

OPRACOWYWANIE I WDRAŻANIE EKOINNOWACJI TECHNICZNYCH A EKOPROJEKTOWANIE – INTEGRACJA PROCESÓW I WSKAZÓWKI METODYCZNE ICH REALIZACJI

Jolanta BARAN, Adam RYSZKO

Streszczenie: W artykule przedstawiono zaproponowaną przez autorów strukturę procesu opracowywania i wdrażania ekoinnowacji technicznych. Scharakteryzowano poszczególne etapy wprowadzania ekoinnowacji wraz z działaniami wchodzącymi w ich zakres, a także wyszczególniono ich oczekiwane praktyczne rezultaty. Zaprezentowano ponadto modelowe ujęcie integracji zaproponowanej struktury procesu ekoinnowacyjnego z holistycznym procesem ekoprojektowania. W szczególności skupiono się na działaniach umożliwiających uwzględnianie aspektów środowiskowych związanych ze środowiskowym cyklem życia ekoinnowacji oraz zaproponowano metody i narzędzia wspomagające w tym zakresie.

Słowa kluczowe: ekoinnowacje, ekoprojektowanie, proces ekoinnowacyjny.

1. Wprowadzenie

Intensywny rozwój nowych technologii oraz powstawanie coraz większej liczby i coraz bardziej zróżnicowanych wyrobów znacząco wpływa na środowisko, zarówno z uwagi na zużywanie jego zasobów, jak i emitowanych do niego zanieczyszczeń. Oddziaływanie wyrobów i procesów na środowisko zależy nie tylko od tego, jak zostały zaprojektowane i wytworzone, ale również od tego, jak są użytkowane i utylizowane po zakończeniu cyklu ich życia. Niezmiernie istotne staje się zatem opracowywanie i wdrażanie ekoinnowacji technicznych z uwzględnieniem ograniczania wpływu na środowisko w całym cyklu ich życia. Szczególne znaczenie w tym obszarze ma ekoprojektowanie jako holistyczny proces systematycznego uwzględniania aspektów środowiskowych podczas projektowania i rozwoju wyrobów i procesów w celu poprawy ich ekologiczności z perspektywy całego cyklu życia.

W niniejszym artykule zaproponowano strukturę procesu opracowywania i wdrażania ekoinnowacji technicznych wraz z charakterystyką etapów ich wprowadzania i działań wchodzących w ich zakres. Dla każdego etapu ustalono jego oczekiwane praktyczne rezultaty. Zaprezentowano ponadto modelowe ujęcie integracji zaproponowanej struktury procesu ekoinnowacyjnego z holistycznym procesem ekoprojektowania, w tym wyszczególniono działania umożliwiające uwzględnianie aspektów środowiskowych związanych ze środowiskowym cyklem życia ekoinnowacji oraz zasugerowano metody i narzędzia wspomagające w tym zakresie.

2. Definicja i ogólna charakterystyka ekoinnowacji

Ekoinnowacje stanowią szczególny rodzaj innowacji, które przyczyniają się do stworzenia nowych rozwiązań dostarczających wartości dodanej konsumentom i

przedsiębiorcom istotnie zmniejszając oddziaływanie na środowisko, co jest ich podstawową właściwością odróżniającą od innowacji innego typu [1, 2, 3].

Ekoinnovazione można definiować m.in. jako:

- dążenie do celu, którym jest znaczący i weryfikowalny postęp w zakresie minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko oraz efektywnego i odpowiedzialnego wykorzystania zasobów naturalnych [4],
- tworzenie nowych wyrobów, usług, procesów, systemów i procedur optymalizujących zaspokajanie potrzeb ludzkich z uwzględnieniem aspektów środowiskowych [5],
- nowe lub ulepszone produkty, procesy, metody organizacyjne lub marketingowe, które przynoszą korzyści dla środowiska w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi [6].

Porządkując stosowane podejścia do problematyki ekoinnowacji można wskazać, że:

- ich zastosowanie prowadzi do zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko w obszarze emisji zanieczyszczeń, zużycia zasobów naturalnych, w tym powierzchni ziemi, w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi,
- działania ekoinnowacyjne i ich rezultaty odnoszą się do perspektywy całego cyklu życia wyrobu, usługi lub procesu, co oznacza, że negatywny wpływ na środowisko rozpatruje się nie tylko w ramach procesu produkcyjnego, ale bierze się pod uwagę etapy przedprodukcyjne oraz poprodukcyjne,
- wdrożenie ekoinnowacji powinno być ekonomicznie uzasadnione, przy czym uzasadnienie to należy odnosić do całego cyklu życia i w tym kontekście należy rozpatrywać ponoszone koszty i uzyskiwane korzyści,
- ekoinnowacje należy rozważać w szerszym kontekście jako bodziec i skutek zmian zachodzących w sferze społecznej, technicznej, organizacyjnej, instytucjonalnej.

Reasumując, w niniejszym artykule pod pojęciem ekoinnowacji rozumie się tworzenie nowych konkurencyjnych wyrobów, usług, procesów, systemów i procedur w celu zaspokojenia potrzeb ludzkich i zapewnienia lepszej jakości życia przy jednoczesnej minimalizacji zużycia zasobów naturalnych na jednostkę wyrobu lub usługi oraz minimalizacji emisji zanieczyszczeń do środowiska w całym cyklu życia w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi [5, 7].

Analogicznie, jak usystematyzowano innowacje w Podręczniku OSLO [8], w odniesieniu do ekoinnowacji można wyróżnić:

- ekoinnowacje produktowe – nowe lub znacząco zmienione wyroby (usługi) wytworzone i użytkowane przy jednoczesnej minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko,
- ekoinnowacje procesowe – nowe lub znacząco zmienione metody produkcji lub dostaw wytworzone i prowadzone przy jednoczesnej minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko,
- ekoinnowacje organizacyjne – nowe praktyki lub techniki zarządzania, które w porównaniu z dotychczasowymi rozwiązaniami powinny wykazywać mniejszy negatywny wpływ na środowisko,
- ekoinnowacje marketingowe – nowe metody marketingowe obejmujące istotne zmiany w zakresie pozycjonowania produktu, jego opakowania, promocji czy określenia cen (w tym tzw. marketing ekologiczny).

Ekoinnovazione techniczne obejmują dwa pierwsze typy ekoinnowacji, tj. ekoinnowacje produktowe oraz ekoinnowacje procesowe.

W nawiązaniu do przedstawionego podziału ekoinnowacji należy dodać, że jest to pojęcie wielowymiarowe i jego charakterystyki można dokonywać ponadto przy uwzględnieniu m.in. zakresu ekoinnowacji w kontekście cyklu życia, skali wdrażania ekoinnowacji czy złożoności metod opracowywania ekoinnowacji.

3. Proces opracowywania i wdrażania ekoinnowacji technicznych – etapy i oczekiwane rezultaty

Istotę innowacji należy rozpatrywać uwzględniając zakres rzeczowy oraz czynnościowy tego pojęcia. Ujęcie rzeczowe utożsamia innowacje wyłącznie z praktycznym rezultatem wykorzystania wiedzy technicznej, natomiast ujęcie czynnościowe utożsamia innowacje z całym procesem ich powstawania. Można zatem mówić o procesie innowacyjnym obejmującym działania od powstania pomysłu aż po upowszechnienie jego praktycznego rozwiązania. Zależnie od specyfiki wprowadzanej innowacji proces ten może charakteryzować się różnorodnym czasem trwania, wieloma interakcjami między poszczególnymi etapami, a także – zależnie od jego złożoności, zmieniających się potrzeb rynku, postępu technicznego i zakresu wprowadzanych zmian – różnym poziomem ryzyka i kosztów. Procesy innowacyjne można analizować z perspektywy gospodarki, pojedynczej innowacji i przedsiębiorstwa [9].

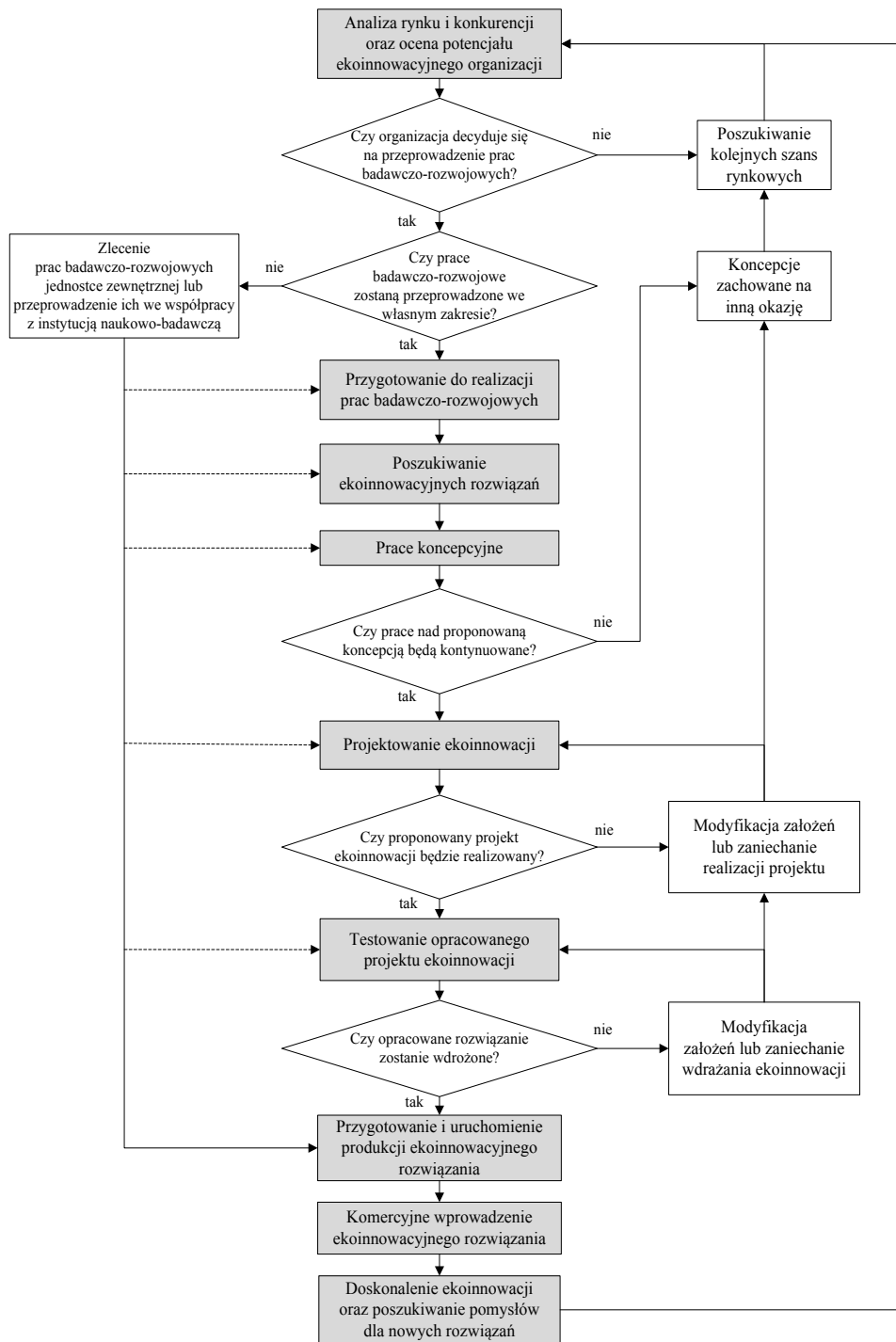
Z uwagi na zakres niniejszego artykułu, główny przedmiot zainteresowania stanowi wprowadzanie ekoinnowacji z perspektywy przedsiębiorstwa. W tym ujęciu wyróżniono dwie podstawowe fazy tego procesu obejmujące ich *opracowywanie* (powstawanie) oraz *wdrażanie* (upowszechnianie). Poszczególne etapy związane z tymi fazami mogą być realizowane przez przedsiębiorstwa i instytucje naukowo-badawcze. O tym, który etap realizuje dana organizacja, jak również to, jaki jest zakres współpracy pomiędzy nimi, powinno zależeć od specyfiki wprowadzanej ekoinnowacji. Najczęściej determinuje to, w jakim stopniu dane przedsiębiorstwo bazuje w procesie ekoinnowacyjnym na własnym zapleczu prac badawczo-rozwojowych bądź na dorobku wyspecjalizowanych w tym obszarze jednostek naukowo-badawczych lub innych źródłach zewnętrznych.

Opracowywanie i wdrażanie ekoinnowacji technicznych powinno odbywać się w ramach procesu, w którym można wyodrębnić następujące etapy:

- analiza rynku i konkurencji oraz ocena potencjału ekoinnowacyjnego organizacji,
- przygotowanie do realizacji prac badawczo-rozwojowych,
- poszukiwanie ekoinnowacyjnych rozwiązań,
- prace koncepcyjne,
- projektowanie ekoinnowacji,
- testowanie opracowanego projektu ekoinnowacji,
- przygotowanie i uruchomienie produkcji ekoinnowacyjnego rozwiązania,
- komercyjne wprowadzenie ekoinnowacyjnego rozwiązania,
- doskonalenie ekoinnowacji oraz poszukiwanie pomysłów dla nowych rozwiązań.

Proponowaną strukturę procesu opracowywania i wdrażania ekoinnowacji technicznych uwzględniającą wymienione etapy przedstawiono schematycznie na rys. 1, natomiast w tab. 1 zaprezentowano działania wchodzące w zakres poszczególnych etapów oraz ich oczekiwane rezultaty.

Etapem rozpoczynającym opracowywanie ekoinnowacji technicznych powinna być *analiza rynku i konkurencji oraz ocena potencjału ekoinnowacyjnego organizacji*. Obejmuje on rozpoznanie bieżących i przyszłych potrzeb klientów na rynku, a także analizę istniejącej i potencjalnej konkurencji. Analizy te mają umożliwić identyfikację rozwiązań,



Rys. 1. Proces opracowywania i wdrażania ekoinnowacji technicznych
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [10]

w odniesieniu do których, organizacja dokonuje wstępnej identyfikacji potrzeb i możliwości ekoinnovazionejnych. Następnie, w oparciu o ocenę własnego potencjału, przeprowadza ocenę gotowości do podjęcia działań ekoinnovazionejnych. Rezultatem tej oceny jest decyzja o przeprowadzeniu prac badawczo-rozwojowych, w tym decyzja o zrealizowaniu ich we własnym zakresie lub we współpracy z podmiotami zewnętrznymi i wykorzystaniu transferu technologii.

Tab. 1. Oczekiwane rezultaty poszczególnych etapów procesu wprowadzania ekoinnovazionej

Etap procesu	Oczekiwane rezultaty
Analiza rynku i konkurencji oraz ocena potencjału ekoinnovazionejnego organizacji	<ul style="list-style-type: none"> - wiedza o bieżących i przyszłych potrzebach klientów - wiedza o konkurencji istniejącej i potencjalnej - wiedza o aktualnych rozwiązaniach technicznych i organizacyjnych - identyfikacja problemów i/lub szans – zidentyfikowana luka pomiędzy stosowanymi rozwiązaniami a rzeczywistymi i potencjalnymi potrzebami rynku - zidentyfikowane możliwości wykorzystania luki - decyzja o podjęciu przeprowadzenia prac badawczo-rozwojowych - decyzja o przeprowadzeniu prac badawczo-rozwojowych wewnątrz organizacji lub we współpracy z podmiotami zewnętrznymi
Przygotowanie do realizacji prac badawczo-rozwojowych	<ul style="list-style-type: none"> - precyzyjne zdefiniowanie przedmiotu działań ekoinnovazionejnych - określone zasady i tryb realizacji prac badawczo-rozwojowych - zapewnione zasoby do rozpoczęcia prac badawczo-rozwojowych - określone skład, struktura i lider zespołu badawczego - ustalone reguły pracy zespołu badawczego
Poszukiwanie ekoinnovazionejnych rozwiązań	<ul style="list-style-type: none"> - wygenerowane pomysły - informacje o każdym z pomysłów uzyskane ze źródeł wewnętrznych i zewnętrznych - ocena pierwotnych problemów i/lub szans w kontekście zebranych informacji - ewentualne przeformułowanie problemów do rozwiązania - zidentyfikowane pomysły realne do wykonania - ustalone kryteria oceny pomysłów - analiza porównawcza korzyści związanych z wdrożeniem poszczególnych pomysłów - uszeregowane pomysły i wybór najlepszego pomysłu do dalszej realizacji - wstępna analiza kosztów i efektów oraz ryzyka
Prace koncepcyjne	<ul style="list-style-type: none"> - procedury sterowania procesem tworzenia koncepcji - koncepcja rozwiązania problemu - harmonogram realizacji dalszych prac badawczo-rozwojowych - kalkulacja kosztów prac badawczo-rozwojowych - identyfikacja oczekiwanych efektów

	<ul style="list-style-type: none"> - oszacowane ryzyko związane z opracowaniem i wdrożeniem ekoinnovazioneji - decyzja o podjęciu dalszych prac
Projektowanie ekoinnovazioneji	<ul style="list-style-type: none"> - określone parametry techniczne i użytkowe - szczegółowe rozwiązanie projektowe - wstępna dokumentacja konstrukcyjna i technologiczna - analizy techniczne i ekonomiczne - decyzja o realizacji projektu
Testowanie opracowanego projektu ekoinnovazioneji	<ul style="list-style-type: none"> - zapewnione zasoby do realizacji projektu ekoinnovazioneji - zweryfikowane parametry techniczne i użytkowe opracowanego rozwiązania - zweryfikowana wstępna dokumentacja konstrukcyjna i technologiczna - opracowany prototyp - ocena działania prototypu - działania doskonalące - działania w zakresie ochrony własności przemysłowej - zweryfikowane kalkulacja kosztów wdrożenia ekoinnovazioneji oraz analizy rynkowe - zweryfikowane oszacowane ryzyko wdrożenia ekoinnovazioneji - decyzja o wdrożeniu ekoinnovazioneji
Przygotowanie i uruchomienie produkcji ekoinnovazionejnego rozwiązania	<ul style="list-style-type: none"> - zapewnione zasoby do wdrożenia ekoinnovazioneji - ustalony harmonogram i koszty realizacji zadań - opracowana docelowa dokumentacja konstrukcyjna i technologiczna - sformułowane warunki techniczne - uruchomiona produkcja partii próbnej - zbadana seria próbna - usunięcie ewentualnych wad - kompletne wyposażenie niezbędne do uruchomienia produkcji - przygotowana i przetestowana linia produkcyjna - zapewniony i przeszkolony personel - uruchomiona produkcja docelowa
Komercyjne wprowadzenie ekoinnovazionejnego rozwiązania	<ul style="list-style-type: none"> - zapewniona ciągłość procesu produkcyjnego - utworzone kanały dystrybucji - podejmowane działania promocyjne w odniesieniu do nowego rozwiązania ekoinnovazionejnego
Doskonalenie ekoinnovazioneji oraz poszukiwanie pomysłów dla nowych rozwiązań	<ul style="list-style-type: none"> - aktualne informacje na temat potrzeb klientów i stopnia ich zaspokajania - podjęte ewentualnie wymagane działania doskonalące

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [10]

Kolejnym etapem procesu opracowywania ekoinnovazioneji technicznych jest *przygotowanie do realizacji prac badawczo-rozwojowych*. Wymaga on precyzyjnego zdefiniowania problemu badawczego i określenia przedmiotu działań ekoinnovazionejnych,

ustanowienia założeń realizacji prac badawczo-rozwojowych, zapewnienia dla ich rozpoczęcia niezbędnych zasobów, a także powołania zespołu badawczego opracowującego ekoinnovazione. Dla realizacji etapu trzeciego – *poszukiwanie ekoinnovacyjnych rozwiązań* – kluczowe jest generowanie pomysłów na rozwiązanie problemu badawczego, ich ocena i wybór najlepszego z nich do realizacji. W następnym etapie, którym są *prace koncepcyjne*, określona zostaje koncepcja rozwiązania problemu oraz harmonogram wymaganych dla jej realizacji działań. Konieczna jest również ocena kosztów i efektów oraz ryzyka, związanych z wykonaniem kolejnych etapów opracowywania i wdrażania ekoinnovacji. Są one podstawą do przyjęcia decyzji o kontynuowaniu dalszych prac. W ramach kolejnego etapu – *projektowanie ekoinnovacji* – opracowywane jest szczegółowe rozwiązanie projektowe wraz z dokumentacją konstrukcyjną i technologiczną, a przeprowadzone analizy techniczne i ekonomiczne stanowią przesłankę do podjęcia decyzji o realizacji projektu. Ostatnim etapem procesu opracowywania ekoinnovacji jest *testowanie opracowanego projektu ekoinnovacji*. Niezbędne dla jego rozpoczęcia jest wcześniejsze zapewnienie zasobów koniecznych do realizacji projektu ekoinnovacji. Obejmuje on budowę prototypu oraz jego badania i doskonalenie. Na tym etapie niezmiernie istotne jest uwzględnienie kwestii zapewnienia ochrony własności przemysłowej. Po weryfikacji sporządzonych wcześniej kalkulacji kosztów wdrożenia innowacji, analiz rynkowych oraz oceny ryzyka podejmowana jest decyzja o wdrożeniu ekoinnovacji.

Przygotowanie i uruchomienie produkcji ekoinnovacyjnego rozwiązania jest etapem rozpoczynającym wdrażanie ekoinnovacji technicznej. Po zapewnieniu zasobów niezbędnych do wdrożenia ekoinnovacji, prowadzone są prace związane z technicznym przygotowaniem produkcji. Ich zakończenie pozwala na przygotowanie i badanie partii próbnych. Po usunięciu ewentualnych wad oraz skompletowaniu i przetestowaniu wyposażenia niezbędnego do rozpoczęcia produkcji, uruchamiana jest produkcja docelowa. Po zapewnieniu ciągłości procesu produkcyjnego i przeprowadzeniu odpowiednich działań marketingowych następuje *komercyjne wprowadzenie ekoinnovacyjnego rozwiązania*. Etapem niezbędnym dla zapewnienia długookresowego utrzymania konkurencyjności organizacji jest *doskonalenie ekoinnovacji oraz poszukiwanie pomysłów dla nowych rozwiązań*. Wymaga ono gromadzenia i przetwarzania informacji dostępnej w przedsiębiorstwie, a także informacji zwrotnej z rynku na temat potrzeb klientów i poziomu ich zaspokajania, na podstawie których podejmowane są kolejne działania ekoinnovacyjne oraz działania doskonalące.

Należy podkreślić, że ze względu na interakcyjność oraz iteracyjność procesu innowacyjnego, wyodrębnienie jego etapów i ich kolejność ma charakter umowny. Poszczególne etapy opracowywania i wdrażania ekoinnovacji technicznych niekoniecznie muszą występować w przedstawionej kolejności. Najczęściej mają one charakter iteracyjny, ponadto mogą między nimi zachodzić różnorodne interakcje i sprzężenia.

4. Ekoprojektowanie jako proces wspomagający wprowadzanie ekoinnovacji – integracja procesów

Ekoprojektowanie polega na systematycznym włączaniu perspektywy środowiskowego cyklu życia w proces projektowania wyrobów, usług i procesów [11]. Zgodnie z dyrektywą 2009/125/WE [12] pod pojęciem ekoprojektowania rozumie się uwzględnianie aspektów środowiskowych przy projektowaniu produktu celem poprawy jego ekologiczności podczas całego cyklu życia. W ramach procesu ekoprojektowania uzyskuje się tzw. profil ekologiczny będący opisem elementów wejściowych i wyjściowych (zasoby, emisje,

odpady itp.), związanych z danym produktem w całym cyklu jego życia, które są istotne z punktu widzenia oddziaływania na środowisko oraz są wyrażone w mierzalnych wielkościach fizycznych.

Korzyści wynikające z uwzględnienia aspektów środowiskowych w procesie projektowania mogą być osiągnięte dzięki zasadom ekoprojektowania uwzględniającym [13]:

- projektowanie oparte na wielu kryteriach, obejmujące wszystkie istotne aspekty ujmowane w tradycyjnej koncepcji projektowania, ze szczególnym podkreśleniem zagadnień środowiskowych, w tym potencjalnych wpływów na środowisko,
- dążenie do zapewnienia funkcjonalności przedmiotu projektowania (rozpatrywanie aspektów środowiskowych w połączeniu z aspektami projektowania tradycyjnego – m.in. użyteczności, czasu życia, wyglądu zewnętrznego), będącej nadrzędnym warunkiem konkurencyjności produktów,
- konieczność wczesnej integracji, czyli uwzględnianie aspektów środowiskowych na początkowych etapach procesu projektowania i rozwoju,
- rozpatrywanie całego środowiskowego cyklu życia wyrobu/procesu, tzn. przeprowadzanie analiz obejmujących okres od pozyskania surowców do końca życia wyrobu/procesu,
- poszukiwanie rozwiązań kompromisowych pomiędzy aspektami środowiskowymi a kwestiami technicznymi, ekonomicznymi, społecznymi itp.

Kierując się powyżej sformułowanymi zasadami ekoprojektowania oraz uwzględniając złożoność i różnorodność wyrobów i procesów należy poszukiwać i wdrażać rozwiązania dostosowane do indywidualnych przypadków i potrzeb. Wśród możliwych podejść projektowych można wyróżnić [13]:

- poprawę efektywności materiałowej,
- poprawę efektywności energetycznej,
- oszczędne wykorzystanie terenu,
- projektowanie pod kątem czystszej produkcji i użytkowania,
- projektowanie pod kątem trwałości,
- projektowanie pod kątem optymalizowania funkcjonalności,
- projektowanie pod kątem ponownego użycia, odzysku i recyklingu,
- unikanie w wyrobie substancji i materiałów stwarzających potencjalne zagrożenie.

Tak jak w przypadku tradycyjnego projektowania, w procesie ekoprojektowania stosuje się podejście zindywidualizowane w zależności od przedmiotu projektowania, konkretnych potrzeb i możliwości. Ekoprojektowanie – jako proces holistyczny – obejmuje jednak szersze spektrum, nie ograniczając się wyłącznie do działań poprzedzających działania wykonawcze.

Na rys. 2 przedstawiono modelowe ujęcie integracji procesu ekoprojektowania oraz procesu opracowywania i wdrażania eko-innowacji. Holistyczny proces ekoprojektowania obejmuje 6 podstawowych etapów, które zintegrowano z zaprezentowanymi wcześniej odpowiednimi etapami opracowywania i wdrażania eko-innowacji.

Zgodnie z przyjętym ujęciem modelowym integracji, w ramach etapu *planowania* powinno się uwzględniać w szczególności następujące działania wynikające z zasad ekoprojektowania:

- analiza aspektów środowiskowych obejmujących efektywne wykorzystanie zasobów, emisje, odpady, ochronę zdrowia ludzkiego i środowiska z uwzględnieniem substancji stwarzających zagrożenie itp.,
- analiza oczekiwań klientów i użytkowników wprowadzanej eko-innowacji,

- analiza profilu wyrobów konkurencyjnych z uwzględnieniem kryteriów środowiskowych,
- analiza aktualnych i przyszłych wymagań prawnych, w tym polityki ekologicznej, regulacji dotyczących uzyskiwania pozwoleń, odpowiedzialności producenta i użytkownika ekoinnowacji itp.,
- identyfikacja systemu wyrobu, w którym będzie rozważany środowiskowy cykl życia ekoinnowacji wraz z określeniem jego granic i założeń przyjętych do analizy,
- określenie wymagań kompetencyjnych dla zespołu badawczo-projektowego,
- określenie potrzeb i możliwości w zakresie korzystania z zewnętrznych ekspertów,
- analiza dostępności danych, szczególnie związanych z wpływem na środowisko w ramach analizowanych etapów środowiskowego cyklu życia,
- analiza dostępności materiałów, komponentów, podzespołów (w tym odzyskanych i wykonanych z udziałem odnawialnych źródeł energii).

W ramach *ekoprojektowania koncepcyjnego* należy podejmować działania zmierzające do uzyskania koncepcji projektu w szczególności poprzez:

- opracowanie koncepcji projektowych uwzględniających aspekty środowiskowe związane ze środowiskowym cyklem życia, w tym określenie zadań ekoprojektowych oraz wariantów rozwiązań,
- analizę wyłonionych koncepcji projektowych pod kątem spełniania określonych kryteriów, w tym środowiskowych,
- ocenę porównawczą koncepcji projektowych z rozwiązaniami potencjalnie możliwymi do realizacji oraz rozwiązaniami funkcjonującymi na rynku z wykorzystaniem narzędzi uwzględniających analizę wpływu na środowisko w całym cyklu życia,
- wybór koncepcji, które w największym stopniu odpowiadają oczekiwaniom, również w odniesieniu do określonych parametrów środowiskowych.

Ekoprojektowanie szczegółowe, oprócz standardowych działań projektowych, powinno obejmować w szczególności:

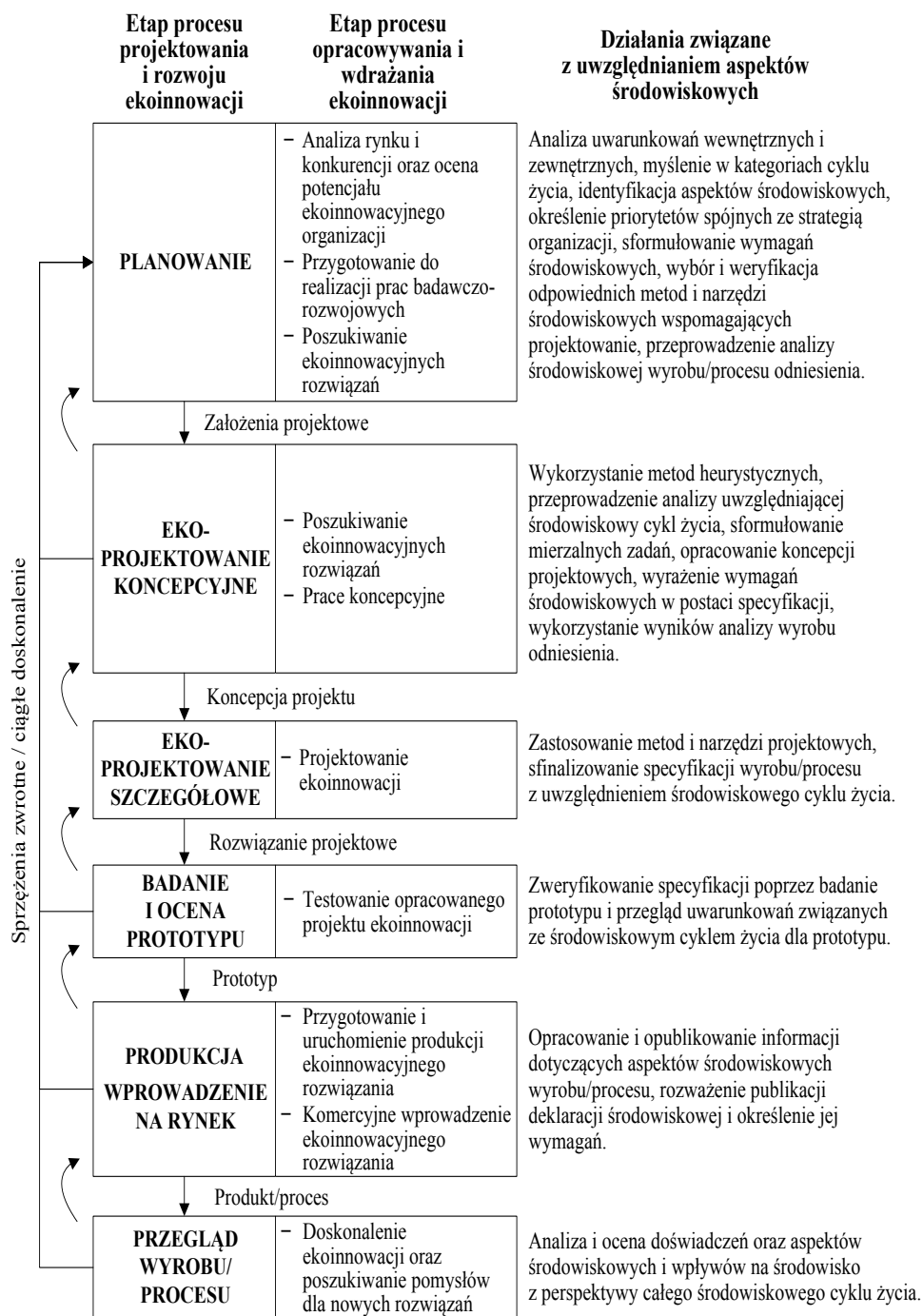
- wykorzystanie specjalistycznych narzędzi wspomagających ekoprojektowanie, m.in. metod oceny wpływu cyklu życia oraz oprogramowania umożliwiającego przeprowadzenie oceny cyklu życia wspartego odpowiednimi bazami danych,
- opracowanie rozwiązania ekoprojektowego.

Na etapie *badania i oceny prototypu*, oprócz standardowo podejmowanych procedur, dokonuje się m.in.:

- sprawdzenia czy wymagania środowiskowe zostały uwzględnione,
- poprawy w zakresie spełniania wymagań środowiskowych, jeśli jest to niezbędne.

Na etapie *produkcji i wprowadzenia na rynek* należy uwzględnić:

- marketingowe aspekty wprowadzania ekoinnowacji, czyli obecność na rynku ekologicznym, wykorzystanie instrumentów komunikacji środowiskowej,
- możliwości i potrzeby w zakresie etykietowania środowiskowego, w tym deklaracji środowiskowych,
- minimalizację wpływu na środowisko na etapie dostarczania produktu klientowi.



Rys. 2. Integracja procesu ekoprojektowania oraz opracowywania i wdrażania ekoinnovacji
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13, 14]

Przeгляд wyrobu/procesu jest istotnym etapem z punktu widzenia konieczności dostosowywania rozwiązań do istnienia luki technologicznej, jak również przebiegu cyklu życia produktu, który wymaga doskonalenia lub zmiany w zależności od pojawiających się uwarunkowań.

Proces ekoprojektowania powinien być integralną częścią systemu zarządzania środowiskowego (powinno stosować się w tym zakresie wytyczne PN-EN ISO14006). Jego poszczególne etapy wymagają wsparcia odpowiednimi metodami i narzędziami (w zależności od potrzeb i możliwości – uproszczonych i/lub złożonych), które umożliwiają uwzględnianie aspektów środowiskowych i ich wpływów związanych z całym cyklem życia konkretnego obiektu odniesienia oraz wybranych wariantów projektowych. Przykładowe narzędzia i metody przydatne na etapie planowania, ekoprojektowania koncepcyjnego oraz ekoprojektowania szczegółowego przedstawiono w tab. 2.

Tab. 2. Przykładowe metody i narzędzia wspomagające opracowywanie ekoinnowacji z wykorzystaniem ekoprojektowania

Etap procesu	Narzędzia i metody wspierające proces ekoprojektowania
Planowanie	– jakościowe i ilościowe metody analizy wpływu cyklu życia na środowisko (karty/listy kontrolne, metody macierzowe), wykresy Pareto, analiza SWOT, diagramy radarowe i diagramy portfolio, benchmarking, włączanie aspektów środowiskowych do projektowania w ramach FMEA i QFD (EQFD), środowiskowa ocena cyklu życia (LCA), ocena kosztów cyklu życia (LCC), społeczna ocena cyklu życia (SLCA) lub uproszczone wersje tych metod, analiza i ocena zagrożeń i ryzyka, analiza korzyści dla interesariuszy, analiza wykonalności
Ekoprojektowanie koncepcyjne	– metody i techniki heurystyczne, wytyczne i listy kontrolne, wykazy kompatybilności, bazy danych o materiałach, środowiskowa ocena cyklu życia (LCA) lub jej uproszczone wersje, narzędzia teorii decyzyjnej, oceny ryzyka, benchmarking w odniesieniu do dostępnych technik, metody integracji zarządzania środowiskowego i procesu projektowania i rozwoju wyrobu
Ekoprojektowanie szczegółowe	– oprogramowanie i narzędzia modelowania, bazy danych o materiałach, narzędzia projektowe dla montażu/demontażu, narzędzia do optymalizacji produkcji i procesów, wykazy substancji

Zródło: Opracowanie własne na podstawie [13, 14]

Podsumowanie i wnioski

Ekoinnowacje techniczne obejmują ekoinnowacje produktowe i procesowe. Ich wprowadzanie jest wynikiem zmian technicznych, skutkujących nowymi lub znacząco zmienionymi wyrobami oraz metodami produkcji lub dostaw wytworzonymi i użytkowymi/prowadzonymi w celu zaspokojenia potrzeb ludzkich i zapewnienia lepszej jakości życia przy jednoczesnej minimalizacji jednostkowego zużycia zasobów naturalnych i emisji zanieczyszczeń do środowiska w całym cyklu życia w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi.

W niniejszym artykule zaproponowano strukturę procesu wprowadzania ekoinnowacji technicznych, w którym wyróżniono dwie fazy: opracowywanie (obejmujące analizę rynku i konkurencji, ocenę potencjału ekoinnowacyjnego organizacji, przygotowanie do realizacji prac badawczo-rozwojowych, poszukiwanie ekoinnowacyjnych rozwiązań, prace koncepcyjne, projektowanie ekoinnowacji i testowanie opracowanego projektu ekoinnowacji) oraz wdrażanie (obejmujące przygotowanie i uruchomienie produkcji

ekoinnowacyjnego rozwiązania, jego komercyjne wprowadzenie, a także doskonalenie i poszukiwanie pomysłów dla nowych rozwiązań). Należy podkreślić, że wymienione etapy powiązane są ze sobą różnorodnymi interakcjami i sprzężeniami, które powodują, że ich jednoznaczne wyodrębnienie oraz kolejność będą miały najczęściej charakter umowny.

Zaproponowano ponadto integrację procesu wprowadzania ekoinnowacji technicznych z holistycznym procesem ekoprojektowania, obejmującym planowanie, ekoprojektowanie koncepcyjne, ekoprojektowanie szczegółowe, badanie i ocenę prototypu, produkcję i wprowadzenie na rynek oraz przegląd.

Weryfikacja przyjętych modelowych ujęć omawianych procesów oraz praktyczne przykłady ich zastosowania z wykorzystaniem odpowiednich metod i narzędzi będą przedmiotem kolejnych publikacji autorów niniejszej publikacji.

Literatura

1. Łunarski J.: Ekoinnowacyjność w reorganizacji procesów produkcyjnych (w:) Woźniak L., Strojny J., Wojnicka E. (red.): Ekoinnowacje w praktyce funkcjonowania MŚP. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2010.
2. Jones E., Harrison D., McLaren J.: Managing Creative Eco-innovation: Structuring outputs from Eco-innovation projects. *The Journal of Sustainable Product Design* Vol. 1, no. 1, 2001.
3. Woźniak L., Ziółkowski B.: Paradygmat ekonomii ekologicznej jako stymulator ekoinnowacyjności, (w:) Woźniak L., Krupa J., Grzesik J. (red.): Innowacje ekologiczne w rozwoju społeczno-gospodarczym, Wydawnictwo WSiIZ, Rzeszów 2006.
4. Decyzja Nr 1639/2006/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 października 2006 r. ustanawiająca Program ramowy na rzecz konkurencyjności i innowacji (2007-2013) (Dz. Urz. UE L 310 z 9.11.2006).
5. Reid A., Miedzinski M.: Eco-innovation. Final report for sectoral innovation watch. Technopolis Group, Mechelen 2008.
6. Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2006-2009. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie, Warszawa 2010.
7. Kemp R., Pearson P.: Final report MEI Project about measuring eco-innovation. UM-MERIT, 2007.
8. Podręcznik Oslo. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji. Pomiar działalności naukowej i technicznej. Wydanie trzecie. Wspólna publikacja OECD i Eurostatu. Wydanie polskie – MNiSW, Warszawa 2006.
9. Janasz W., Kozioł K.: Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw. PWE, Warszawa 2007.
10. Baran J., Ryszko A.: Charakterystyka procesu opracowywania i wdrażania innowacyjnych technologii środowiskowych – etapy i oczekiwane rezultaty. (w:) Łączny J.M., Baran J., Ryszko A. (red.): Opracowywanie i wdrażanie innowacyjnych technologii środowiskowych stosowanych na zwałowiskach odpadów powęglowych. Podstawy teoretyczno-metodyczne i przykłady praktyczne. Wydawnictwo Naukowe ITE-PIB, Radom 2012.
11. Santolaria M., Oliver-Solà J., Gasol C.M., Morales-Pinzón T., Rieradevall J.: Eco-design in innovation driver companies: perception, predictions and the main drivers of integration. The Spanish example. *Journal of Cleaner Production* vol. 19, no. 12, 2011.

12. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (Dz.Urz.UE L 285 z 31.10.2009).
13. PKN-ISO/TR 14062:2004 Zarządzanie środowiskowe – Włączanie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobu. PKN, Warszawa 2004.
14. Baran J.: Ekoprojektowanie jako narzędzie opracowywania innowacyjnych technologii środowiskowych. (w:) Łączny J.M., Baran J., Ryszko A. (red.): Opracowywanie i wdrażanie innowacyjnych technologii środowiskowych stosowanych na zwałowiskach odpadów powęglowych. Podstawy teoretyczno-metodyczne i przykłady praktyczne. Wydawnictwo Naukowe ITE-PIB, Radom 2012.

Dr inż. Jolanta BARAN
Dr inż. Adam RYSZKO
Instytut Inżynierii Produkcji
Politechnika Śląska
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28
tel.: (32) 277 73 88, fax: (32) 277 73 62
e-mail: Jolanta.Baran@polsl.pl
Adam.Ryszko@polsl.pl