykorzystanie odpadu, można wyróżnić jakość odpadu, występowanie i dostęp do naturalnych zasobów oraz poziom uprzemysłowienia. Czynniki mniej przewidywalnymi są czynniki oparte na stabilności społecznej (np. możliwość wybuchu wojny, działań terrorystycznych) czy ryzyku występowania katastrof naturalnych [4]. Z czysto ekonomicznego punktu widzenia recykling odpadów wtedy, gdy materiał odzyskany jest konkurencyjny do zasobów naturalnych, zarówno pod względem kosztu, jak i dostępnej ilości. Najlepszym sposobem radzenia sobie z odpadami jest oczywiście profilaktyka lub recykling z możliwością najwyższego odzysku materiału, natomiast mniej pożądane jest spalanie lub składowanie odpadów. Sposoby recyklingu od najbardziej do najmniej pożądanych, z uwagi na kryteria postrzegane w polityce zrównoważonego rozwoju (większy odzysk, mniejsze skażenie środowiska, mniejsza pozostałość niewykorzystanego odpadu) [2, 8], pokazano na rys. 3.

Odzysk materiału jest koniecznym aspektem rozbiórki w rejonach, w których występuje niedobór konkretnego materiału w formie zasobów, jak i miejsc składowania. Ponowne wykorzystanie materiału zmniejsza zasadniczo zużycie surowców naturalnych. Recykling gruzu budowlanego może się



Rys. 3. Metody recyklingu i ponownego użycia, wg [8]



Rys. 4. Porównanie kosztów między rozbiórką a) tradycyjną oraz b) selektywną, wg [5]



Rys. 5. Przepływ materiału pochodzącego z rozbiórki selektywnej, wg [3]

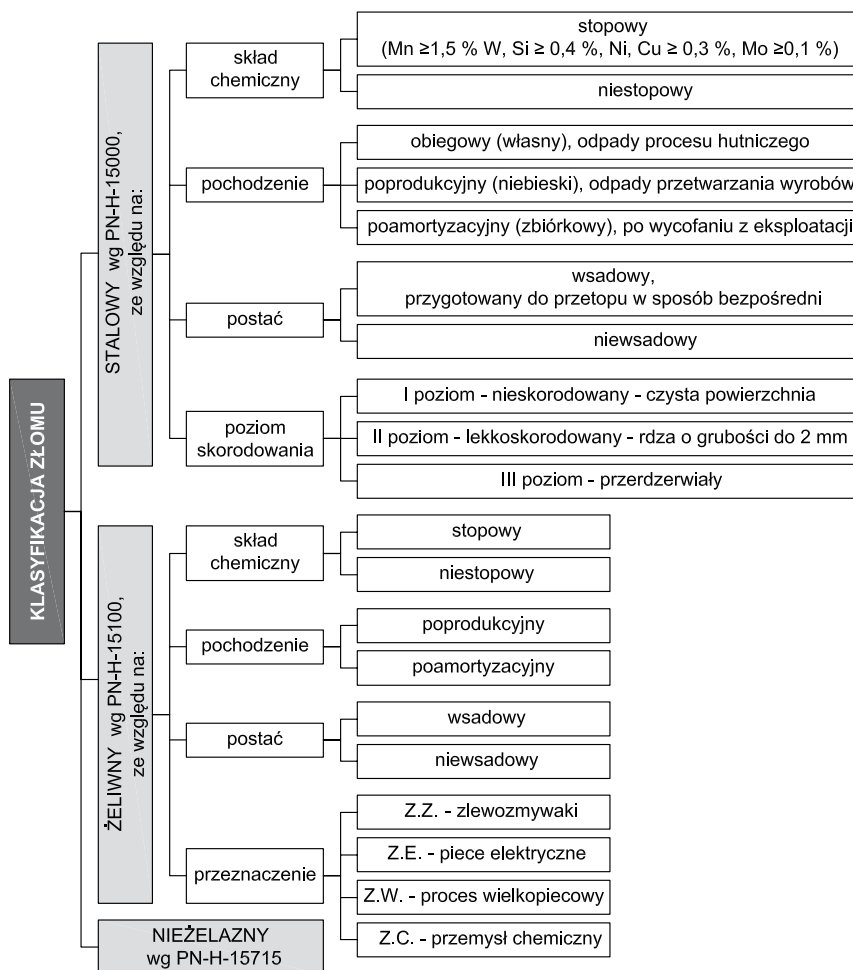
okazać opłacalny w rejonach, które oddalone są od głównych źródeł zaopatrzenia w kruszywa. Zagospodarowanie gruzu budowlanego, pokruszonego betonu oraz cegieł skutkuje obniżeniem kosztów związanych z rozbiórką (brak kosztów załadunku, transportu gruzu oraz składowania odpadów budowlanych) z uwagi na możliwość wykorzystania gruzu do podbudowy nowego budynku na tym samym miejscu [5]. Uproszczony model makroekonomiczny zintegrowanego zarządzania zasobami i jego całkowitych

kosztów zarówno „tradycyjnej”, jak i „selektywnej” rozbiórki, pokazano na rysunku 4.

Koszty całkowite tradycyjnego procesu budowy i rozbiórki z wykorzystaniem surowców pierwotnych (SN) i ze składowaniem odpadów (SO) są sumą tych dwóch składowych. Zastąpienie części surowców naturalnych materiałami pochodzącymi z recyklingu (R) rozbiórki selektywnej pozwala zaoszczędzić na kosztach transportu surowców naturalnych oraz składowania odpadów, w zależności od lokalnej sytuacji.

Tabela 1. Odpady, które powinny być zbierane oddzielnie, z uwagi na późniejsze wykorzystanie [3]

Odpady zbierane oddzielnie	gotowe do ponownego wykorzystania bez przetworzenia	<ul style="list-style-type: none"> • metale, posortowane według typu • użytkowe drewno (elementy) • szkło czyste, sortowane według koloru
	gotowe do ponownego użycia po przetworzeniu	<ul style="list-style-type: none"> • czysty gruz, gotowy do ponownego użycia • czysty gruz do rozdrobienia • gruz asfaltowy • grunt czysty, gotowy do ponownego użycia
	zanieczyszczone materiały, które mają być oczyszczone lub składowane	<ul style="list-style-type: none"> • grunt do wyczyszczenia • grunt zanieczyszczony przeznaczony do składowania • gruz chemicznie zanieczyszczony
	materiały do spalania	<ul style="list-style-type: none"> • zanieczyszczone i połamane drewno • nieposortowane tworzywa sztuczne • drewno
	materiały do ponownego użycia według pierwotnego przeznaczenia po przetwarzaniu	<ul style="list-style-type: none"> • odpady ogrodowe • posortowane papier i tektura • tworzywa sztuczne posortowane według typu • nieposortowane metale i szkło
	materiały bezużyteczne, skażone, jednorazowego użytku, nieposegregowane	<ul style="list-style-type: none"> • odpady chemiczne: <ul style="list-style-type: none"> – kwasy, zasady, substancje organiczne, odpady stałe zawierające metale ciężkie, azbest, kable elektryczne – tynki, gips • zmieszane odpady



Rys. 6. Ogólna klasyfikacja złomu różnych metali wg norm hutniczych

Segregacja odpadów

Segregacja odpadów na miejscu rozbiórki jest przeprowadzana wtedy, gdy część odpadu można wykorzystać od razu na placu budowy, jako materiał lub element konstrukcyjny, możliwy do wykorzystania w nowym obiekcie bez konieczności przetworzenia i oczyszczenia. Odpad, który jest zanieczyszczony i z uwagi na swój stan nie może być od razu ponownie wykorzystany albo jego wykorzystanie jest utrudnione, powinno się oddzielić od odpadu zdatnego do ponownego użytku. Do takich odpadów zalicza się m.in. odpady chemiczne, produkty zawierające smołę, azbest, gips, gazobeton czy szkło, jak również odpady niebezpieczne (tab. 1).

Znaczna ilość odpadów zostaje przetworzona na poziomie materiału po segregacji albo wykorzystana w niezmienionej formie. Ponowne wykorzystanie cennego odpadu jest obecnie priorytetem w związku z nieopłacalnym i kosztownym składowaniem odpadów. Koncepcja zintegrowanego zarządzania odpadami budowlanymi (por. rys. 1b) polega na usystematyzowanym sposobie segregacji i recyklingu odpadów budowlanych.

Opłacalność segregacji odpadów powinno się zawsze zestawiać z kosztami, które należałoby ponieść przy składowaniu odpadu, bez żadnego zysku z odzysku. Rozbiórka, której proces dobrany jest w celu możliwie największego ponownego wykorzystania odpadu, wymaga przedstawienia projektu z uwzględnieniem tych elementów. Opracowanie projektu pochłania dodatkowe koszty oraz czas, skutkuje jednak końcowym obniżeniem kosztów (znacznie zmniejsza bowiem koszty związane z załadunkiem, wywozem oraz składowaniem) i większym stopniem odzysku materiału, który może być zastosowany ponownie.

Recykling elementów metalowych

Żłomem nazywamy przedmioty metalowe, które mogą zostać wykorzystane wtórnie poprzez recykling, najczęściej przez ponowne przetopienie. Stal jest materiałem wyjątkowo trwałym i obecnie najdoładniej odzyskiwanym. Wynika to z praktycznie nieskończonej możliwości przetopu i ponownego wykorzystania, bez obniżania trwałości ani wytrzymałości materiału. Z uwagi na duży odzysk materiału pro-

dukcja nowych elementów odbywa się przy możliwie jak największym udziale stali przetworzonej. Ma to wpływ nie tylko na koszty (aspekt gospodarczy), lecz także na środowisko, ze względu na znacznie mniejsze zanieczyszczenia w porównaniu do procesu pierwotnego produkcji metali. W przeciwieństwie do innych odpadów złom posiada znaczną wartość handlową, z uwagi na możliwy odzysk metali i materiałów niemetalowych. Obecnie w hutnictwie spotykane są dwa podstawowe procesy produkcji stali, wykorzystujące złom w różnym stopniu:

- proces konwertorowo-tlenowy – cechuje się ok. 80% wkładem surowki, resztę stanowi złom,
- proces elektryczny – w większości przypadków wsad składa się w 100% ze złomu stalowego.

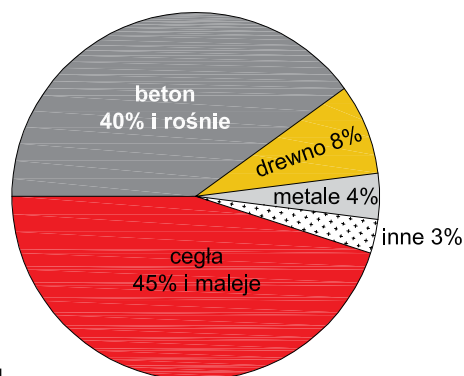
Złom z uwagi na materiał, z którego pochodzi, podzielić można na złom stalowy, żeliwny oraz metali nieżelaznych (tzw. kolorowych): złom miedzi i miedzionośny, cynku, cyny oraz jej stopów, aluminium, metali szlachetnych oraz rzadkich, jak molibden, kobalt, niob, wanad, tytan itp., rys. 6).

Złom metali jest używany nie tylko w procesach hutniczych. Z elementów poroziórkowych można wykonywać różne elementy małej architektury, które stają się ciekawym dopełnieniem rewitalizowanych obiektów [6], nadając otoczeniu specyficzny, postindustrialny charakter (rys. 7a). Złom metali spawalnych jest również chętnie wykorzystywany jako tworzywo artystów-rzeźbiarzy (rys. 7b).

Wysokie ceny złomu i brak kontroli w punktach skupów sprawiają jednak, że elementy metalowe padają łupem osób nastawionych na łatwy i szybki zysk. Złodzieje, nazywani potocznie „złomiarzami”, kradną elementy niezabezpieczone czy pozostawione bez opieki. Czasem zdarza się, że złodziei dopada los, nie mając bowiem odpowiedniej wiedzy ani wykształcenia, a także z powodu pośpiechu, doprowadzają do tragicznych sytuacji. W 2012 r. na terenie byłego PGR dwóch mężczyzn doprowadziło do katastrofy budowlanej, w wyniku której ponieśli ciężkie obrażenia. Za pomocą butli i palnika usiłowali wyciąć metalowe słupy podtrzymujące dach starej obory. Zawaliły się na nich dach i część ścian, z gruzowiska wyciągały ich 4 zastępy straży pożarnej.



Rys. 7. a) elementy małej architektury (donice, kosz na śmieci, ławka) wykonane z poroziórkowych profili ceowych i dwufiętowych, b) rzeźba użytkowa zespawana ze złomu stalowego, autorstwa Dominika Makowskiego



Rys. 8. Procentowy udział głównych odpadów z rozbiórki budynków w Europie od lat 90., na podstawie [1]



Rys. 9. Pracownicy ręcznie sortują cegłę z rozbiórki dawnej cegielni w Jeleniej Górze [13]

Recykling elementów betonowych i murowych

Największą objętościowo grupą odpadów budowlanych powstających w czasie rozbiórek są materiały kruche: beton i cegła. W latach 90. cegła miała tu niewielką przewagę (rys. 8), jednak w budownictwie europejskim proporcja ta zmienia się stopniowo na rzecz odpadów betonowych, których szacowana ilość obecnie przekracza już 50% [1].

Dobrej jakości cegłę, np. klinkierową, można odzyskać praktycznie w całości, stosując ręczne metody sortowania (rys. 9), natomiast ce-

gła kruszona jest wykorzystywana w drogownictwie jako podbudowa na niezbyt silnie obciążonych drogach i ścieżkach. Beton wymaga połamania i posortowania na drobniejsze frakcje, wykorzystywane jako:

- budulec do stabilizacji i wzmocnienia gruntu,
- warstwy drenujące i wyrównawcze,
- podbudowy nawierzchni utwardzanych, np. dróg, ulic, placów, hal produkcyjnych i magazynów,
- zamiennik naturalnych materiałów ziarnistych, np. w roli kruszywa do betonu, szczególnie przy niskich wymaganiach wytrzymałości-

wych (fundamenty, masywne konstrukcje),

- materiał do rekultywacji składowisk i zapełniania wyrobisk, a także budowy nasypów.

Przetwarzanie kruchych odpadów budowlanych prowadzone jest według klasycznego procesu, składającego się z kilku podstawowych etapów:

1. separowanie gruzu od pozostałych materiałów w trakcie rozbiorczy i składowania,
2. sortowanie wstępne – podział gruzu na mieszanki ceglaste, tynki, ceramikę, beton, żelbet, materiały bitumiczne,
3. kruszenie poszczególnych grup gruzu, np. betonowych belek, płyt i słupów czy ceglanych ścian i sklepień,
4. separacja magnetyczna zbrojenia,
5. sortowanie na żądane frakcje.

Rozdrabnianie gruzu odbywa się w stacjonarnych lub mobilnych stacjach kruszenia wyposażonych w kruszarki udarowe, szczękowe lub walcowe, a także urządzenia do załadunku gruzu, przesiewacze i separatory magnetyczne. Stacje zastosowane na placu budowy umożliwiają natychmiastową przeróbkę odpadów, co znacznie zmniejsza objętość odpadów i koszty transportu. Stacje stacjonarne mają większą wydajność (rys. 10), są jednak stosunkowo drogie.

Usuwanie materiałów niebezpiecznych

W przypadku prac rozbiorczy koniecznym zabiegiem jest wstępne określenie, z jakim rodzajem odpadów będziemy mieć do czynienia. Związane jest to ze sposobem zabezpieczenia terenu wokół obszaru prowadzenia prac rozbiorczy, samych pracowników oraz odpadów, z jakimi możemy się spotkać. Rozbiorczy komplikuje się bowiem, jeśli obiekt jest wykonany z materiałów szkodliwych dla środowiska. W materiałach budowlanych mogą być zawarte takie związki jak opary ołowiu (farby), aldehyd mrówkowy (lakiery, kleje, barwniki, płyty paździerzowe, pianki, papy, meble), kadm i ołów (profile okienne PCV) oraz inne środki w żywicach, lepikach, klejach, farbách, wykładzinach, panelach podłogowych czy skrzydłach drzwi. Jeśli rozbiorczy poddawany jest obiekt przemysłowy, to należy prześledzić jego historię pod kątem prowadzonych w nim procesów przemysłowych. W obiektach takich, a zwłaszcza w ich instalacjach,



Rys. 10. Centrum recyklingu gruzu w Kalifornii [12]



Rys. 11. Wykonawca polewa wodą dach budynku w celu zmniejszenia zapylenia podczas rozbiorczy [12]

mogą znajdować się pozostałości szkodliwych, toksycznych lub wybuchowych środków chemicznych, które należy usunąć lub zneutralizować w bezpieczny sposób przed przystąpieniem do robót rozbiorczy. Rozbiorczy obiektów takich jak oczyszczalnie ścieków, obiekty przemysłu rolnego, spożywczego, farmaceutycznego i ochrony zdrowia, a także systemy kanalizacji sanitarnej mogą być skażone biologicznie niebezpiecznymi drobnoustrojami lub mikro- i makroorganizmami, przenoszącymi groźne choroby. Metody usuwania niebezpiecznych pozostałości opracowuje się z technologiami procesów chemicznych lub biologicznych.

W starych budynkach na obszarach zurbanizowanych dachy i ściany bywały kryte płytami azbestowymi (eternit), z azbestu wykonywano też okładziny przeciwpożarowe i rury, które nienaruszone nie zagrażają zdrowiu. Jednak powstający podczas kruszenia i łamania elementów azbestowych pył jest rakotwórczy, może prowadzić również do powstania zwłóknień tkanki płucnej (azbestoza), dlatego przed zaplanowaną rozbiorczy starego budynku trzeba obowiązkowo usunąć zawierające azbest elementy, z zachowa-

niem specjalnych zasad bezpieczeństwa uregulowanych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest [9]. Roboty takie powinny wykonywać przeszkoleni pracownicy specjalistycznej firmy, ograniczając pylenie włókien przez polewanie materiału wodą, a do cięcia używając urządzeń wolnoobrotowych z odsysaczem pyłu. Na wywóz szkodliwych odpadów na wyznaczone składowisko należy mieć odpowiednie pozwolenie.

Ważnym elementem, który również bezpośrednio wpływa na środowisko, ale także na społeczeństwo, jest rekultywacja terenu po rozbiorczy i nadanie nowego charakteru obszarom, które z poprzemysłowych mogą przekształcić się w centra kulturowe i rekreacyjne.

Uwagi końcowe

Nie wszystkie metody recyklingu materiałów budowlanych są efektywne ekonomicznie i technologicznie, jednak pozwalają one zmniejszyć ilość odpadów zalegających na składowiskach. Na szczególnie dokładną segregację i skuteczną utylizację materiału powstałego z rozbiorczy pozwalają metody ręczne.

Kraje rozwinięte mają znacznie większą świadomość ekologiczną niż Polska, dlatego odzyskuje się w nich większość materiałów z rozbiórki: zasoby kruszyw naturalnych nie są však odnawialne, a pozyskanie ich wiąże się z dewastacją środowiska naturalnego. Nie ma zatem sensu wyrzucanie na wysypiska materiału nadającego się do ponownego użycia, nawet jeśli ma to chwilowe uzasadnienie ekonomiczne. Trzeba sobie bowiem zdawać sprawę, że środowisko, w którym żyjemy, jest bezcenne i mamy społeczny obowiązek dbać o nie dla przyszłych pokoleń.

Podziękowanie

Autorzy składają serdeczne podziękowania wszystkim osobom, które udostępniły fotografie do artykułu. Bazuje on na części wykładu wygłoszonego na XXX Ogólnopolskich Warsztatach Pracy Projektanta Konstrukcji 2015 w Szczyrku. Jest również fragmentem nieopublikowanej książki dotyczącej rozbiórki, która została złożona do druku w Wydawnictwie Naukowym PWN.

Bibliografia

- [1] Ajdukiewicz A., Kliszczewicz A., Recykling betonu konstrukcyjnego – cz.1. „Inżynier Budownictwa” 2/2009.
- [2] Blok R., Herwijnen V., Kozłowski A., Woliński Sz., Service life and life cycle of building structures. Proceedings of the international seminar “Improvement of buildings’ structural quality by new technologies”, Lisbon 2002.
- [3] Hendriks Ch. F., Janssen G.M.T, Construction and demolition waste: general process aspects. „HERON” Vol. 46, 2/2001.
- [4] Iżykowska-Kujawa M., Zagospodarowanie odpadów budowlanych – technologie, z których korzystamy. „Inżynieria Ekologiczna” 33/2014.
- [5] Lauritzen E.I., The global challenge of recycled concrete. Sustainable construction: use of recycled concrete aggregate – proceedings of the international symposium. Thomas Telford Limited, London 1998.
- [6] Rawska-Skotniczny A., Kokocińska-Pakiet E., Prokop J., Rewaloryzacja stalowej konstrukcji dawnej cementowni w aspekcie zrównoważonego rozwoju. „Wybrane zagadnienia inżynierii środowiska w budownictwie” pod red. Rak A., Opole 2014.
- [7] Sedlacek G., Eurocodes, Background and Applications Sustainability and Innovation. Dissemination of information workshop, Brussels 2008.
- [8] Te Dorstrost B.J.H., Hendriks Ch.F., Pietersen H.S., Integral chain management in the Dutch building and construction industry, 2nd European Conference on Mineral Planning, The Institute of Quarrying, Harrogate 1999.
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz. U. nr 71, poz. 649 z późn. zm.).

- [10] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21).
- [11] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 poz. 627).
- [12] Materiały informacyjne Federal Emergency Management Agency (www.fema.gov).
- [13] Materiały informacyjne serwisu Wratislaviae Amici (dolny-slask.org.pl).


Streszczenie: W artykule omówiono problematykę odzysku materiałów porzbiórkowych w kontekście zagadnień zrównoważonego rozwoju społeczeństwa. Podano cechy odpadów, które wpływają na możliwość ich ponownego przetworzenia. Omówiono metody odzysku poszczególnych materiałów budowlanych, a także problemy z tym związane.

Abstract: The article discusses the problem of demolition materials salvage in the context of sustainable development in society. The demolition waste features, which have impact on the possibility of their reuse, have been described, along with the methods of such reuse of respective construction materials, as well as difficulties associated with it.

REKLAMA



KONKRET
TECHNIKI DIAMENTOWE I WYBURZENIA



- ROZBIÓRKI ROBOTAMI
- WYBURZENIOWYMI BROKK
- RĘCZNE ROZBIÓRKI
- OBIEKTÓW BUDOWLANYCH
- KUCIE ŚCIAN
- SZCZELINOWYCH I PALI
- WIERCENIE OTWORÓW
- TECHNIKĄ DIAMENTOWĄ
- CIĘCIE PIŁAMI
- DIAMENTOWYMI

Kontakt:
tel. 609 457 522
biuro@konkret.info.pl
www.konkret.info.pl