

Innowacyjne Branżowe Centrum Mody



RAPORT

„IDENTYFIKACJA PRZYKŁADÓW DOBRYCH PRAKTYK I TEMATÓW TRANSFORMACJI EKOLOGICZNEJ I CYFROWEJ W DZIEDZINIE MODA”

Raport wyjścia

Spis treści

WPROWADZENIE	3
1. Metodologia Badań	4
1.1. Przedmiot i cel badań.....	5
1.2. Narzędzia badawcze.....	5
2. Transformacja ekologiczna w dziedzinie moda	6
2.1. Gospodarka o obiegu zamkniętym	10
2.2. Ekoprojektowanie produktów	15
2.3. Zrównoważone materiały	19
3. Transformacja cyfrowa w dziedzinie moda	21
3.1. Cyfrowe paszporty produktów.....	23
3.2. Blockchain i identyfikowalność	24
3.3. Sztuczna inteligencja	27
3.4. Cyfrowe bliźniaki produktów	28
4. Przykłady dobrych praktyk	30
5. Trendy rozwojowe do roku 2030	39
6. Wnioski i rekomendacje	42
7. Literatura	46

WPROWADZENIE

Niniejsze zadanie związane jest identyfikacją przykładów dobrych praktyk i tematów transformacji ekologicznej i cyfrowej w dziedzinie moda. Jest ono realizowane przez Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, Partnera projektu Innowacyjne Branżowe Centrum Mody realizowanego w ramach Konkursu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU), realizujących koncepcje centrów doskonałości zawodowej (CoVEs)”. Nr projektu KPOD.01.21-IW.08-0054/23, którego Liderem jest PIOT – Związek Pracodawców Przemysłu Odzieżowego i Tekstylnego.

Zgodnie z założeniami, Branżowe Centrum umiejętności (BCU) jest jednostką systemu oświaty prowadzącą działalność w zakresie jednej z dziedzin zawodowych właściwych dla danej branży. BCU oprócz prowadzenia działalności edukacyjno-szkoleniowej i innowacyjno-rozwojowej upowszechniającej wiedzę i nowe technologie oraz transformację ekologiczną i cyfrową, wspiera współpracę szkół, placówek i uczelni z pracodawcami oraz realizację doradztwa zawodowego dla uczniów, aktywizację zawodową studentów, doktorantów i absolwentów studiów. Głównym celem BCU Moda jest podnoszenie kwalifikacji zawodowych, rozwój kompetencji przyszłości oraz kompleksowe wsparcie dla transformacji ekologicznej i cyfrowej w przemyśle mody. Powyższe działania sprzyjają nawiązywaniu trwałych relacji pomiędzy instytucjami edukacyjnymi a przedsiębiorstwami.

Istotnym elementem innowacyjnej i przyjaznej środowisku gospodarki jest stosowanie dobrych praktyk, jak również działania skierowane na transformację ekologiczną i cyfrową. Identyfikacja przykładów dobrych praktyk i tematów transformacji ekologicznej i cyfrowej w dziedzinie moda ma na celu wsparcie branży w przejściu na zrównoważony, innowacyjny i konkurencyjny model działania poprzez analizę

skutecznych rozwiązań, wskazanie obszarów wymagających rozwoju oraz inspirowanie do wdrażania nowych technologii.

Niniejszy raport przedstawia wyniki działań podjętych przez Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w okresie III kwartału 2025 roku do II kwartału 2026 roku w zakresie identyfikacji dobrych praktyk i działań związanych z transformacją ekologiczną i cyfrową w przemyśle mody.

Niniejszy raport jest raportem wyjścia – powstał on na drodze aktualizacji raportu wejścia.

1. Metodologia Badań

Badania przeprowadzono w okresie od III kwartału 2025 roku do II kwartału 2026 roku. Źródłem informacji była analiza raportów, materiałów informacyjnych przedsiębiorstw i innych dokumentów jak również studium przypadków.

Analizowane dane i informacje oceniano pod kątem następujących kryteriów:

1. Innowacyjność: zastosowanie nowych technologii ekologicznych i cyfrowych, narzędzi GOZ, digitalizacji procesów.
2. Skalowalność i adaptowalność: możliwość przeniesienia dobrych praktyk do innych branż.
3. Zgodność z trendami ekologicznymi i cyfryzacyjnymi: uwzględnienie strategii GOZ, transformacji cyfrowej i wytycznych UE.
4. Efektywność wdrożenia: koszty, zasoby potrzebne do realizacji, czas wdrożenia, stopień przyjęcia w praktyce.

1.1. Przedmiot i cel badań

Cel badań

Celem badań było stworzenie systemu badawczego umożliwiającego identyfikację, ocenę i porównanie innowacyjnych rozwiązań w zakresie transformacji ekologicznej i cyfrowej.

Przedmiot badań

Przedmiotem badań była analiza dobrych praktyk w tym procesów, inicjatyw i rozwiązań wspierających transformację ekologiczną oraz cyfrową sektora mody. Badania koncentrowały się na identyfikacji tematów transformacji ekologicznej i cyfrowej w dziedzinie moda oraz na identyfikacji dobrych praktyk, które przyczyniają się do zrównoważenia środowiskowego branży oraz przyspieszenia wdrażania technologii cyfrowych w całym łańcuchu wartości przemysłu modowego.

1.2. Narzędzia badawcze

W celu identyfikacji przykładów dobrych praktyk i tematów transformacji ekologicznej i cyfrowej w dziedzinie moda, połączono metody jakościowe i ilościowe, co dało możliwość zarówno szerokiego rozpoznania tematu, jak i dogłębnego opisanie wybranych przykładów.

Zastosowano następujące metody badawcze:

- analiza dokumentów - przeprowadzono przegląd dostępnych dokumentów w szczególności raportów branżowych, publikacji naukowych, standardów i regulacji, stron internetowych organizacji i firm oraz wyników projektów badawczych. Metoda ta pozwoliła na identyfikację istniejących przykładów

dobrych praktyk w kraju i na świecie oraz tematów transformacji ekologicznej i cyfrowej w dziedzinie moda.

- studium przypadku - przeprowadzono dogłębną analizę przykładów w celu zobrazowanie kontekstu działań, zastosowanych rozwiązań, wyników i efektów oraz możliwości adaptacji w innych organizacjach.

2. Transformacja ekologiczna w dziedzinie moda

W ostatnich latach branża mody znalazła się w centrum dynamicznych przemian związanych zarówno z przyspieszeniem procesów cyfryzacji, jak i z koniecznością ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko. Zmiany następują w kierunku modeli opartych na zrównoważonym projektowaniu, odpowiedzialnej produkcji, transparentności łańcucha dostaw, cyfryzacji procesów, oraz realnym ograniczaniu wpływu na środowisko (Rys. 1). Wpływ na tę zmianę mają zmieniające się oczekiwania konsumentów, presja regulacyjna oraz rozwój technologii, co wymusza na przedsiębiorstwach konieczność wdrażania innowacji w obszarach produkcji, projektowania, logistyki oraz komunikacji. Transformacja ekologiczna w modzie obejmuje szeroki zakres działań począwszy od ograniczania śladu środowiskowego poprzez wybór materiałów a skończywszy na przejściu na gospodarkę o obiegu zamkniętym. Jednocześnie rozwój narzędzi cyfrowych umożliwia optymalizację procesów, poprawę efektywności operacyjnej oraz zwiększenie transparentności wobec konsumentów. Dobre praktyki stają się standardem w nowoczesnym, konkurencyjnym i świadomym sektorze mody [1].



Rys.1. Droga do osiągnięcia cyrkularność w przemyśle mody (na podst. [1]).

Dobre praktyki w przemyśle mody związane są wieloma aspektami. Najważniejsze z tych aspektów zostały przedstawione na rys. 2 a należą do nich [2–11]:

- zrównoważona produkcja i odpowiedzialność środowiskowa,
- stosowanie standardów etycznych i społecznych,
- transformacja cyfrowa,
- zarządzanie jakością i trwałością wyrobów,
- zarządzanie odpadami i logistyka zwrotna,
- relacje z klientem i nowe modele biznesowe,
- zarządzanie marką, trendami i strategią kolekcji.

DOBRE PRAKTYKI W PRZEMYSŁE MODY

ZRÓWNOWAŻONA PRODUKCJA



STANDARZY ETYCZNE i SPÓŁECZNE



TRANSFORMACJA CYFROWA



JAKOŚĆ i TRWAŁOŚĆ WYROBÓW



RECYCLING i LOGISTYKA ZWROTNA



RELACJE z KLIENTEM



ZARZĄDZANIE MARKĄ i TRENDAMI



Rys.2. Dobre praktyki w przemyśle mody (na podst. [2–11]).

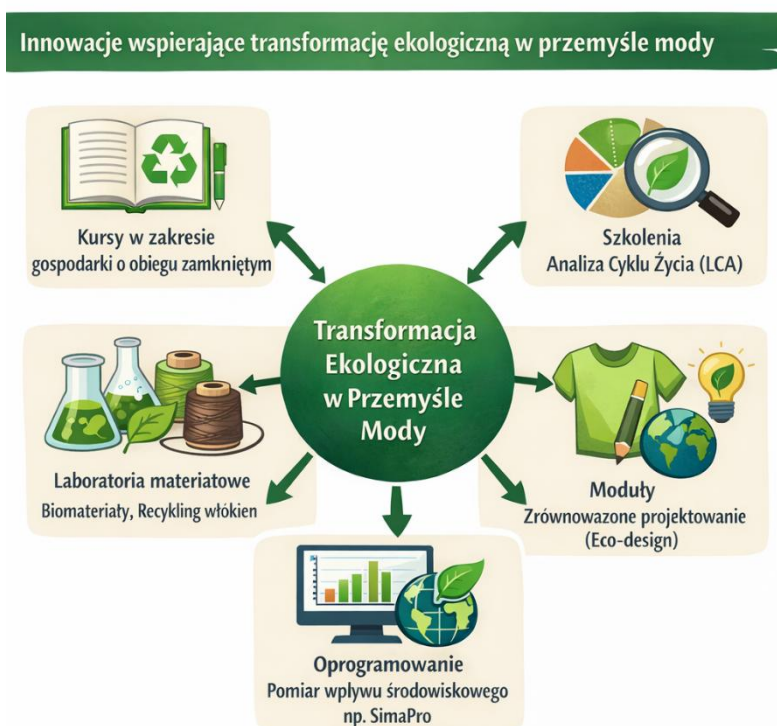
Zrównoważona produkcja i odpowiedzialność środowiskowa przejawia się w stosowaniu materiałów przyjaznych środowisku, optymalizacji procesów technologicznych oraz wdrażaniu gospodarki o obiegu zamkniętym. Dobrą praktyką jest wybór tkanin ekologicznych tj. surowców o niższym śladzie środowiskowym (np. bawełna organiczna, len, konopie, tencel/lyocell, włókna celulozowe nowej generacji, włókna z recyklingu) czy też ograniczenie stosowania materiałów wysokoemisyjnych oraz rosnący udział materiałów z recyklingu (poliester rPET, włókna regenerowane z odpadów włókienniczych). Ponadto eliminacja komponentów trudnych w recyklingu oraz ograniczenie mieszanek włókien utrudniających utylizację, jak również wybór

surowców lokalnych są również zaliczane do działań prośrodowiskowych [2–5]. Procesy technologiczne należy projektować/zoptymalizować w ten sposób aby ograniczyć zużycie wody (np. technologie bezwodne lub nisko wodne), obniżyć emisję CO₂ poprzez wybór energooszczędnych urządzeń i zielonej energii, zredukować ilość stosowanych chemikaliów oraz stosować certyfikację potwierdzającą bezpieczeństwo chemiczne np. OEKO-TEX Standard 100, GOTS, Bluesign [6, 7].

Wśród innowacji wspierających transformację ekologiczną (Rys. 3) można wyróżnić [12–16]:

- kursy w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym,
- szkolenia dotyczące analizy cyklu życia (*Life cycle assessment*, LCA),
- laboratoria materiałowe (biomateriały, recykling włókien),
- moduły dotyczące zrównoważonego projektowania (eco-design),
- oprogramowanie do pomiaru wpływu środowiskowego np. SimaPro.

Wraz z rosnącymi wymaganiami regulacyjnymi Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska oraz gospodarki o obiegu zamkniętym oraz presją konsumentów i rynku pracy, rośnie potrzeba rozwijania kompetencji ekologicznych, cyfrowych i projektowych zarówno wśród studentów, jak i pracowników branży mody. Transformacja ekologiczna i cyfrowa stają się kluczowymi kierunkami rozwoju sektora mody, a tempo zmian wyraźnie pokazuje, że dla utrzymania konkurencyjności branża musi rozwijać nowe kompetencje, modele pracy oraz zasoby wiedzy. Jednocześnie na rynku pojawia się coraz więcej innowacyjnych rozwiązań edukacyjnych, takich jak: platformy VR/AR do edukacji, narzędzia 3D i cyfrowe prototypowanie, kursy micro-credentialing, programy dla firm dotyczące zerowej emisyjności, laboratoria edukacyjne z zakresu recyklingu i materiałoznawstwa czy też moduły szkoleniowe oparte o sztuczną inteligencję.



Rys. 3 Innowacje wspierające transformację ekologiczną w przemyśle mody (na podst. [12–16]).

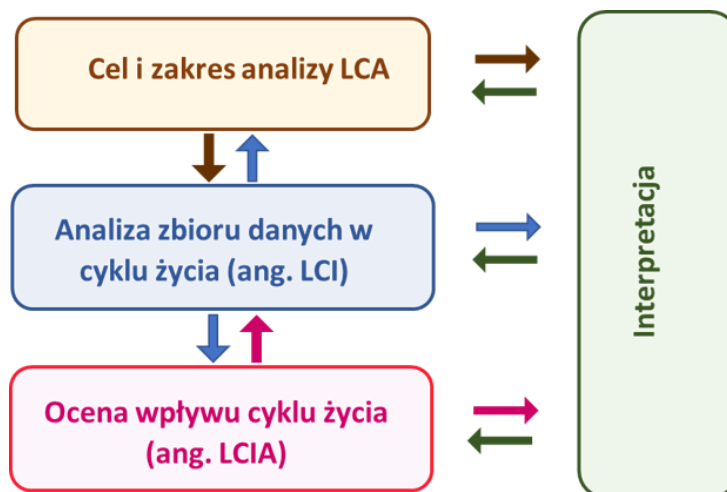
2.1. Gospodarka o obiegu zamkniętym

Podstawowym modelem gospodarki jest model liniowy, czyli tradycyjny sposób funkcjonowania systemów produkcji i konsumpcji, który opiera się na schemacie: Weź-Wyprodukuj-Zużyj-Wyrzuć. W modelu tym surowce są wydobywane, przetwarzane w produkty, używane przez konsumentów, a następnie usuwane jako odpady po zakończeniu ich cyklu życia. Model ten nie zakłada odzysku ani ponownego wykorzystania zasobów, co prowadzi do nadmiernej eksploatacji środowiska i generowania dużej ilości odpadów. Model liniowy cechuje się jednokierunkowym przepływem zasobów, krótkimi cyklami życia produktów, brakiem systemowego odzysku

materiałów, wysokim zużyciem energii i surowców, co w konsekwencji prowadzi do dużego obciążenia środowiska. Przeciwnością modelu liniowego jest Gospodarka o Obiegu Zamkniętym (GOZ, z ang. *Circular Economy* tj. gospodarka cyrkularna). GOZ jest to model biznesowy, który minimalizuje zużycie surowców oraz powstawanie odpadów. W przeciwieństwie do tradycyjnego modelu liniowego GOZ zakłada, że produkty, materiały i surowce powinny pozostawać w gospodarce jak najdłużej. Celem GOZ jest zachowanie wartości produktów, materiałów i zasobów w gospodarce tak długo, jak to możliwe, przy jednoczesnym minimalizowaniu ilości odpadów. Jej celem jest również zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i poziomu wykorzystania energii. GOZ opiera się na zasadach zrównoważonego rozwoju, efektywnego wykorzystania zasobów oraz ochrony środowiska. GOZ jest istotnym elementem polityki klimatycznej i środowiskowej Unii Europejskiej, a także strategii zrównoważonego rozwoju w Polsce. Wśród kluczowych założeń GOZ należy wymienić: projektowanie produktów z myślą o recyklingu i ponownym użyciu, wydłużenie cyklu życia produktów, minimalizację odpadów, zamknięcie pętli materiałowej (odpady stają się surowcem) oraz efektywne wykorzystanie zasobów naturalnych. Wdrożenie GOZ w sektorze mody oznacza rozwój usług naprawy, wynajmu, odsprzedaży oraz recyklingu odzieży czy też wykorzystanie materiałów z recyklingu w produkcji. Wśród korzyści ze stosowania tego modelu należy wymienić: ograniczenie ilości odpadów tekstylnych, zmniejszenie zużycia surowców pierwotnych, redukcja emisji CO₂, wydłużenie cyklu życia produktu. Cykl życia produktu (ang. *Life Cycle*) to kolejne etapy istnienia produktu od jego wytworzenia aż do utylizacji lub recyklingu. Do głównych etapów cyklu życia produktu należą: pozyskanie surowców (wydobycie i transport materiałów), produkcja (proces wytwarzania produktu w fabryce), dystrybucja (transport do punktów sprzedaży lub klienta), użytkowanie (korzystanie z produktu przez konsumenta), koniec życia (utylizacja, recykling lub składowanie odpadów). Do oceny produktu i jego cyklu życia stosowana jest analiza cyklu życia (z ang. *Life Cycle Assessment*, LCA). LCA to

kompleksowa metoda analizy wpływu produktów/usług/organizacji na środowisko (ekosystem, zasoby naturalne i zdrowie człowieka) przez cały jego cykl życia (począwszy od pozyskiwania surowców, poprzez produkcję, dystrybucję, użytkowanie, aż po utylizację), uwzględniające ślad węglowy i środowiskowy. Zgodnie z normą ISO 14040, LCA jest techniką oceny aspektów środowiskowych i potencjalnych wpływów na środowisko w całym okresie życia wyrobu (od kołyski do grobu) [17]. LCA pomaga w ustaleniu środków zaradczych ukierunkowanych na eliminację szkodliwego wpływu produktu/procesu/organizacji w całym jego cyklu życia lub na poszczególnych etapach, usuwając przyczynę, a nie jedynie skutki. Zgodnie z normą ISO 14040 analiza LCA obejmuje cztery główne etapy (Rys. 4) [17] :

1. określenie celu i zakresu (*Goal and Scope Definition*):
 - zdefiniowanie celu analizy (np. porównanie produktów, ocena wpływu na środowisko),
 - ustalenie granic systemu (od „kołyski do grobu”, „kołyski do bramy” itp.),
 - wybór jednostki funkcjonalnej (np. 1 kg produktu, 1 kWh energii itp.),
2. analiza inwentaryzacyjna (*LCI – Life Cycle Inventory*):
 - zebranie danych dotyczących wszystkich wejść (surowce, energia) i wyjść (emisje, odpady) w całym cyklu życia,
 - tworzenie bilansu materiałowo-energetycznego dla procesu lub produktu,
3. ocena wpływu (*LCIA – Life Cycle Impact Assessment*):
 - przekształcenie danych z inwentaryzacji w kategorie wpływu (np. globalne ocieplenie, zakwaszenie, eutrofizacja),
 - charakterystyka, normalizacja i ewentualna ważność kategorii wpływu,
4. interpretacja wyników (*Interpretation*):
 - analiza i wnioski z wyników LCI i LCIA,
 - identyfikacja kluczowych etapów cyklu życia, rekomendacje dla projektowania lub strategii,
 - ocena niepewności i spójności danych.



Rys. 4 Zakres i etapy analizy LCA [na podst. 17].

Jednym z modeli, który należałoby stosować w sektorze mody jest model „*Cradle to Cradle*” czyli projektowanie „*od kołyski do kołyski*”. Model ten jest stosowany w projektowaniu przemysłowym, produkcji, środowisku miejskim, systemie społecznym i wielu innych. Model „*od kołyski do kołyski*” to koncepcja projektowania produktów i procesów w taki sposób, aby materiały nigdy nie stawały się odpadem, lecz nieustannie krążyły w zamkniętym obiegu technologicznym. Zastosowanie modelu „*Cradle to Cradle*” podczas tworzenia kolekcji zapewnia wzrost poziomu zrównowżenia w łańcuchu dostaw w branży modowej i rozpoczyna się od projektu, w którym użyto starannie dobrane tekstylia, a kończy się na uwzględnieniu zużycia energii podczas produkcji. Projektant od samego początku bierze pod uwagę nie tylko aspekty ekonomiczne, ale także środowiskowe i społeczne [18].

Wśród działań wdrażających gospodarkę o obiegu zamkniętym należy wymienić stosowanie procesów odzysku włókien (recykling chemiczny i mechaniczny), upcycling np. odpadów poprodukcyjnych, czy też tworzenie zamkniętych cykli życia produktu, od projektu do ponownego zastosowania [6, 7]. Na szczególną uwagę zasługuje

upcycling, który jest nie tylko trendem, ale też nowym wymiarem nowoczesnej mody. W branży modowej upcycling jest procesem polegającym na kreatywnym wykorzystaniu istniejących zasobów, czyli: tkanin, odzieży, obuwia i dodatków, które w innej sytuacji trafiłyby na śmietnik (Rys.5).



Rys.5 Zastosowanie upcyklingu w branży modowej (na podst.[19–26]).

Niezwykle ważnym aspektem są relacje z klientem i nowe modele biznesowe w tym modelem wspierające zrównoważoną konsumpcję np. wynajem odzieży, subskrypcje i second-hand premium, serwisy napraw i odświeżania produktów, programy lojalnościowe premiujące zachowania klientów oparte na odpowiedzialnej konsumpcji (np. punkty za naprawy), wysoka jakość obsługi i szybkie, ekologiczne dostawy.

Wśród dobrych praktyk w zakresie zarządzania odpadami i logistyki zwrotnej jest między innymi minimalizacja odpadów poprzez precyzyjne krojenie redukujące ilość ścinków, recykling poprodukcyjny i ponowne wykorzystanie materiałów (ścinki, odpady włókiennicze) oraz komponentów (guzików, suwaków, etykiet), wprowadzenie programów odbioru odzieży (systemy *take-back* dla klientów, współpraca z organizacjami zajmującymi się selekcją, sortowaniem i przetwarzaniem odzieży), jak również projektowanie produktów z myślą o recyklingu (monomateriały, łatwe do demontażu elementy) [10, 27].

Wśród dobrych praktyk w zakresie zarządzania marką, trendami i strategią kolekcji należy wymienić przemyślane planowanie kolekcji (kolekcje kapsułowe ograniczające liczbę modeli, mniejsze serie testowe, adaptacja produkcji na podstawie danych sprzedażowych, pogłębiona analiza trendów zamiast agresywnego *fast-fashion*) [28]. Ważna jest również autentyczność i odpowiedzialność marki co przekłada się na wiarygodną komunikację ESG, unikanie *greenwashingu* poprzez poparte dowodami deklaracje środowiskowe oraz współpracę z lokalnymi projektantami i rzemieślnikami [11].

2.2. Ekoprojektowanie produktów

Ekoprojektowanie (ang. *ecodesign*) stanowi zintegrowane podejście do projektowania produktów i usług, polegające na systematycznym uwzględnianiu aspektów środowiskowych na wszystkich etapach cyklu życia, począwszy od pozyskania surowców, poprzez produkcję i użytkowanie, aż po zagospodarowanie po zakończeniu eksploatacji. Kluczowym celem tego podejścia jest minimalizacja negatywnego

oddziaływania na środowisko przy jednoczesnym zachowaniu funkcjonalności, jakości oraz opłacalności ekonomicznej produktu [29, 30]. W literaturze przedmiotu, ekoprojektowanie definiowane jest również jako holistyczny proces uwzględniania aspektów środowiskowych w projektowaniu i rozwoju wyrobów, prowadzący do poprawy ich charakterystyki ekologicznej w całym cyklu życia. Podkreśla się przy tym, że decyzje podejmowane na etapie projektowania determinują nawet ponad 80% całkowitego wpływu produktu na środowisko [31]. Istotnym elementem rozwoju koncepcji ekoprojektowania jest jej silne powiązanie z systemami zarządzania środowiskowego. Międzynarodowa norma ISO 14006:2020 dostarcza wytycznych dotyczących integrowania zasad ekoprojektowania w systemach zarządzania środowiskowego, zgodnych z normą ISO 14001. Norma ta wskazuje, że ekoprojektowanie powinno być traktowane jako proces ciągłego doskonalenia, obejmujący wszystkie aspekty środowiskowe produktów, nad którymi organizacja ma kontrolę lub wpływ [32]. Ekoprojektowanie jest ważnym zagadnieniem, które ma na celu projektowanie bardziej zrównoważonych i energooszczędnych produktów o zamkniętym cyklu życia. Jednym z dokumentów Unii Europejskiej w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym, który ustanawia ramy prawne określania wymogów dotyczących ekoprojektu dla poszczególnych kategorii produktów, jest Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1781 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram ustalania wymogów ekoprojektu w odniesieniu do zrównoważonych produktów oraz zmiany dyrektywy (UE) 2020/1828 i rozporządzenia (UE) 2023/1542 i uchylenia dyrektywy 2009/125/WE [33]. Ekoprojektowanie polega na uwzględnianiu wpływu środowiskowego produktu już na etapie jego projektowania, a wymogi dotyczące ekoprojektu obejmują, odpowiednio względem kategorii produktów podlegających regulacji, następujące kwestie [34]:

- trwałość produktów, ich niezawodność, zdatność do ponownego użycia, możliwość rozbudowy, możliwość naprawy, łatwość konserwacji i odnawiania,

- ograniczenia dotyczące obecności substancji, które zmniejszają możliwość wykorzystywania produktów i materiałów w obiegu zamkniętym,
- zużycie energii lub efektywność energetyczna produktów,
- zużycie zasobów lub zasobooszczędność produktów,
- minimalna zawartość materiałów z recyklingu w produktach,
- łatwość demontażu, regeneracji i recyklingu produktów i materiałów,
- wpływ produktów na środowisko w całym cyklu życia, w tym ich ślad węglowy i środowiskowy,
- zapobieganie powstawaniu odpadów, w tym odpadów opakowaniowych, i ograniczanie ich ilości.

Kluczowym narzędziem wspierającym ekoprojektowanie jest LCA, która umożliwia ilościową analizę wpływu produktu na środowisko i identyfikację etapów generujących największe obciążenia. Integracja LCA z procesem projektowym pozwala na podejmowanie racjonalnych decyzji projektowych i skuteczną redukcję wpływu środowiskowego wyrobów [35, 36]. Zasady i narzędzia stosowane w ekoprojektowaniu przedstawiono na Rys.6.

Ekoprojektowanie odgrywa kluczową rolę w transformacji gospodarki w kierunku modelu zrównoważonego i cyrkularnego. Stanowi narzędzie umożliwiające ograniczenie presji na środowisko naturalne, redukcję emisji gazów cieplarnianych, efektywniejsze wykorzystanie zasobów, rozwój innowacji technologicznych i ekoinnowacji, jak również dostosowanie produktów do wymogów regulacyjnych oraz rynkowych. Obecnie, ekoprojektowanie nie jest już wyłącznie dobrowolną praktyką, lecz staje się obowiązkowym elementem strategii przedsiębiorstw funkcjonujących w UE, szczególnie w kontekście wdrażania polityk ESG i Europejskiego Zielonego Ładu [33]. Ekoprojektowanie w branży modowej to kluczowy element transformacji sektora w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Obejmuje ono zarówno dobór materiałów, proces produkcji, jak i sposób użytkowania oraz „drugie życie” produktów.

Dzięki temu moda może być mniej obciążająca dla środowiska, a jednocześnie bardziej odpowiedzialna społecznie. Zarządzanie jakością i trwałością wyrobów jest związane z projektowaniem z myślą o długowieczności np. stosowanie wzmocnionych szwów i trwałych komponentów (zamki, guziki), klasycznych i ponadczasowych krojów o wydłużonym cyklu życia, możliwościach naprawy i łatwej wymiany elementów, modułowych kolekcjach pozwalających na miksowanie elementów. Dobrą praktyką jest standaryzacja jakości tj. stosowanie wewnętrznych regulaminów jakościowych (testy wytrzymałościowe, odporności na pranie, piling), norm branżowych ISO dotyczące tekstyliów i produkcji odzieży, systemów oceny trwałości produktów [6, 37].



Rys.6 Zasady i narzędzia stosowane w ekoprojektowaniu [34].

Ponadto, Dobrą praktyką jest wprowadzenie standardów etycznych i społecznych począwszy od uczciwych warunków pracy (przestrzeganie norm BHP i uczciwego wynagrodzenia w całym łańcuchu dostaw, audyty etyczne), eliminacji praktyk związanych z pracą przymusową lub pracą nieletnich, skończywszy na unikaniu nadprodukcji związanej z tzw. *fast-fashion* [8].

2.3. Zrównoważone materiały

Zrównoważone materiały (*sustainable textiles*) definiuje się jako włókna i tkaniny, które minimalizują wpływ środowiskowy w całym cyklu życia produktu, od pozyskania surowca po koniec użytkowania [38]. Kluczowe parametry brane pod uwagę podczas oceny zrównoważenia materiałów obejmują zużycie wody, emisję CO₂, zużycie energii, toksyczność chemiczną, możliwość recyklingu i biodegradacji. Materiały zrównoważone redukują zużycie zasobów i zanieczyszczenia względem konwencjonalnych włókien [38]. Najważniejsze certyfikacja i standardy potwierdzające zrównoważony charakter materiałów to GOTS (*Global Organic Textile Standard*, dla tekstyliów organicznych), OEKO-TEX® (potwierdzający brak substancji szkodliwych), bluesign® (potwierdzający bezpieczeństwo procesu produkcji), FSC (potwierdzający zrównoważone źródło surowców drzewnych) [39, 40]. Rosnące znaczenie mają materiały o obniżonym śladzie środowiskowym, takie jak: bawełna organiczna, włókna z recyklingu, poliester z recyklingu, materiały pochodzenia biologicznego oraz alternatywy dla skóry naturalnej. Jednym z liderów wdrażania materiałów alternatywnych jest Marka Stella McCartney, ograniczania wykorzystania skóry naturalnej oraz zwiększania udziału materiałów pochodzących z recyklingu [22]. Zrównoważone materiały w modzie można podzielić na trzy główne grupy: materiały naturalne o obniżonym wpływie, materiały celulozowe (*man made cellulosic fibers*) oraz materiały z recyklingu i innowacyjne. Wśród materiałów naturalnych o obniżonym wpływie wyróżnić należy bawełnę organiczną, len i konopie. Bawełna organiczna

uprawiana bez pestycydów i nawozów syntetycznych, może zużywać nawet do 91% mniej wody niż konwencjonalna bawełna [39]. Len i konopie wymagają mało wody i chemikaliów, wykazują wysoką biodegradowalność i trwałość. Konopie mogą dodatkowo pochłaniać dwutlenek węgla (efekt sekwestracji węgla) [38]. Materiały celulozowe to przede wszystkim TENCEL™ (lyocell) oraz wiskoza. TENCEL™ produkowany jest z pulpy drzewnej i jest materiałem biodegradowalnym, cechującym się niskim zużyciem chemikaliów. Zastosowanie procesu „closed-loop” odzyskuje ponad 99% rozpuszczalników [39, 40]. Wiskoza, ulepszona ekologicznie, produkowana jest z zastosowaniem nowoczesnych procesów ograniczających emisje i zużycie wody. Kluczową zmianą w stosunku do tradycyjnej wiskozy jest zastosowanie bardziej kontrolowanych procesów technologicznych oraz certyfikowanych źródeł surowca (np. drewna z lasów zarządzanych zgodnie z FSC), co ogranicza degradację środowiska i ryzyko wylesiania. Pomimo tych usprawnień, wpływ środowiskowy wiskozy nadal zależy od sposobu jej wytwarzania - szczególnie od stosowanych rozpuszczalników i efektywności ich odzysku. Dlatego ekologiczna wiskoza stanowi rozwiązanie pośrednie między tradycyjnymi włóknami syntetycznymi a bardziej zaawansowanymi materiałami, takimi jak lyocell, który wykorzystuje niemal zamknięty obieg chemikaliów [38, 41]. Wśród materiałów z recyklingu i innowacyjnych należy wyróżnić recyklingowany poliestr (rPET), recyklingowany nylon (ECONYL®), czy też materiały bio-innowacyjne. Recyklingowany poliestr produkowany jest z odpadów plastikowych (np. butelek) i może generować nawet ok. 70% mniej emisji niż poliestr pierwotny, ogranicza ilość odpadów, ale problemem w dalszym ciągu pozostaje mikroplastik [38, 39]. ECONYL® powstaje z odpadów (np. sieci rybackie), przez co przyczynia się do zmniejszenia zapotrzebowania na surowce kopalne [39]. Wśród materiałów bio-innowacyjnych można wyróżnić Piñatex (materiał z włókien liści ananasa), skóry z grzybni (mycelium) czy też bio-polimery (np. włókna z alg). Materiały te ograniczają użycie produktów zwierzęcych i syntetycznych [42].

Materiały zrównoważone są kluczowe dla przejścia do gospodarki o obiegu zamkniętym w której odpady są surowcem, a produkty projektuje się pod kątem recyklingu, co w konsekwencji wydłuża się cykl życia odzieży. Problemem jest zjawisko określane jako *greenwashing*, czyli praktyka marketingowa polegająca na wprowadzaniu konsumentów w błąd poprzez sugerowanie, że produkt, usługa lub działalność firmy jest bardziej przyjazna dla środowiska, niż jest w rzeczywistości. Szacuje się, że nawet ok. 39% deklaracji ekologicznych może być wprowadzających w błąd [43]. Ponadto, problemy w stosowaniu zrównoważonych materiałów mogą wynikać z ograniczeń technologicznych np. trudności w recyklingu mieszanek włókien czy też emisji mikroplastiku z materiałów syntetycznych, jak również są związane z kosztami, między innymi wyższymi kosztami produkcji materiałów ekologicznych oraz ograniczoną dostępnością certyfikowanych surowców. Zrównoważone materiały stanowią kluczowy element transformacji branży modowej. Ich zastosowanie pozwala ograniczyć emisje i zużycie zasobów, zmniejszyć ilość odpadów tekstylnych, wspierać modele gospodarki cyrkularnej. Jednak, należy pamiętać, że rzeczywisty efekt środowiskowy zależy od całego łańcucha wartości, nie tylko od materiału, ale także produkcji, transportu i użytkowania.

3. Transformacja cyfrowa w dziedzinie moda

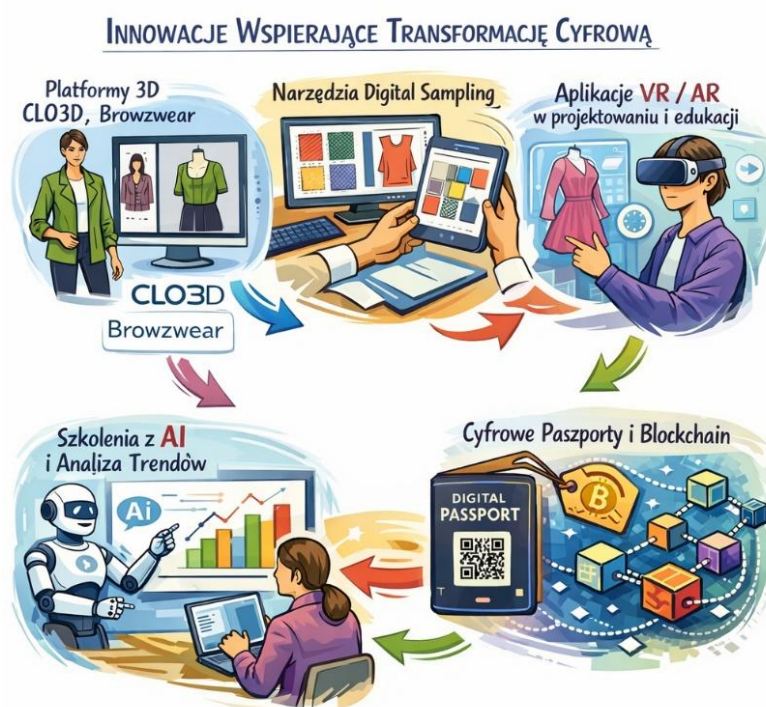
Transformacja cyfrowa w branży modowej przejawia się głównie na cyfrowym projektowaniu i prototypowaniu. Zastosowanie cyfrowego prototypowania w tym modelu 3D design przyczynia się do mniejszej ilości fizycznych prób i skrócenia czasu przygotowania kolekcji. Zastosowanie wirtualnych przymierzalni pomaga zmniejszyć zwroty i liczbę fizycznych prototypów, natomiast symulacje tkanin w środowisku cyfrowym pomagają obniżyć koszty i zmniejszyć ilość odpadów [1].

Różnego rodzaju rozwiązania technologiczne pozwalają optymalizować łańcuch dostaw np. wykorzystanie SI/AI do przewidywania popytu zmniejsza nadprodukcję, technologie RFID i IoT pomagają śledzić zapasy i przepływy magazynowe, natomiast

cyfrowe paszporty produktów zwiększają transparentność. Wśród innowacji wspierających transformację cyfrową (Rys. 7) można wyróżnić [44–47]:

- platformy 3D (Clo3D, Browzwear),
- narzędzia digital sampling,
- aplikacje VR/AR w projektowaniu i edukacji,
- szkolenia z AI w projektowaniu i analizie trendów,
- cyfrowe paszporty produktów i technologie blockchain.

Istnieją również innowacje hybrydowe łączące w sobie rozwiązania ekologiczne i cyfrowe. Można do nich zaliczyć różnego rodzaju symulacje wpływu środowiskowego w projektowaniu 3D, platformy e-learningowe integrujące moduły ekologiczne i cyfrowe czy też programy szkoleniowe oparte o dane i automatyzację procesów.



Rys. 7 Innowacje wspierające transformację cyfrową w przemyśle mody (na podst. [44–47]).

3.1. Cyfrowe paszporty produktów

Cyfrowy Paszport Produktu (DPP) umożliwia identyfikację i powiązanie produktów z danymi istotnymi z punktu widzenia obiegu zamkniętego i zrównoważonego charakteru tych produktów (Rys. 8). DPP jest to nowe, unijne narzędzie, które od 2026 roku zaczęło stopniowo obowiązywać w wielu branżach. Jego celem jest zapewnienie pełnej przejrzystości informacji o produkcie, od pozyskania surowców, przez produkcję, użytkowanie, aż po recykling. Jest to kluczowy element Rozporządzenia (UE) 2024/1781 (ESPR) dotyczącego zrównoważonych produktów [33]. Cyfrowe paszporty produktów stanowią jedno z najważniejszych narzędzi wspierających transformację branży modowej. Pionierem cyfrowego paszportu produktów upcyklingowych w Polsce jest INTU. Produkty z kolekcji Renewed otrzymują tag NFC oraz kod QR, dzięki czemu klient może sprawdzić pochodzenie materiału, proces rekonstrukcji oraz dane środowiskowe [48]. Wśród korzyści wdrożenia DPP należy wymienić: zwiększenie transparentności, przeciwdziałanie *greenwashingowi*, wsparcie gospodarki obiegu zamkniętego oraz poprawę identyfikowalności produktów. W branży modowej DPP ma szczególne znaczenie, ponieważ pozwala śledzić pochodzenie tkanin, ocenić ich wpływ środowiskowy oraz ułatwia recykling tekstyliów. W przyszłości może być obowiązkowy dla wielu produktów w UE, wspierając ekoprojektowanie i ograniczanie *greenwashingu*.

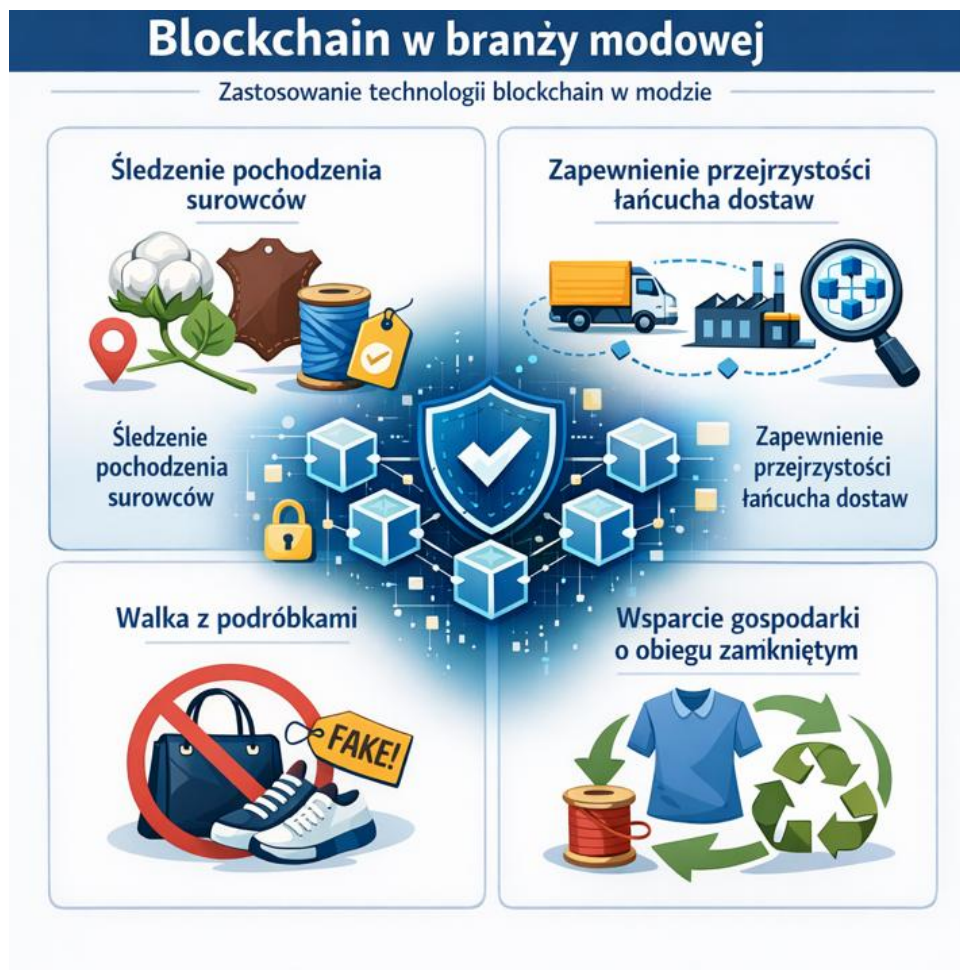


Rys.8. Cyfrowy paszport produktu i informacje w nim zawarte (na podst. [33, 48]).

3.2. Blockchain i identyfikowalność

Blockchain to rozproszona, zdecentralizowana baza danych, w której informacje są zapisywane w postaci bloków połączonych kryptograficznie. Raz zapisane dane są bardzo trudne do zmiany, co zwiększa ich wiarygodność i bezpieczeństwo. Blockchain przyczynia się do zwiększenia transparentności i wiarygodności danych, poprawy identyfikowalności produktów, ograniczenia ryzyka fałszerstw, wzrostu zaufania konsumentów oraz wsparcia realizacji strategii zrównoważonego rozwoju i wymagań regulacyjnych. Pomimo licznych zalet blockchain nie gwarantuje automatycznie prawdziwości danych. Jeśli błędne informacje zostaną wprowadzone do systemu, pozostaną w nim zapisane. Dlatego skuteczność technologii zależy od jakości gromadzonych danych, współpracy wszystkich uczestników łańcucha dostaw oraz standaryzacji procesów. W branży modowej technologia ta znajduje zastosowanie głównie w obszarze identyfikowalności (*traceability*), przejrzystości łańcucha dostaw

oraz potwierdzania autentyczności produktów (Rys. 9). Identyfikowalność oznacza możliwość śledzenia pochodzenia materiałów i historii produktu w całym łańcuchu dostaw, począwszy od surowca (np. włókna, bawełny), przez przetwarzanie, produkcję, aż po sprzedaż. W branży modowej, która opiera się na skomplikowanych i globalnych łańcuchach dostaw, jest to szczególnie trudne, ale kluczowe dla zapewnienia odpowiedzialności środowiskowej i społecznej [49]. Wśród korzyści zastosowania tej technologii należy wymienić: możliwość śledzenia produktu od producenta do klienta, ograniczenie ryzyka podróbek, poprawa jakości raportowania ESG oraz zwiększenie wiarygodności deklaracji środowiskowych. Współczesne łańcuchy dostaw w przemyśle odzieżowym są bardzo złożone. Produkcja jednej sztuki odzieży może obejmować pozyskanie surowca, przędzenie, tkanie, farbowanie, szycie, transport i sprzedaż realizowane przez firmy z różnych krajów. Taka złożoność utrudnia kontrolę pochodzenia materiałów oraz warunków produkcji. Blockchain umożliwia rejestrowanie informacji o każdym etapie procesu, tworząc cyfrową historię produktu dostępną dla producentów, dystrybutorów i konsumentów [50]. Przykładem dobrej praktyki w w/w zakresie jest Aura Blockchain Consortium, międzynarodowa organizacja założona przez największe marki luksusowe, której celem jest wykorzystanie technologii blockchain do zwiększania przejrzystości, autentyczności i identyfikowalności produktów premium. Konsorcjum stworzyło wspólną platformę blockchain, która pozwala markom luksusowym: potwierdzać autentyczność produktów, śledzić pochodzenie i historię (materiałów, miejsca i etapy produkcji), budować zaufanie klientów (większa pewność co do jakości i etyki produkcji), wspierać zrównoważony rozwój oraz transparentność łańcucha dostaw pomaga (kontrolować emisje CO₂, zapobiegać nieetycznym praktykom) [51].



Rys.9. Zastosowania blockchain w branży mody (na podst. [49]).

Transparentna komunikacja pomaga uzyskać jasne informacje o pochodzeniu surowców, składzie, procesie produkcji, śladzie środowiskowym i certyfikatach, jak również może dostarczać konsumentom odpowiedniej wiedzy w zakresie dbałości o odzież i jej długowieczność [10]. Ponadto, należy zwrócić uwagę na transparentność łańcucha dostaw: publikacja listy fabryk i partnerów, systemy śledzenia pochodzenia surowców, raportowanie działań ESG i wyników audytów. Przejrzystość łańcuchów dostaw w odniesieniu do tekstyliów powinna stać się powszechnym celem powiązanim ze szczegółowym raportowaniem zrównoważonego rozwoju [9]. W

osiąganiu tego celu kluczową rolę odgrywają szkolenia, edukacja, tworzenie sieci i stowarzyszeń.

3.3. Sztuczna inteligencja

Sztuczna inteligencja (*Artificial Intelligence, AI*) obejmuje technologie umożliwiające maszynom wykonywanie zadań wymagających zwykle ludzkiej inteligencji, takich jak analiza danych, rozpoznawanie obrazów, prognozowanie trendów czy generowanie nowych projektów. W branży modowej AI staje się jednym z kluczowych narzędzi wspierających projektowanie, produkcję, logistykę, sprzedaż oraz działania związane ze zrównoważonym rozwojem. Przykłady zastosowania sztucznej inteligencji w branży modowej przedstawiono na Rys.10. Branża modowa charakteryzuje się dużą zmiennością trendów, krótkimi cyklami życia produktów oraz koniecznością szybkiego reagowania na potrzeby klientów. AI umożliwia analizę ogromnych zbiorów danych pochodzących z mediów społecznościowych, sklepów internetowych, systemów sprzedażowych i łańcuchów dostaw, wspierając podejmowanie bardziej trafnych decyzji biznesowych [52]. Do najważniejszych korzyści zastosowania sztucznej inteligencji w branży modowej należy zaliczyć skrócenie czasu projektowania nowych kolekcji, lepsze prognozowanie popytu, ograniczenie nadprodukcji i strat magazynowych, redukcję kosztów operacyjnych, zwiększenie poziomu personalizacji produktów, poprawę doświadczeń zakupowych klientów, wsparcie realizacji celów zrównoważonego rozwoju. AI ma również pewne ograniczenia, do których należą konieczność dostępu do dużych zbiorów danych, wysokie koszty wdrożenia i utrzymania systemów, problemy związane z ochroną prywatności użytkowników, ryzyko błędów algorytmicznych oraz obawy dotyczące ograniczenia roli kreatywności człowieka w procesie projektowania. W literaturze naukowej podkreśla się, że sztuczna inteligencja może odgrywać istotną rolę w transformacji branży modowej w kierunku większej zrównoważoności. Szczególne znaczenie mają rozwiązania

związane z prognozowaniem popytu, optymalizacją produkcji, redukcją odpadów oraz wspieraniem gospodarki o obiegu zamkniętym [52–55].



Rys.10. Zastosowania sztucznej inteligencji w branży mody (na podst. [52–55]).

3.4. Cyfrowe bliźniaki produktów

Cyfrowy bliźniak produktu (tzw. *digital twin*) to cyfrowa, wirtualna reprezentacja rzeczywistego obiektu, procesu lub systemu, która odwzorowuje jego stan, zachowanie i historię na różnych etapach cyklu życia. Digital twin zbiera dane z rzeczywistego obiektu (np. czujniki, systemy IT) i odwzorowuje je cyfrowo (model 3D, baza danych, system analityczny), aktualizuje się w czasie rzeczywistym lub cyklicznie oraz umożliwia analizę, symulacje i prognozy. Cyfrowe bliźniaki umożliwiają tworzenie

wirtualnych odpowiedników produktów wykorzystywanych w procesach projektowych i sprzedażowych. W branży modowej cyfrowy bliźniak może przyjmować formę szczegółowego modelu 3D odzieży, obuwia lub akcesorium, powiązanego z informacjami dotyczącymi projektu, materiałów, produkcji, użytkowania i recyklingu [56]. Przemysł mody stoi obecnie przed wyzwaniami związanymi z nadprodukcją, wysokim zużyciem zasobów oraz presją na zwiększenie transparentności łańcuchów dostaw. Cyfrowe bliźniaki umożliwiają tworzenie i testowanie produktów w środowisku wirtualnym jeszcze przed rozpoczęciem produkcji fizycznej. Zastosowanie tego rozwiązania ogranicza liczbę fizycznych prototypów, skraca czasu projektowania, redukuje koszty oraz przyczynia się do zmniejszenia ilości odpadów (Rys.11).



Rys.11. Zastosowania *digital twins* w branży modowej (na podst. [57]).

Ponadto, może potwierdzać oryginalność produktu, przez co eliminuje podróbki [57]. Pomimo licznych zalet wdrażanie cyfrowych bliźniaków wymaga zaawansowanej infrastruktury informatycznej, integracji danych z wielu źródeł, wysokiej jakości modeli 3D, standaryzacji danych produktowych oraz odpowiedniego poziomu cyberbezpieczeństwa. Dodatkowym wyzwaniem są koszty wdrożenia oraz konieczność współpracy między projektantami, producentami i dostawcami technologii.

4. Przykłady dobrych praktyk

Przemysł mody stoi wobec szeregu problemów: nadprodukcji, generowania odpadów, zużycia wody, stosowania chemikaliów oraz braku transparentności łańcuchów dostaw. Przykładowo, branża tekstylna globalnie zużywa 215 bilionów litrów wody rocznie i generuje ogromne ilości odpadów tekstylnych. Globalnie produkuje się podwójną ilość włókien niż 20 lat temu, a 85% tekstyliów trafia na wysypiska [58, 59]. W odpowiedzi powstają liczne programy i innowacje wspierające zrównoważoną modę, zarówno lokalnie, jak i globalnie. Polskie marki coraz częściej wdrażają materiały organiczne, recykling tkanin oraz dbają o transparentność łańcucha dostaw, wspierając certyfikowanych dostawców (np. GOTS, Fair Trade). To wspiera lokalne społeczności i zmniejsza wpływ środowiskowy. W branży rozwija się wykorzystanie tkanin z recyklingu oraz alternatyw, takich jak len czy konopie. Firmy podejmują działania w duchu *zero waste*, redukując ilość odpadów produkcyjnych [60]. Polskie firmy muszą dostosowywać się do regulacji UE dotyczących ekoprojektowania i odpowiedzialności producentów. Raport „Zrównoważony Rynek Modowy” wskazuje m.in. obowiązek zwiększenia cyrkularności i raportowania działań środowiskowych [58].

Marki i projektanci tworzą nową gałąź branży: *upcycling*, czyli przekształcanie używanej odzieży i materiałów w przedmioty o jeszcze wyższej wartości. Projektanci, zamiast produkować nowe materiały, wykorzystują istniejące surowce i

zmieniają ich formę np. szyją z tkanin pochodzących ze starych ubrań. Przed upcyklingiem stoi jednak wiele wyzwań np. brak standaryzacji materiałów, wyższe koszty pracy ręcznej, ograniczona skalowalność produkcji. Pionierami upcyklingu w świecie mody są: Patagonia, Stella McCartney, E.L.V. Denim, Marine Serre, Re/done, Outerknown.

Patagonia od lat stosuje materiały z odzysku, w tym nylon i poliester z recyklingu, a część kolekcji opiera na przerabianiu używanych ubrań. Dodatkowo, firma inwestuje w technologie, które ograniczają zużycie wody w barwieniu tkanin, co również jest istotnym elementem ich zrównoważonego rozwoju. Patagonia stara się, aby ich produkty były nie tylko ekologiczne, ale także unikalne, co angażuje klientów w proces recyklingu i upcyklingu. Upcykling jest częścią strategii ekologicznej tej firmy. Patagonia wprowadziła również program „Worn Wear”, który umożliwia klientom oddawanie używanej odzieży na naprawę, co wydłuża cykl życia produktów, ogranicza odpady tekstylne i promuje odpowiedzialną konsumpcję [21]. Uszkodzony, czysty produkt marki klient może przynieść do jakiegokolwiek sklepu, który ma swojej ofercie asortyment firmy Patagonia. Następnie, pracownicy sklepu dokonują wstępnej oceny jego stanu i przesyłają go do centrum naprawczego w Amsterdamie, gdzie zajmą się nim eksperci Patagonii. Po kilku tygodniach towar jest stamtąd odsyłany bezpośrednio do klienta. Jeśli naprawa produktu nie jest możliwa, klient dostaje opcję jego zwrotu lub recyklingu. Koszt wyżej wymienionych działań ponosi Patagonia. Akcje darmowej naprawy odzieży outdoorowej w Polsce są również organizowane w ramach różnych wydarzeń i festiwali oraz poprzez specjalne akcje w sklepach, które prowadzą sprzedaż produktów Patagonii [61]. Dzięki wyżej opisanym działaniom udało się wycofać ponad milion funtów odzieży z wysypisk, co czyni Patagonię liderem działań cyrkularnych [62].

Stella McCartney, jest jedną z luksusowych marek, która konsekwentnie rozwija projekty oparte na ekologicznych materiałach i upcyklingu [63]. Firma upcykling łączy z estetyką luksusu, wysoką innowacyjnością materiałową i radykalną odpowiedzialność środowiskową [22]. Kolekcje McCartney często mają wymiar aktywistyczny, a upcykling służy nie tylko estetyce, ale też komunikowaniu ważnych problemów środowiskowych. Przykładem może być kolekcja z upcyklingu zaprezentowana w Paryżu, będąca częścią kampanii „There She Grows”, poświęconej ochronie zagrożonego ekosystemu Leuser w Indonezji [63]. Firma nie ogranicza się do prostego przetwarzania odpadów, lecz również rozwija zaawansowane, bardziej wartościowe materiały, w tym regenerowane włókna (Re.Verso™ cashmere), innowacyjne skóry roślinne (np. Mylo™ z grzybni czy apple leather), recycled / regenerated nylon Econyl®, alternatywy wolne od tworzyw sztucznych (np. Mirum®, sequiny z celulozy). Nie jest to klasyczny upcykling w sensie ręcznego przetwarzania odpadów, jednak upcykling systemowy gdzie odpady (tekstylne, roślinne, przemysłowe) stają się bazą do tworzenia materiałów premium [64]. W 2025 r. McCartney dołączyła do BioCircular Materials Alliance, inicjatywy przetwarzającej odpady biomateriałowe w materiały o wartości dodanej przy użyciu nowoczesnych technik, np. fermentacji mikrobiologicznej. To kolejne podejście do upcyklingu, gdzie z odpadów biologicznych powstają zaawansowane materiały nowej generacji [65].

E.L.V. Denim specjalizuje się w dżinsach tworzonych wyłącznie ze starych, nieużywanych spodni, łącząc różne fragmenty w nowoczesne projekty. Model biznesowy i proces projektowy w tej firmie są oparte na zasadzie, że żadna nowa tkanina nie powinna być tworzona, jeśli można wykorzystać już istniejące materiały. Marka pozyskuje surowce wyłącznie z istniejących, używanych już ubrań np. używane dżinsy, koszule, jedwabne apaszki, bawełniane koszule. Materiały są wyszukiwane ręcznie w magazynach vintage na terenie Wielkiej Brytanii [23]. Ponadto, marka

współpracuje również z innymi firmami modowymi, przejmując ich *deadstock* oraz wieloletnie nadwyżki magazynowe w celu stworzenia nowych kolekcji. Co potwierdza, że upcykling może być skalowalny, rentowny i realizowany na poziomie luksusowym [66]. Pozyskane ubrania są rozkładane na części, a następnie przetwarzane w zupełnie nowe produkty o wartości premium, począwszy od dżinsów po sukienki, koszule, garnitury po akcesoria. Proces zakłada m.in.: ręczne cięcie materiału, parowanie tkanin o podobnych właściwościach a następnie szycie metodami tradycyjnego rzemiosła [66]. Firma stosuje zasadę *zero waste* tj. maksymalne wykorzystanie każdego elementu ubrania/materiału tj. najmniejsze skrawki są używane do akcesoriów lub przetwarzane na papier (np. metki, koperty, karty), skórzane etykiety pochodzą z resztek lokalnych garbarni, często z odpadów meblarskich, natomiast guziki i elementy metalowe są pozyskiwane wyłącznie z ekologicznej linii YKK [23]. E.L.V. Denim prezentuje często swoje podejście upcyklingowe podczas wydarzeń branżowych, m.in. London Fashion Week, gdzie przedstawiła wieczorową suknię z prześcieradeł hotelowych, spodnie i płaszcze tworzone z drobnych kawałków dżinsu oraz patchworkowe koszule i sukienki z łączonych materiałów [67]. Marka jest jednym z najbardziej konsekwentnych przykładów pełnego upcyklingu w modzie premium, pokazując, że z materiałów przeznaczonych do utylizacji można tworzyć produkty luksusowe o wysokiej trwałości i unikalnym charakterze.

Marine Serre wykorzystuje upcykling jako rdzeń swojej strategii projektowej i produkcyjnej. Jej podejście określane bywa jako *regenerative design* oraz *futurewear*. Marine Serre słynie z używania resztek tkanin, materiałów z magazynów i nadwyżek produkcyjnych do tworzenia kolekcji haute couture. Projektantka przetwarza nawet nieoczywiste materiały takie jak tkaniny domowe, stare ręczniki, tapety, chusty, a nawet zużyte sztuce, z których powstaje np. biżuteria. Około 50% kolekcji Marine Serre powstaje z materiałów zrecyklowanych lub upcyklingowych [68], a w jednej kolekcji aż

92% elementów tworzyły materiały regenerowane (70%) lub certyfikowane materiały zrównoważone (22%) [69]. Proces upcyklingu projektantka rozpoczyna od selekcji i obróbki potencjalnych materiałów. Kolejnym krokiem jest analiza materiałów i ich kreatywne zestawianie [70]. Pozyskane materiały są następnie cięte, łączone, zszywane i rekonstruowane w zupełnie nowe wyroby, często patchworkowe. Marine Serre tworzy z nich zarówno odzież couture, jak i ubrania sportowe, łącząc techniczność ze światem mody wysokiej [69]. W kolekcjach projektantki pojawiają się t-shirty, sukienki, bluzy i tuniki stworzone z regenerowanych grafik, domowych tkanin, szali jedwabnych czy odzieży technicznej [24]. Na prezentacji kolekcji 2023-2024 Serre pokazała trzy 8-metrowe instalacje złożone z ponad dwóch ton odzieży przeznaczonej do kolejnego przetworzenia [68]. Z kolei na Paris Fashion Week 2025 zaprezentowała suknię wykonaną z około 150 stalowych, upcyklingowanych bransoletek zegarkowych [71]. Marine Serre traktuje upcykling jako odpowiedź na kryzys klimatyczny, estetykę "anti-fashion" i narrację emocjonalną.

Re/done jest marką, która przerabia stare modele jeansów Levi's, bluz i odzieży sportowej, T-shirtów, obuwia dając im drugie życie w nowoczesnym wydaniu. Re/Done rozpoczęło działalność w 2014 roku, przerabiając stare jeansy Levi's na nowoczesne fasony. Każda para jest rekonstruowana ręcznie, z zachowaniem jakości i rzemiosła. Marka pozyskuje jeansy w USA, kupując tysiące sztuk odpadów tekstylnych. Proces produkcji wymaga mniejsze ilości wody, co znacząco zmniejsza ślad wodny. Szacuje się, że Re/Done upcyklowało ponad 200 000 par jeansów, oszczędzając ok. 1,75 mln galonów wody [25].

Outerknown skupia się na odzyskiwaniu włókien i tworzeniu ubrań z materiałów pochodzących z odpadów tekstylnych. Marka współpracuje z Project Vermont, inicjatywą zajmującą się upcyklingiem odpadów tekstylnych, które w innym przypadku trafiłyby na wysypiska. Ponadto, Outerknown prowadzi własny program Outerworn,

który umożliwia klientom odsprzedaż i zakup używanych produktów marki, co przyczynia się do ograniczenia odpadów tekstylnych, utrzymując odzież w obiegu jak najdłużej [26]. Ciekawym rozwiązaniem jest zastosowanie przez Outerknown materiału NetPlus® (produkcji Bureo), który jest wykonany w 100% z wycofanych z użytku sieci rybackich, wylawianych z oceanów. Choć technicznie jest to recykling, proces jest częścią strategii upcyklingu funkcjonalnego, ponieważ odpady stają się wysokiej klasy tkaniną na boardshorty i akcesoria. Marka stosuje również ECONYL®, włókno powstające z regeneracji odpadów nylonowych, m.in. starych sieci rybackich, dywanów i resztek produkcyjnych. W 2025 roku marka wprowadziła nowy strój kąpielowy wykonany w 78% z ECONYL®, co wpisuje się w ideę upcyklingu surowców pierwotnie uznanych za odpad. Outerknown stosuje system napraw, wymiany lub recyklingu jeansów SEA Jeans w ramach programu gwarancyjnego. Każda para może wrócić do marki w celu dalszego przetworzenia zamiast trafić do odpadów. [72].

Wśród marek modowych, które wprowadziły działania w obszarze gospodarki o obiegu zamkniętym są między innymi Eileen Fisher, H&M oraz Levi Strauss & Co, Kappahl Group i inne. **Eileen Fisher** wprowadziła program Renew oraz inne powiązane inicjatywy wykorzystujące pełne spektrum działań: od ponownego wykorzystania przez naprawy, po upcykling i tworzenie nowych produktów z materiałów niesprzedawalnych [62]. Zebrane ubrania są następnie sortowane, czyszczone i kierowane do ponownego użycia, naprawy lub upcyklingu. Program Renew odzyskuje rocznie 250–300 tys. sztuk odzieży. Od początku działania Renew marka zebrała ponad 2 miliony ubrań [73]. Marka **H&M**, inwestuje w recykling tekstyliów oraz pełną transparentność łańcucha dostaw. Program zwrotu ubrań pozwala klientom oddawać zużyte elementy w zamian za korzyści zakupowe. W ramach programu zebrano już ponad 172 000 ton tekstyliów na świecie [74]. H&M podpisało wieloletnią umowę na zwiększenie wykorzystania włókien Circulose w kolekcjach, zastępując nimi znaczną część nowej wiskozy [75]. W 2024 r. 89% materiałów w produktach marki było recyklingowanych lub pozyskanych w sposób zrównoważony [76]. **Levi Strauss & Co.** prowadzi szerokie

spektrum działań upcyklingowych. Marka prowadzi programy Levi's® by Levi's® oraz Levi's Authorized Vintage gdzie ubrania są poddawane renowacji i rekonstrukcji. Levi's stworzył pierwsze circular 501® jeans, wykorzystujące włókno Circulose® (z recyklingu tekstyliów) i zaprojektowane tak, by mogły zostać ponownie rozłożone i przerobione. Firma produkuje także linie z materiałów odpadowych, np. Wasteless, wykorzystującą denimowy odpad i włókna z recyklingu. [77]. We współpracy z Cotton Incorporated - Blue Jeans Go Green™, Levi's przetwarza denim na produkty użytkowe np. izolację budowlaną, wkłady do legowisk dla zwierząt, materiały izolacyjne do opakowań spożywczych i farmaceutycznych [78]. Ponadto, Levi's od lat promuje naprawy, wielokrotne użytkowanie oraz odbiór i odsprzedaż używanych wyrobów. W ramach programu Fashion Futures 2025, Levi's opracowywał scenariusze zrównoważonej produkcji, integrujące zmiany klimatyczne, ograniczenia zasobów i modele oparte na recyklingu. Program wykorzystywano w edukacji i strategiach biznesowych na całym świecie [79].

Kappahl Group, jest zaangażowany w zrównoważoną modę, rozwija markę Newbie (linię odzieży dla dzieci i kobiet) poprzez stworzenie limitowanej kolekcji z pozostałości tkanin pod nazwą „Rescued Fabrics”. Celem Newbie jest projektowanie ubrań, które są ponadczasowe, trwałe i przyjazne dla środowiska. Grupa uwzględnia zasady odpowiedzialnej produkcji na każdym jej etapie. Marka Newbie korzysta z wewnętrznej Karty Wyników Zrównoważonego Produktu, obejmującej pięć kluczowych kryteriów, które wspierają świadome podejmowanie decyzji od wyboru odpowiednich materiałów, takich jak organiczna bawełna, poliester z recyklingu czy Tencel™, które ograniczają zużycia wody, energii i chemikaliów w porównaniu z tradycyjnymi metodami produkcji, przez tworzenie mody w zamkniętym obiegu, po ponadczasowy design i wysoką jakość materiałów, które gwarantują dłuższą żywotność odzieży [80].

Wśród polskich twórców i marek upcyklingowych, którzy łączą projektowanie i ekologię należy wymienić:

- **Maruna** - najdłużej działająca i udokumentowana działalność upcyklingowa w branży modowej w Polsce. Wszystkie produkty marki powstają w ok. 90% z materiałów z odzysku. Maruna wykorzystuje używane ubrania, namioty, firany, zasłony, pasy samochodowe, rzeczy z demobilu, odpady szwalnicze itp. Kupno nowych materiałów zminimalizowano prawie do zera [81].
- **Żona Johna** - konsekwentne wykorzystanie upcyklingu w modzie, który jest fundamentem całej działalności. Marka tworzy m.in. sukienki, spódnice, kurtki głównie z tkanin z drugiej ręki, takich jak vintage pościele (szczególnie z PRL), stare koce, używane tkaniny o ciekawych wzorach i fakturach. Bardzo charakterystycznym elementem oferty są kurtki szyte ze starych koców. Ze ścinków i pozostałości powstają gumki do włosów, opaski, kokardy, kołnierzyki oraz małe dodatki handmade [82].
- **Vinnci** – marka specjalizuje się w zmianie konstrukcji istniejących ubrań vintage, aby nadać im nowy, współczesny charakter. Założycielki świadomie nie produkują nowych tkanin, lecz modyfikują ubrania z drugiego obiegu – m.in.: marynarki, bomberki, krótkie skórzane kurtki, piżamowe komplety. Marka mocno podkreśla rolę wysokiej jakości bazowych materiałów vintage, które zamiast trafiać na wysypiska dostają nowe życie. VINNCI świadomie komunikuje, że ich projekty są modowym manifestem, ekologicznym wyborem oraz dowodem, że odzież z drugiego obiegu może być luksusowa i trendowa [83, 84].
- **Couple Dansant** - bazą każdej kreacji jest starannie wyselekcjonowana odzież vintage, której projektantki dodają się pióra, frędzle, róże i aplikacje czy zdobienia. Couple Dansant przerabia płaszcze, marynarki i kurtki z drugiej ręki, nadając im nowy, luksusowy charakter [85]. Couple Dansant selekcjonuje ubrania z drugiego obiegu pod kątem jakości tkanin (wełna, wiskoza), trwałości

materiału, możliwości dalszych przeróbek. Każda marynarka musi spełniać standard jakościowy - często zawiera min. 50% wełny, a podszewki wykonane są w 100% z wiskozy [86].

- **Intu** - konsekwencja w podejściu do idei *less waste i zero waste*, kolekcje powstają z odpadów tekstylnych i materiałów stockowych pochodzących z zamykających się szwalni i firm. W ramach kolekcji wykorzystywane są również tkaniny post-consumption i stare materiały. Każdy projekt jest indywidualnie zrekonstruowany przez rękodzielników. Ponadto, INTU oferuje usługi naprawy i twórczej przebudowy ubrań dla klientów indywidualnych i biznesowych [87]. INTU jest jednym z kluczowych partnerów projektu Answear x INTU Renewed, w którym denim zamieniany jest w kamizelki i torby, wiskozowe sukienki i koszule przekształcane są w letnie topy. Na uwagę zasługuje to, że każdy egzemplarz tworzony jest ręcznie przez zespół INTU oraz zastosowanie techniki upcyklingu artystycznego (haft, komputerowe wzory, tradycyjne metody typu sashiko) [48].
- **Jackob Buczyński** - współpracuje z europejską sortownią tekstyliów, dzięki czemu ma stały dostęp do wyselekcjonowanych materiałów. Twórca stawia na kreatywność i ekologię. Jednym z najbardziej rozpoznawalnych produktów Buczyńskiego są upcyklingowe kurtki z frędzlami i cekinowym okiem. Każda sztuka jest ręcznie modyfikowana, tworzona z odzyskanych jeansów, tkanin i odpadów odzieżowych oraz projektowana jako unikatowy element garderoby [88]. W 2025 roku Buczyński stworzył kolekcję z odzyskanych sukien ślubnych, które kobiety z całej Polski wysyłały mu, aby ich emocjonalne stroje mogły zyskać drugie życie [89]. Na uwagę zługują również torby z billboardów i detaliczne upcycle-items. W sklepie projektanta dostępne są produkty w pełni upcyklingowe, np.: saszetki z rozporków spodni, torby wykonane z wielkoformatowych billboardów (projekt z Braciami Sadownikami). To przykład upcyklingu nawet najmniejszych detali i odpadów, które normalnie byłyby

wyrzucone [90]. Marka szacuje, że dzięki swojej działalności upcyklingowej zaoszczędziła 55 milionów litrów wody, wyemitowała 147 ton CO₂ mniej, co potwierdza, że upcykling nie jest pełnoskalowym działaniem [89].

- **Neat Vintage** - tworzy marynarki, sukienki, komplety i torebki Baby Bag z materiałów z drugiego obiegu m.in. z ubrań vintage poddawanych autorskim przeróbkom oraz końcówek materiałów i resztek tekstyliów, które pozwalają tworzyć krótkie, niepowtarzalne serie odzieży [91].
- **Fragmented** - marka minimalizuje odpady i emisję toksycznych substancji i dostarcza projekty z wysokiej jakości wełny. Marka odzyskuje zniszczone, wełniane ubrania, które tnie na części i przekształca swetry oraz inne elementy garderoby. Ubrania są w 100% oparte na upcyklingu. Jej działalność polega na twórczym przetwarzaniu wełnianej odzieży z drugiego obiegu w nowe, unikalne projekty konstruowane ręcznie, w duchu slow fashion [92].

Twórców *zero waste*, promujący lokalne marki, które produkują swoje rzeczy z uwzględnieniem troski o środowisko można znaleźć w katalogu Ekometa [93]. W katalogu tym można znaleźć ręcznie robione, niepowtarzalne produkty, które pomogą zarówno w ograniczeniu plastiku, jak i w ogólnej redukcji odpadów.

5. Trendy rozwojowe do roku 2030

Branża modowa znajduje się obecnie w okresie intensywnych przemian technologicznych, społecznych i środowiskowych. Rosnąca świadomość ekologiczna konsumentów, rozwój technologii cyfrowych oraz nowe regulacje prawne związane ze zrównoważonym rozwojem powodują konieczność zmiany tradycyjnych modeli funkcjonowania przedsiębiorstw odzieżowych. Do roku 2030 przewiduje się dalszą

transformację sektora mody w kierunku większej transparentności, cyfryzacji oraz odpowiedzialności środowiskowej. Wśród najważniejszych trendów rozwojowych można wskazać rozwój zrównoważonej mody, gospodarki o obiegu zamkniętym, sztucznej inteligencji, cyfrowych bliźniaków produktów, technologii blockchain oraz personalizacji produkcji. UE zakłada, że do 2030 r. tekstylia powinny być trwałe, nadające się do recyklingu i wolne od substancji niebezpiecznych [58]. Najważniejsze kierunki rozwoju branży obejmują [94]:

- powszechne wdrażanie cyfrowych paszportów produktów,
- rozwój gospodarki obiegu zamkniętego i zrównoważonej mody,
- wykorzystanie blockchain w raportowaniu ESG,
- upowszechnienie sztucznej inteligencji,
- rozwój materiałów nowej generacji i infrastruktury recyklingu tekstyliów,
- automatyzację i cyfryzację procesów produkcyjnych,
- integrację danych środowiskowych z procesami biznesowymi,
- rosnące zapotrzebowanie konsumentów na przejrzystość i identyfikowalność.

Jednym z najistotniejszych kierunków rozwoju jest wzrost znaczenia zrównoważonej mody (*sustainable fashion*). Według prognoz organizacji międzynarodowych oraz raportów branżowych konsumenci coraz częściej oczekują od marek modowych odpowiedzialności społecznej i środowiskowej. W rezultacie przedsiębiorstwa będą koncentrować się na ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych, zmniejszaniu zużycia wody i energii oraz wykorzystywaniu materiałów odnawialnych i pochodzących z recyklingu. Najważniejszym trendem kształtującym branżę modową do 2030 roku będzie przejście od modelu „*fast fashion*” do modelu bardziej zrównoważonego. Według analiz sektor mody odpowiada obecnie za około 3-8% światowych emisji gazów cieplarnianych, a bez dodatkowych działań emisje mogą wzrosnąć o około 30% do 2030 roku [95]. Szczególne znaczenie zyskują włókna ekologiczne, takie jak bawełna organiczna, len, konopie czy innowacyjne materiały biopochodne wytwarzane

z odpadów rolniczych i biomasy [96]. Drugim istotnym trendem będzie rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym. Do 2030 roku przewiduje się znaczący wzrost znaczenia rynku odzieży używanej, usług naprawczych oraz platform umożliwiających wynajem ubrań. Coraz większa liczba przedsiębiorstw będzie wdrażała strategie projektowania cyrkularnego, uwzględniające łatwy demontaż produktów i możliwość odzysku surowców po zakończeniu ich użytkowania.

Jednym z najszybciej rozwijających się segmentów rynku mody jest sprzedaż odzieży używanej. Według prognoz wartość globalnego rynku *resale* może osiągnąć od 320 do 360 miliardów dolarów do 2030 roku, rozwijając się około trzykrotnie szybciej niż tradycyjny rynek odzieżowy [97]. Popularność tego segmentu wynika z kilku czynników. Konsumenci, coraz częściej kierują się względami ekologicznymi oraz ekonomicznymi. Zakup odzieży z drugiej ręki pozwala obniżyć koszty oraz zmniejszyć negatywny wpływ na środowisko. Rozwój platform internetowych ułatwia wyszukiwanie, ocenę i sprzedaż używanych produktów. Do 2030 roku można spodziewać się dalszej integracji rynku pierwotnego i wtórnego. Coraz więcej marek będzie tworzyć własne platformy odsprzedaży oraz programy odkupu używanej odzieży. W rezultacie model biznesowy oparty wyłącznie na sprzedaży nowych produktów będzie stopniowo ustępował modelom obejmującym naprawę, wynajem i odsprzedaż [97, 98]. Rozwiązania te mają przyczynić się do ograniczenia ilości odpadów tekstylnych, które obecnie stanowią jeden z najpoważniejszych problemów środowiskowych sektora mody [99]. Znaczący wpływ na rozwój branży mody będzie miała również cyfryzacja procesów projektowania i produkcji. Coraz większe znaczenie zyskują technologie trójwymiarowego modelowania odzieży oraz cyfrowe prototypowanie [100]. Kolejnym ważnym trendem jest rozwój sztucznej inteligencji. Rozwój generatywnej sztucznej inteligencji może znacząco zmienić sposób tworzenia kolekcji mody, umożliwiając projektantom szybsze opracowywanie nowych koncepcji [53]. Znaczenie będzie miała personalizacja produktów i produkcja na żądanie (*on-demand manufacturing*). Wykorzystanie technologii cyfrowych, sztucznej

inteligencji oraz automatyzacji umożliwi dostosowywanie produktów do indywidualnych potrzeb klientów. Produkcja realizowana dopiero po złożeniu zamówienia może przyczynić się do ograniczenia nadwyżek magazynowych oraz redukcji odpadów. Rozwiązania te wpisują się w koncepcję zrównoważonej produkcji oraz bardziej efektywnego wykorzystania zasobów [101]. Przewiduje się również dalszy rozwój technologii związanych z rzeczywistością rozszerzoną (AR), rzeczywistością wirtualną (VR) oraz środowiskami *metaverse*. Wirtualne przymierzalnie, cyfrowe showroomy oraz cyfrowe kolekcje odzieży będą coraz częściej wykorzystywane przez marki modowe. Technologie te mogą zmniejszyć liczbę zwrotów produktów w handlu elektronicznym oraz wspierać rozwój nowych modeli biznesowych opartych na sprzedaży produktów cyfrowych [102]. Do roku 2030 coraz większe znaczenie będzie miała również identyfikowalność produktów oraz transparentność łańcuchów dostaw [49].

Podsumowując, do roku 2030 branża modowa będzie rozwijać się przede wszystkim w kierunku zrównoważonego rozwoju, cyfryzacji oraz większej transparentności. Kluczową rolę odegrają technologie takie jak sztuczna inteligencja, blockchain, cyfrowe bliźniaki produktów oraz cyfrowe paszporty produktów. Jednocześnie coraz większe znaczenie będą miały modele biznesowe oparte na gospodarce o obiegu zamkniętym, personalizacji oraz odpowiedzialnym wykorzystaniu zasobów. Transformacja ta może przyczynić się do ograniczenia negatywnego wpływu przemysłu modowego na środowisko oraz zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstw funkcjonujących na globalnym rynku.

6. Wnioski i rekomendacje

Branża mody znajduje się w dynamicznym procesie podwójnej transformacji: ekologicznej oraz cyfrowej, które coraz częściej przenikają się i wzajemnie wzmocniają. Regulacje wymuszają trwałość produktów, pełną transparentność

i cyfryzację danych. Jednocześnie, konsumenci coraz bardziej oczekują odpowiedzialności środowiskowej i cyfrowej przejrzystości, co sprawia, że wdrożenie dobrych praktyk nie jest już opcją, lecz warunkiem konkurencyjności. Transformacja ekologiczna koncentruje się na ograniczeniu środowiskowego wpływu przemysłu mody, jednego z najbardziej zasobożernych sektorów gospodarki. Transformacja ta obejmuje: zrównoważone materiały (rozwój włókien biodegradowalnych, biomateriałów i materiałów z recyklingu, co zmniejsza emisje i zużycie surowców pierwotnych), gospodarkę obiegu zamkniętego (projektowanie produktów z myślą o wielokrotnym obiegu, recyklingu oraz zmniejszeniu ilości odpadów tekstylnych), eko-projektowanie (tworzenie bardziej trwałych, modularnych i łatwych do naprawy produktów), transparentność i odpowiedzialność społeczną (śledzenie łańcuchów dostaw, certyfikacja materiałów i poprawa warunków pracy). Jedną z najbardziej przełomowych innowacji w transformacji ekologicznej przemysłu mody w ostatnich latach jest analiza LCA. Analiza ta umożliwia markom mierzenie rzeczywistego wpływu środowiskowego produktów w całym cyklu życia, od surowca po koniec użytkowania. Rola LCA rośnie wraz z nowymi regulacjami, rosnącą presją konsumentów oraz narzędziami cyfrowymi i AI, które czynią analizę bardziej precyzyjną. Transformacja cyfrowa zmienia sposób projektowania, produkcji i sprzedaży mody, czyniąc sektor bardziej efektywnym i precyzyjnym. Kluczowe obszary to: projektowanie 3D i wirtualne prototypowanie (zmniejszające ilość fizycznych próbek i skracające proces tworzenia kolekcji), AI i analiza danych (wykorzystywane do prognozowania trendów i popytu, redukcji nadprodukcji i personalizacji oferty), nowe modele e-commerce – wirtualne przymierzalnie, awatary 3D i platformy resale), automatyzacja i robotyzacja (wspierająca cięcie tkanin, logistykę i procesy magazynowe). Głównymi barierami dla transformacji cyfrowej są przestarzałe systemy, brak kompetencji cyfrowych oraz wysoki koszt.

Najbardziej przyszłościowe kierunki to obszary, gdzie technologie cyfrowe wspierają cele ekologiczne m.in. cyfrowe narzędzia redukujące odpady, AI optymalizująca

produkcję, cyfrowe paszporty produktów, platformy ponownego obiegu. Najlepsze praktyki łączy cyrkularność, zastosowanie innowacyjnych materiałów, przejrzyste łańcuchy dostaw, aplikacja technologii cyfrowych oraz edukacja konsumentów. Polskie firmy powinny podjąć działania w zakresie integracji modeli cyrkularnych, współpracy z UE w zakresie raportowania ESG, wdrożenia innowacji materiałowych z globalnych przykładów, budowania partnerstw między nauką, biznesem i sektorem publicznym oraz współpracy z instytucjami posiadającymi technologie wspierające GOZ.

Wśród rekomendowanych działań dla firm modowych należy wymienić:

- działania strategiczne - opracowanie mapy drogowej dostosowania do regulacji UE; integracja celów środowiskowych z polityką produktową i sprzedażową; zaplanowanie transformacji cyfrowej obejmującej dane produktowe i łańcuch wartości, wdrażanie zasad gospodarki o obiegu zamkniętym,
- działania operacyjne - wdrożenie ekoprojektowania; przygotowanie się do wdrożenia/wdrożenie DPP; optymalizacja produkcji pod kątem redukcji strat materiałowych i produkcji na żądanie; zwiększanie udziału materiałów pochodzących z recyklingu; implementacja modeli cyrkularnych w tym naprawa, wykup, odsprzedaż, recykling włókien; poprawa transparentności w tym śledzenie materiałów; wdrażanie technologii blockchain w zarządzaniu łańcuchem dostaw; komunikacja środowiskowa oparta na dowodach,
- działania organizacyjne - szkolenia pracowników w zakresie zrównoważonego projektowania i narzędzi cyfrowych; wykorzystanie AI do planowania produkcji, współpraca z dostawcami nad poprawą jakości danych środowiskowych; ustanowienie zespołu ds. Raportowania środowiskowego & Digital Compliance.

Działania te pozwolą przedsiębiorstwom dostosować się do nowych wymagań regulacyjnych, ograniczyć koszty środowiskowe oraz zwiększyć swoją konkurencyjność na rynku europejskim.

Wdrożenie opisanych działań niesie ze sobą wiele korzyści. Ograniczenie odpadów, zarówno na etapie produkcji, jak i sprzedaży, przekłada się bezpośrednio na obniżenie kosztów operacyjnych oraz bardziej efektywne zarządzanie materiałami. Zgodność z rosnącymi wymaganiami regulacyjnymi minimalizuje ryzyko kar i wzmacnia odporność organizacji na zmiany prawne. Transparentność budowana dzięki narzędziom cyfrowym zwiększa zaufanie klientów i wzmacnia konkurencyjność marki. Cyfrowe usprawnienia procesów, takie jak automatyzacja i analityka danych, pozwalają dodatkowo zredukować błędy, poprawiać planowanie produkcji i skracać czas reakcji na zmiany rynkowe, wspierając długoterminową stabilność i nowoczesność firmy. W efekcie połączenie działań ekologicznych i cyfrowych prowadzi do stworzenia bardziej odpowiedzialnego, transparentnego i efektywnego modelu funkcjonowania przedsiębiorstwa, który jednocześnie odpowiada na rosnące wymagania regulacyjne i oczekiwania współczesnych konsumentów.

Podsumowując, branża modowa będzie rozwijała się w kierunku większej odpowiedzialności środowiskowej, cyfryzacji i personalizacji. Kluczowe znaczenie zyskają rozwiązania związane z gospodarką cyrkularną, rozwojem rynku odzieży używanej, wykorzystaniem sztucznej inteligencji oraz transparentnością łańcuchów dostaw. Firmy, które skutecznie połączą innowacje technologiczne z zasadami zrównoważonego rozwoju, będą miały największe szanse na osiągnięcie przewagi konkurencyjnej w nadchodzących latach.

7. Literatura

1. Rinaldi F.R. et al. (2025). *Monitor for Circular Fashion REPORT 2024/2025*. SDA Bocconi School of Management. Retrieved from www.sdabocconi.it/circularfashion
2. Schiaroli, V, Dangelico, R.M., & Fraccascia, L. (2024). Mapping sustainable options in the fashion industry: A systematic literature review and a future research agenda, (33), 431–464. <https://doi.org/DOI:%2010.1002/sd.3129>
3. McKinsey. (2022). *Scaling textile recycling in Europe—turning waste into value*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/scaling-textile-recycling-in-europe-turning-waste-into-value>
4. Systemiq. (2025). *The Textile Recycling Breakthrough: Why policy must lead the scale-up of polyester recycling in Europe*. Retrieved from <https://www.systemiq.earth/reports/the-textile-recycling-breakthrough/>
5. *TECHNICAL GUIDANCE Designing Garments for Textile-to-Textile Recyclability*. (n.d.). Retrieved from <https://trexproject.eu/>
6. D'Itria, E. & Vacca, F. (2024). Shaping sustainable solutions in fashion through design-led strategies, approaches, and practices, 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43621-024-00624-5>
7. Wang, M., Murphy, R., & Christie, I. (2025). Bringing Sustainable Practices, Fashion Shows, and Sociological Insights Together to Reinvigorate Sustainable Fashion Education, 17(2), 631. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su17020631>
8. Suarez-Visbal, L.J., Rosales-Carreón, J., Corona, B., Hoffman, J., & Worrell, E. (2024). Transformative circular futures in the textile and apparel value chain: Guiding policy and business recommendations in the Netherlands, Spain, and India., (447). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141512>
9. AID BY TRADE FOUNDATION. (2024). *AID BY TRADE FOUNDATION Annual report 2024*. Retrieved from <https://www.aidbytrade.org/en/annual-report-2024/>

10. *Sustainable Fashion Supply Chain Management, From Sourcing to Retailing*. (2015). Springer. Retrieved from DOI 10.1007/978-3-319-12703-3
11. Gálvez-Sánchez, F.J., Molina-Prados, A., Prados-Peña, M., & Molina-Moreno, V. (2025). Adoption of Sustainability Principles in the Fashion Industry: a Systematic Literature Review, (16), 15670–15723.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13132-024-02438-2>
12. <https://akademiaesg.pl/baza-wiedzy/jakie-dzialania-proekologiczne-podejmujamarki-odziezowe/>. (n.d.).
13. <https://www.biznesoweinspiracje.com/2024/12/21/zrownowazony-rozwoj-w-branzy-modowej/>. (n.d.).
14. <https://www.thedigitalhive.io/latest/the-recycling-race-whos-actually-building-the-future-of-circular-fashion>. (n.d.).
15. Dhiwar, K. & Bedarkar, M. (2025). Life cycle assessment in fashion industry: a systematic review., (6), 1214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43621-025-02050-7>
16. <https://transition-pathways.europa.eu/textiles/articles/responsible-use-life-cycle-assessment-data-tclf>. (n.d.).
17. PN-EN ISO 14040 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu Życia. Zasady i struktura. (n.d.).
18. Adenle, Y.A, Haideri, S., & Sandouka, I. (2024). Understanding the best practices of cradle to cradle in furnishings, carpet, and textile industries—A case studies analysis and conceptual model, (8).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clcb.2024.100088>
19. Eghan, B. (2025). Upcycling and Recycling Revolution: Techniques for Textile Waste Management Towards Sustainability. In *Advances in Textile Materials and Processing Techniques for Sustainability. SDGs and Textiles*. Springer. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-981-95-0469-5_13

20. <https://rebago.com/upcycled-fashion-the-sustainable-trend-redefining-style-in-2025/>. (n.d.).
21. <https://wornwear.patagonia.com/>. (n.d.).
22. <https://www.stellamccartney.com>. (n.d.).
23. <https://elvdenim.com/pages/our-sustainable-design-process>. (n.d.).
24. <https://www.marineserre.com/en-pl/focus/unique-pieces>. (n.d.).
25. <https://shopredone.com/en-pl/pages/our-responsibility>. (n.d.).
26. <https://sustainablereview.com/brand-ratings/outerknown/>. (n.d.).
27. Lulek, I. & Ziółko, M. (2024). Logistyka zwrotna jako narzędzie budowania świadomości ekologicznej konsumentów branży odzieżowej, (196).
<https://doi.org/DOI:%20https://doi.org/10.33119/SIP.2024.196.4>
28. <https://www.globaltextiletimes.com/articles/small-quantity-sourcing-capsule-collections-reshape-fashion/>. (n.d.).
29. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/ekoprojektowanie>. (n.d.).
30. <https://esg-csr.com.pl/wiki/ekoprojektowanie-ecodesign-definicja-i-ramy-prawne-espr/>. (n.d.).
31. <https://www.gov.pl/web/klimat/ekoprojekt>. (n.d.).
32. ISO 14006:2020 Environmental management systems — Guidelines for incorporating ecodesign. (n.d.).
33. ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2024/1781 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram ustalania wymogów ekoprojektu w odniesieniu do zrównoważonych produktów oraz zmiany dyrektywy (UE) 2020/1828 i rozporządzenia (UE) 2023/1542 i uchylenia dyrektywy 2009/125/WE. (2024). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj>
34. KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU

REGIONÓW Uczynienie zrównoważonych produktów normą. (2022). KOMISJA EUROPEJSKA.

35. Navajas, A., Uriarte, L., & Gandía, L. (2017). Application of Eco-Design and Life Cycle Assessment Standards for Environmental Impact Reduction of an Industrial Product. *Sustainability*, 9(10), 1724. <https://doi.org/10.3390/su9101724>
36. <https://www.environmentalacademy.org/lcablog/the-principles-of-eco-design-linking-lca-to-sustainable-product-development>. (n.d.).
37. <https://fashionedproject.eu/>. (n.d.).
38. Textile School, Sustainable Fabrics: Eco-Friendly Textiles for a Greener Future. (n.d.). Retrieved from <https://www.textileschool.com/30054/sustainable-fabrics-eco-friendly-textiles-for-a-greener-future/>
39. FinestVibes, Sustainable Fabric Guide. (2025). Retrieved from <https://finestvibes.com/sustainable-fabric-guide-understanding-eco-friendly-materials>
40. Earthava, Sustainable Fabrics 101. (n.d.). Retrieved from <https://www.earthava.com/sustainable-fabrics-101/>
41. Kehagia, F. (2010). A successful pilot project demonstrating the re-use potential of bauxite residue in embankment construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(7), 417–421. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.001>
42. SolarTech Online, Eco-Friendly Fabric Guide. (n.d.). Retrieved from <https://www.textileschool.com/30054/sustainable-fabrics-eco-friendly-textiles-for-a-greener-future/>
43. SewingTrip, Sustainable Fabric Options for Clothing. (n.d.). Retrieved from <https://sewingtrip.com/sustainable-fabric-options-for-clothing/>
44. <https://www.insidefashiondesign.com/post/digital-transformation-trends-reshaping-the-modern-fashion-industry>. (n.d.).

45. <https://retailboss.co/how-technology-is-reshaping-the-fashion-industry-in-2025/>. (n.d.).
46. <https://www.tryonmuse.com/en/blog/virtual-try-on-101>. (n.d.).
47. <https://www.fytted.com/blog/brands-using-virtual-try-on>. (n.d.).
48. <https://answear.com/blog/paszport-do-odpowiedzialnej-mody-answear-x-intu-renewed/64119/>. (n.d.).
49. Badhwar, A., Islam, S., & Tan, C. S. L. (2023). Exploring the potential of blockchain technology within the fashion and textile supply chain with a focus on traceability, transparency, and product authenticity: A systematic review. *Frontiers in Blockchain*, 6, 1044723. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2023.1044723>
50. Agrawal, T. K., Kumar, V., Pal, R., Wang, L., & Chen, Y. (2021). Blockchain-based framework for supply chain traceability: A case example of textile and clothing industry. *Computers & Industrial Engineering*, 154, 107130. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107130>
51. <https://auraconsortium.com/>. (n.d.).
52. Mohammadi, S. O., & Kalhor, A. (2021). Smart Fashion: A Review of AI Applications in the Fashion & Apparel Industry. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2111.00905>
53. Ramos, L., Rivas-Echeverría, F., Pérez, A. G., & Casas, E. (2023). Artificial intelligence and sustainability in the fashion industry: a review from 2010 to 2022. *SN Applied Sciences*, 5(12), 387. <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05587-2>
54. Zou, X., & Wong, W. (2021). Fashion after fashion: A Report of AI in Fashion. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2105.03050>
55. Nisa, H., Van Amber, R., English, J., Islam, S., McCorkill, G., & Alavi, A. (2025). A Systematic Review of Reimagining Fashion and Textiles Sustainability with AI: A Circular Economy Approach. *Applied Sciences*, 15(10), 5691. <https://doi.org/10.3390/app15105691>

56. Yao, J.-F., Yang, Y., Wang, X.-C., & Zhang, X.-P. (2023). Systematic review of digital twin technology and applications. *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s42492-023-00137-4>
57. Wagner, R., & Kabalska, A. (2023). Sustainable value in the fashion industry: A case study of value construction/destruction using digital twins. *Sustainable Development*, 31(3), 1652–1667. <https://doi.org/10.1002/sd.2474>
58. UN Global Compact Network Poland. (2025). *ZRÓWNOWAŻONY RYNEK MODOWY Przewodnik po strategii UE na rzecz zrównoważonych wyrobów włókienniczych o obiegu zamkniętym*. Retrieved from https://ungc.org.pl/wp-content/uploads/2022/11/Raport_Zrownowazony_Rynek_Modowy.pdf
59. Geneva Environment Network, International Environment House. (n.d.). Environmental Sustainability in the Fashion Industry. Retrieved from <https://www.genevaenvironmentnetwork.org/>
60. Zrównoważony rozwój w branży modowej. (2024). *Biznesowe Inspiracje*.
61. <https://magazyngory.pl/patagonia-worn-wear-nie-wyrzucaj-napraw/>. (n.d.).
62. <https://www.socialtargeter.com/blogs/case-studies-of-innovative-sustainability-practices-in-the-fashion-industry>. (n.d.).
63. <https://www.independent.co.uk/life-style/fashion/stella-mccartney-upcycle-paris-fashion-week-sustainability-a8809271.html>. (n.d.).
64. <https://www.ecolife.com/brand-reports/how-sustainable-is-stella-mccartney>. (n.d.).
65. <https://the-ethos.co/stella-mccartney-joins-the-biocircular-materials-alliance/>. (n.d.).
66. <https://cematchmaker.com/business-profile/e-l-v-denim/>. (n.d.).
67. <https://wwd.com/fashion-news/fashion-scoops/e-l-v-denim-champions-upcycled-fashion-fall-2025-london-fashion-week-1236968172/>. (n.d.).
68. https://www.lead.com/eu_en/lead-edit/marine-serre-fashion-and-upcycling.html. (n.d.).

69. <https://antidotestyle.com/blogs/anti-mag/marine-serre-redefining-luxury-through-regenerative-design>. (n.d.).
70. <https://www.flbs-luxe.com/wp/prod/2025/01/09/marine-serre-une-mode-upcycling-et-un-luxe-responsable/>. (n.d.).
71. <https://vintageclothingguides.com/news/marine-serre-showcases-innovative-sustainable-fashion-at-paris-fashion-week-2025/>. (n.d.).
72. <https://www.eco-stylist.com/ethical-brand/outerknown/>. (n.d.).
73. <https://www.eileenfisher.com/a-sustainable-life/journal/community/what-it-takes-to-run-renew.html>. (n.d.).
74. <https://esg-compliance.pl/przemysl-modowy-esg/>. (n.d.).
75. <https://www.thecooldown.com/green-business/h-and-m-circulose-sustainable-fabrics/>. (n.d.).
76. <https://sustainabilitymag.com/articles/sustainability-circularity-social-responsibility-at-h-m>. (n.d.).
77. <https://www.levi.com/>. (n.d.).
78. <https://shunvogue.com/article/does-levis-recycle-jeans>. (n.d.).
79. Levi Strauss & Co. Forum for the Future. (n.d.). *Fashion Futures 2025: global scenarios for a sustainable fashion industry*.
80. <https://www.kappahl.com/>. (n.d.).
81. <https://maruna.pl/>. (n.d.).
82. <https://ekometa.pl/zona-johna/>. (n.d.).
83. <https://www.elle.pl/moda/jak-stworzyc-marke-upcyclingowa-ktora-pokocho-branza-mody-nowy-odcinek-podcastu-dzial-vintage/>. (n.d.).
84. <https://www.vinnci.store/>. (n.d.).
85. <https://www.elle.pl/moda/couple-dansant-moda-cyrkularna-to-luksus-na-ktory-powinno-byc-stac-wszystkich-wywiad/>. (n.d.).
86. <https://coupledansant.com/>. (n.d.).
87. <https://intucircularity.com/pl>. (n.d.).

88. <https://fashionbiznes.pl/nowa-generacja-mody-jackob-buczynski-z-odpadow-mozna-tworzyc-mode-na-swiatowe-wybiegi/>. (n.d.).
89. <https://natemat.pl/590252,nowa-kolekcja-jackoba-buczynskiego-upcycling-w-nowym-wymiarze>. (n.d.).
90. <https://jackobbuczynski.com/>. (n.d.).
91. <https://neat-vintage.com/>. (n.d.).
92. <https://lodz.pl/artykul/fragmented-to-ubrania-laczace-tradycje-i-nowoczesnosc-tworzy-je-lodzianka-paulina-panas-66046/>. (n.d.).
93. <https://ekometa.pl/kategoria/odziez-i-akcesoria/odziez/>. (n.d.).
94. The Complete Guide to Eco-Friendly Fabrics: Sustainable Textiles for Conscious Creators in 2025. (2025). Retrieved from https://solartechonline.com/blog/eco-friendly-fabric-guide/#elementor-toc__heading-anchor-12
95. McKinsey & Company. (2024). Sustainable Style: How Fashion Can Afford and Accelerate Decarbonization. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/sustainable-style-how-fashion-can-afford-and-accelerate-decarbonization>
96. Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 189–200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>
97. Boston Consulting Group & Vestiaire Collective. (2025). Resale’s Next Chapter: How Fashion and Luxury Brands Can Win in the Secondhand Market. Retrieved from <https://www.bcg.com/publications/2025/how-fashion-luxury-brands-can-win-secondhand-market>
98. Vogue Business. (2026). What Happens Now That Resale’s Gone Mainstream? Retrieved from <https://www.vogue.com/article/what-happens-now-that-resales-gone-mainstream>

99. UNEP. (2026). United Nations Environment Programme (UNEP), Sustainable and Circular Textiles. Retrieved from <https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/circularity-sectors/sustainable-and-circular-textiles>
100. Grand View Research. (2025). Fashion Technology Market (2025 - 2030). Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/fashion-technology-market-report>
101. Casciani, D., & Bertolini, M. (2025). Towards a sustainable on-demand fashion industry: the impact of digital body measurement technologies. *Discover Sustainability*, 6(1), 478. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01269-8>
102. Ahmed, R., Ahmed, E., Elbarbary, A., Darwish, A., & Hassanien, A. E. (2025). Fashion Industry in the Age of Generative Artificial Intelligence and Metaverse: A systematic Review. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2505.17141>