

# KONSTRUKCJE TKANE, TKANINY KONSTRUOWANE

WSPÓŁCZESNE METODY WYTWARZANIA I POZYSKIWANIA MATERIAŁÓW ORAZ TKANIN  
W ZRÓWNOWAŻONYM PROJEKTOWANIU

mgr Magdalena Grenda as.

**ROZPRAWA DOKTORSKA**

Promotor: dr hab. Katarzyna Laskowska prof. ndzw. UAP

Recenzenci: prof. Jolanta Rudzka Habisiak ASP Łódź  
dr hab. Marzena Wolińska prof. ndzw. UAP

UNIwersytet Artystyczny w Poznaniu  
2016

UAP | POZNAŃ



## Spis treści

1. Wstęp.....	4
1.1. Koncepcja rozprawy doktorskiej.....	4
1.2. Idea opracowania.....	5
1.3. Problem nazewnictwa.....	6
2. Część teoretyczna.....	9
2.1. Nowe technologie.....	11
2.1.1. Biomimikra.....	12
2.1.2. Tkaniny medyczne.....	14
2.1.3. Nanotechnologia.....	16
2.1.4. Tkaniny inteligentne.....	21
2.1.4.1. E-tkaniny (tkaniny elektroniczne).....	21
2.1.4.2. Tkaniny elektrochromowe, termochromowe i fotochromowe.....	22
2.1.4.3. Tkaniny zmieniające kształt.....	25
2.1.4.4. Tkaniny elektroluminescencyjne i fotoluminescencyjne.....	26
2.1.5. Włókna optyczne.....	29
2.1.6. Włókna węglowe.....	32
2.1.7. Włókna metalowe.....	34
2.1.8. Spray-on fabric, czyli tkanina z puszki.....	37
2.1.9. Tkaniny 3D.....	39
2.1.10. Druk 3D.....	44
2.2. Zrównoważone projektowanie.....	49
2.2.1. Zrównoważony rozwój.....	50
2.2.1.1. Definicja.....	50
2.2.1.2. Terminologia.....	51
2.2.1.3. Skutki zmian klimatu.....	52
2.2.1.4. Odpowiedzialność za środowisko.....	53
2.2.2. Projektowanie odpowiedzialne.....	55
2.2.2.1. Pionierzy zielonego dizajnu.....	56
2.2.2.2. Zmiana praktyk projektowych.....	56
2.2.2.3. Schemat projektowania zrównoważonego.....	59
2.2.2.4. Rola projektanta.....	67
3. Część projektowa.....	71
3.1. Opis dzieła.....	73
3.2. Wzornik materiałowy.....	77
3.3. Wzornik graficzny.....	93
3.4. Produkt.....	125
4. Podsumowanie.....	128
5. Źródła fotografii.....	130
6. Bibliografia.....	132
7. Przypisy.....	134

## 1. WSTĘP

### 1.1. KONCEPCJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tkanina jest jednym z najstarszych materiałów wykorzystywanych w architekturze, wzornictwie oraz sztuce i kulturze związanej z człowiekiem, jego ciałem oraz bezpośrednim otoczeniem tworzącym środowisko ludzkie. Istota tkaniny znajduje także swoje odzwierciedlenie w nieprzeniknionym świecie przyrody, jej tajemnicach i zasadach tworzących kształty środowiska naturalnego, dlatego badania nad zagadnieniami związanymi bezpośrednio i pośrednio z tkaniną i jej pochodnymi dają niezwykle szeroki wachlarz możliwości poruszania wielu wątków, które mogą doprowadzić do nieoczekiwanych rezultatów.

Ideą mojej pracy doktorskiej nie jest analiza tkaniny jako materiału sensu stricto i jej wykorzystania we współczesnej architekturze, wzornictwie czy modzie, ale głębsze dotarcie do istoty konstrukcji opartej na budowie tkaniny. Konstruowanie pozwala na tworzenie nieograniczonych powierzchni o nieograniczonych możliwościach. Zrozumienie struktury tkaniny i sposobu, w jaki jest konstruowana, jest fundamentalnym elementem procesu projektowego, powodującym raczej świadomy wybór niż przypadkowe decyzje oparte na odniesionym wrażeniu.

Celem rozprawy jest zaprojektowanie i wykonanie form przestrzennych, wynikających z analizy tradycyjnych oraz współczesnych technik wytwarzania oraz pozyskiwania materiałów. Moim założeniem jest to, aby formy te opierały się na prawach geometrii, a funkcja użytkowa wynikała z formy i konstrukcji, mając bezpośrednie wykorzystanie w szeroko rozumianym dizajnie, architekturze wnętrza oraz architekturze.

Celem badawczym tego projektu jest zebranie materiałów i opisanie zjawiska będącego tematem rozprawy w ujęciu globalnym, lokalnym, rzeczywistym, ale przede wszystkim wyrażenie i opisanie mojego indywidualnego spojrzenia na to zjawisko, które będzie stanowić mój osobisty wkład w rozwój metodyki projektowania. Plan badań stanowi część analizy, obserwacji, zapisu wniosków, tworzenia własnych przykładów na podstawie doświadczeń, wprowadzenie możliwości współtworzenia i zaangażowania społecznego w proces tworzenia oraz prezentacja rezultatów.

Podstawą naukowego warsztatu jest moje doświadczenie w prowadzeniu tego typu analiz oraz osób współpracujących ze mną przy tym doktoracie. Praca teoretyczna polega na zebraniu informacji z dostępnej literatury fachowej, zebraniu informacji w terenie, obserwacji osobistej, a także zebraniu materiału fotograficznego oraz rysunkowego.

### 1.2. IDEA OPRACOWANIA

Zaproponowanie tematu rozprawy i napisanie wstępnej koncepcji zostało poprzedzone długim i wnikliwym researchem w temacie projektowania tkanin i ich wykorzystania we współczesnym wzornictwie. Inspiracje oraz wiedzę czerpałam z literatury, opracowań z dziedziny dizajnu, mody i architektury, czasopism branżowych oraz z ogromnej liczby artykułów i informacji dostępnych w internecie.

Po zatwierdzeniu tematu oraz koncepcji pracy kontynuowałam badania i kwerendę materiałów do późniejszego opracowania. Niezwykle cenna okazała się możliwość wyjazdu do Tilburga w Holandii, gdzie znajduje się TextielLab – wyjątkowe centrum wiedzy i doświadczenia w zakresie najnowszych technologii wykonywania tkanin. W Polsce niestety nie mamy tego rodzaju laboratoriów dostępnych dla projektantów.

Po analizie zgromadzonej wiedzy, zebranych materiałów i doświadczeń dokonałam syntezy, która zadecydowała o ostatecznym kształcie i charakterze rozprawy doktorskiej oraz przyszłego dzieła projektowego. Na trzon pracy pisemnej składają się dwa rozdziały, pierwszy dotyczący części teoretycznej i drugi, części projektowej.

W części teoretycznej opisuję dwa zagadnienia, które są kluczowe we współczesnym wzornictwie, **NOWE TECHNOLOGIE** i **ZRÓWNOWAŻONE PROJEKTOWANIE**. Nowe technologie są źródłem wiedzy i inspiracji dla projektantów. Innowacje w świecie materiałów dają szansę na rozwój, ale tylko świadome ich wykorzystanie w zgodzie ze zrównoważonym projektowaniem pozwoli na rozwój w odpowiednim kierunku, takim, który będzie szansą dla nas na życie w przyjaznym środowisku. Materiał sam w sobie może być punktem startowym w tworzeniu koncepcji projektowych. Trzy najważniejsze wymogi, jakie stawia się nowej generacji materiałów, to: wydajność, zrównoważony rozwój oraz oszczędność. Z całej gamy dostępnych środków i materiałów najbardziej eksplorowane i wykorzystywane są tkaniny, natomiast elementem nadającym kształt, formę czy konstrukcję są włókna.

W części drugiej przedstawiam moją interpretację i odpowiedź projektową na opisane wcześniej zagadnienia związane z nowymi technologiami i zrównoważonym projektowaniem. Staram się uzasadnić, dlaczego są one dla mnie tak ważne. Projektowa część pracy doktorskiej jest kontynuacją i poszerzeniem moich dotychczasowych poszukiwań i prac powstałych w wyniku fascynacji światem geometrii, logicznych i prostych, a zarazem złożonych i nieodgadnionych zasad rządzących wszechświatem.

Część projektowa składa się z czterech rozdziałów. W rozdziale OPIS PROJEKTU przedstawiam ogólną koncepcję pracy projektowej. Rozdział zatytułowany WZORNIK MATERIAŁOWY to dokumentacja fotograficzna próbek wykonanych z różnych materiałów, a rozdział WZORNIK GRAFICZNY to katalog 7 zaprojektowanych przeze mnie wzorów struktur przestrzennych. W ostatnim rozdziale, PRODUKT, zaprezentowałam projekt torebki damskiej jako przykład zastosowania zaprojektowanych wzorów.

### 1.3. PROBLEM NAZEWNICTWA

Według fachowej terminologii tkanina jest jednym z **wyrobów włókienniczych**. Pozostałe wyroby płaskie powstałe jedno- lub dwuetapowo to dzianiny, filce, włókniny, watoliny, plecionki czy koronki. Wyroby te różnią się między sobą techniką wykonania i konstrukcją tworzącą strukturę danego materiału. Tkanina jest najbardziej rozpowszechnionym wyrobem. Powstaje poprzez przeplatanie ze sobą dwóch nitok zwanych wątkiem i osnową w procesie tkania na krosnach tkackich. Dżianina natomiast powstaje poprzez łączenie ze sobą tak zwanych oczek i w przeciwieństwie do tkaniny tworzona jest z jednej nitki.

W potocznym znaczeniu termin **tkanina** oznacza wszelkiego typu wyroby, bez względu na to czy powstają poprzez tkanie, dzianie, plectenie, filcowanie, czy za pomocą wielu innych technik, często niekonwencjonalnych oraz wykorzystujących najnowsze technologie, jak na przykład drukowanie przestrzenne. W niniejszym opracowaniu także posługuję się określeniem **tkanina**, pisząc o wszystkich materiałach powstających w oparciu o najnowsze technologie czy w zgodzie ze zrównoważonym rozwojem.

W języku angielskim stosuje się zamiennie wyrazy **fabric**, **textile** oraz **cloth** jako tłumaczenie wyrazu tkanina, z tym że istnieje pomiędzy nimi drobne rozróżnienie, jeśli chodzi o specjalistyczne użycie. **Textile** odnosi się do materiałów powstałych poprzez tkanie, **fabric** do wszelkich materiałów powstałych poprzez tkanie, dzianie, szydełkowanie, wiązanie itp., natomiast wyraz **cloth** używa się zamiennie z **fabric**, ale najczęściej określa on gotowy produkt powstały z tkaniny.

## 2. CZĘŚĆ TEORETYCZNA



## 2.1. NOWE TECHNOLOGIE

Rok 1733. Wynalazca John Kay przedstawia „Latające czótenko” [*Flying Shuttle*], mechaniczne urządzenie tkackie. 31 lat później, w 1764 roku, James Hargreaves prezentuje „Przędzącą Jenny” [*Spinning Jenny*], pierwszą mechaniczną maszynę przędzalniczą, a w roku 1785 Edmund Cartwright opracowuje mechaniczne krosno tkackie. Wynalazki te rewolucjonizują przemysł włókienniczy w Anglii i zapoczątkowują **rewolucję przemysłową**, proces „zmian technicznych, ekonomicznych i społecznych będących konsekwencją transformacji gospodarki opartej na wykorzystaniu biologicznych, odnawialnych źródeł energii (mięśnie, woda, wiatr, drewno) do gospodarki opartej na mineralnych źródłach energii”<sup>1</sup>.

Rok 1892. Trzech angielskich chemików patentuje pierwsze sztuczne włókno, wiskozę, nazywaną sztucznym jedwabiem. W roku 1939 w amerykańskiej firmie chemicznej DuPont powstaje pierwsze włókno syntetyczne – poliamid, znany jako nylon. Dzięki temu wynalazkowi firma staje się liderem **rewolucji materiałów syntetycznych** i szybko uzyskuje miano największego koncernu chemicznego na świecie. Natomiast w 1940 roku J.R. Whinfield wraz z J.T. Dicksonem opracowują pierwsze włókno poliestrowe dla brytyjskiego producenta Imperial Chemical Industries (ICI). Wynalazki te rewolucjonizują przemysł tworzyw sztucznych. Trwają badania nad kolejnymi włóknami syntetycznymi. Nowości zostają entuzjastycznie przyjęte przez użytkowników i zaczyna się produkcja na skalę masową. Ze względu na swoje właściwości fizyczne, głównie większą wytrzymałość, elastyczność i trwałość, włókna i tkaniny syntetyczne zaczynają wypierać materiały naturalne.

Kolejnym krokiem po wynalezieniu tkanin syntetycznych były badania nad generacją tkanin o specjalnych właściwościach strukturalnych. Dzięki rozwojowi nowych technologii pojawiły się m.in. materiały o wysokiej wytrzymałości, wyjątkowo lekkie, odporne na działanie środków chemicznych czy ognia.

Rozwój wysoce wydajnych włókien skłonił naukowców do zrewidowania możliwości konstrukcyjnych tradycyjnych technik wykonywania tkanin, takich jak tkanie, dzianie, przeplatanie czy haftowanie. Jakość tkaniny zależna jest od interakcji pomiędzy właściwościami materiału a geometrią struktury czy ułożeniem włókien. Każda z tych technik pozwala na uzyskanie różnorodnych materiałów do wykorzystania w projektowaniu<sup>2</sup>.

Rozwój technologii na wielu polach daje różnorodne możliwości eksperymentowania.

*„Nie ma dziedziny życia, na którą postęp technologiczny w obszarze nowych tkanin nie miałby wpływu. Architektura, transport, przemysł, medycyna, rolnictwo, inżynieria lądowa i wodna, sport czy moda korzystają z tego ogromnego rozwoju możliwości”<sup>3</sup>.*

*Matilda McQuaid*

### 2.1.1. BIOMIMIKRA

Biomimikra jest interdyscyplinarną nauką badającą złożony świat natury i poszukującą rozwiązań technologicznych, projektowych czy informatycznych w przyrodzie. Dyscyplina ta ma kilka alternatywnych nazw, m.in.: bionika, biomimetyka czy inżynieria bioniczna. Jednym z czołowych propagatorów biomimikry jest Janine Benyus, założycielka Biomimicry Institute oraz autorka wielu książek na temat tego zagadnienia. Janine Benyus uważa, że w czasach ekologicznego kryzysu i zmniejszających się zasobów natura oferuje nam bogactwo spostrzeżeń i rozwiązań do zastosowania. Biomimikra polega na naśladowaniu wzorców natury i wciąganiu ich do procesu projektowego, który czerpie inspiracje z żyjącego świata. Nie jest ona jednak wyłącznie narzędziem do kopiowania. Jej istotą jest zrozumienie i świadome stosowanie zasad rządzących naturą, w wielu przypadkach zadziwiająco prostych. Jak twierdzi Janine Benyus: „Natura zaczęła ewoluować 38 milionów lat temu, co dało jej wystarczająco dużo czasu, aby udowodnić, co działa, a co nie”<sup>4</sup>. Prawdziwy potencjał biomimikry może być w pełni wykorzystany, jeśli spojrzymy na nią w trójnasób:

**natura jako model** – gdzie natura jest naśladowana lub wykorzystana jako źródło inspiracji dla projektów i procesów w rozwiązywaniu ludzkich problemów;

**natura jako miara** – gdzie natura jest wykorzystana jako standard ekologiczny do osądzania „prawidłowości” innowacji;

**natura jako mentor** – gdzie natura jest traktowana w nowy sposób. Rozpoczyna erę opartą nie na tym, co możemy wydobyć ze świata naturalnego, ale na tym, czego możemy się od niego nauczyć<sup>5</sup>.

*„Dostosowywanie zasad biologicznych do zastosowań technicznych jest coraz częstszym źródłem inspiracji dla projektantów. Wiele z najnowszych materiałów ma swoje odpowiedniki w naturze”<sup>6</sup>.*

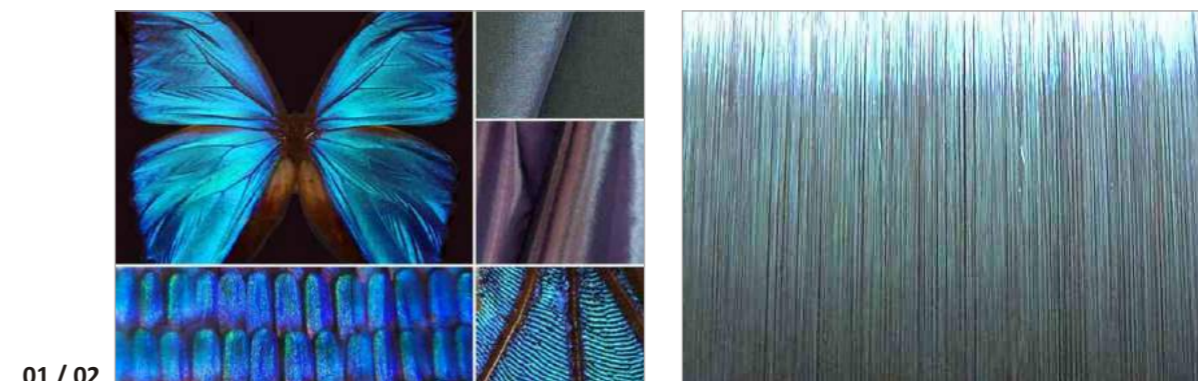
*Christiane Sauer*

#### Efekt lotosu

Jednym z ciekawszych zjawisk związanych z biomimikrą jest proces zwany **efektem lotosu** [*lotus-effect*]. Proces ten został odkryty i opatentowany przez niemieckiego botanika Wilhelma Barthlotta w 1997 roku. Badał on samoczyszczące się właściwości liści lotosu i odkrył, że powierzchnia liści, mimo iż wydaje się gładka, składa się z mikroskopijnych „zębów” kryształków wosku, co powoduje skraplanie się wody na powierzchni i jej spływanie wraz z cząstkami brudu. Barthlott we współpracy z niemieckim koncernem chemicznym BASF stworzył na tej podstawie spray, który można stosować do tkanin i obuwia<sup>7</sup>.

#### Morphotex – kolor bez barwienia

Pierwszą tkaniną o właściwościach optycznych bazującą na zasadach biomimikry, jest morphotex. Pod koniec lat 90 XX wieku japońska firma Teijin, we współpracy z Nissanem, stworzyła nową tkaninę imitującą „dachówkową” strukturę skrzydeł motyla Morpho, która nadaje im specjalny połysk. Cechą charakterystyczną tkaniny jest to, że kolor i połysk uzyskany został nie przez barwniki czy pigmenty, ale przez specjalną strukturę, składającą się z 61 włókien poliestrowych i nylonowych w naprzemiennych warstwach. Takie ich nałożenie na siebie dało wrażenie kolorystyczne od błękitu do purpury, czerwieni i zieleni. Kolor zmienia się w zależności od kąta padania światła. Dzięki temu, że tkanina nie wymaga barwienia, oszczędza się energię i zmniejsza się ilość odpadów powstałych przy jej produkcji<sup>8</sup>.



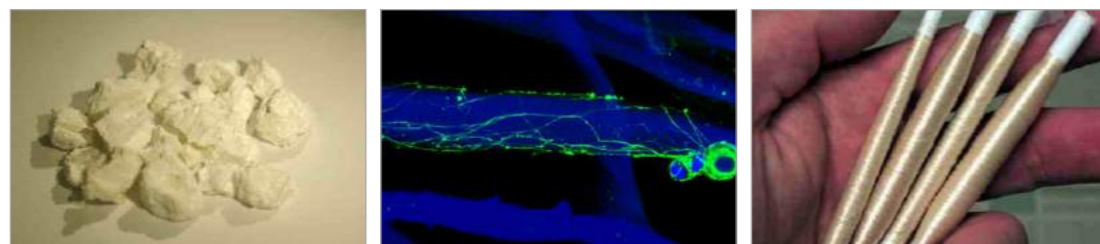
### 2.1.2. TKANINY MEDYCZNE

Inspirację ze świata przyrody czerpią także producenci najnowszych tkanin stosowanych w medycynie. Naukowcy opracowują nowe materiały do zastosowania w medycynie, badając właściwości i sposób powstawania pajęczyn. Nić pajęczą jest lekka, rozciągliwa i mocna. Jedwab pajęczy jest bardziej wytrzymały niż kevlar i nie tylko pięć razy mocniejszy niż stal, ale także sześć razy od niej lżejszy. Jest elastyczny jak nylon i może także przewodzić prąd, a ponadto jest odporny na wysokie temperatury.

Niść pajęczą zawdzięcza swoje wyjątkowe właściwości strukturze chemicznej. Fizyczne właściwości nici pajęczej można lepiej zrozumieć, badając sposób utwardzania się substancji, z której powstaje. Proces powstawania nici pajęczej zachodzi w gruczołach przędnych. W ich części cewkowej wydzielane są spidroiny (in. fibroiny), rozpuszczalne w wodzie białka tworzące jedwabne włókna. Roztwór białkowy magazynowany jest w worku gruczołowym. Formowanie włókien zachodzi bardzo szybko, proces rozpoczyna się w przewodzie, gdzie panują warunki sprzyjające agregacji spidroin. W tym miejscu przebiega szereg reakcji fizyko-chemicznych pozwalających na przejście fazowe ciecz – ciało stałe. Dojrzewanie włókna ma miejsce w chwili przejścia przez ujście znajdujące się na kądziółku przędnym i w ten sposób powstaje, niemal natychmiast wysychająca, zwiewna nić jedwabna<sup>9</sup>.

#### Spidrex

Profesor Fritz Vollrath wraz z dr. Davidem Knightem z Oxford University opracowali specjalny proces przędzenia sztucznej nici pajęczej, oparty na naturalnym procesie produkcji pajęczyn przez pająki. Powstały w ten sposób materiał, spidrex, ze względu na wysokie koszty produkcji ma obecnie zastosowanie wyłącznie w medycynie.



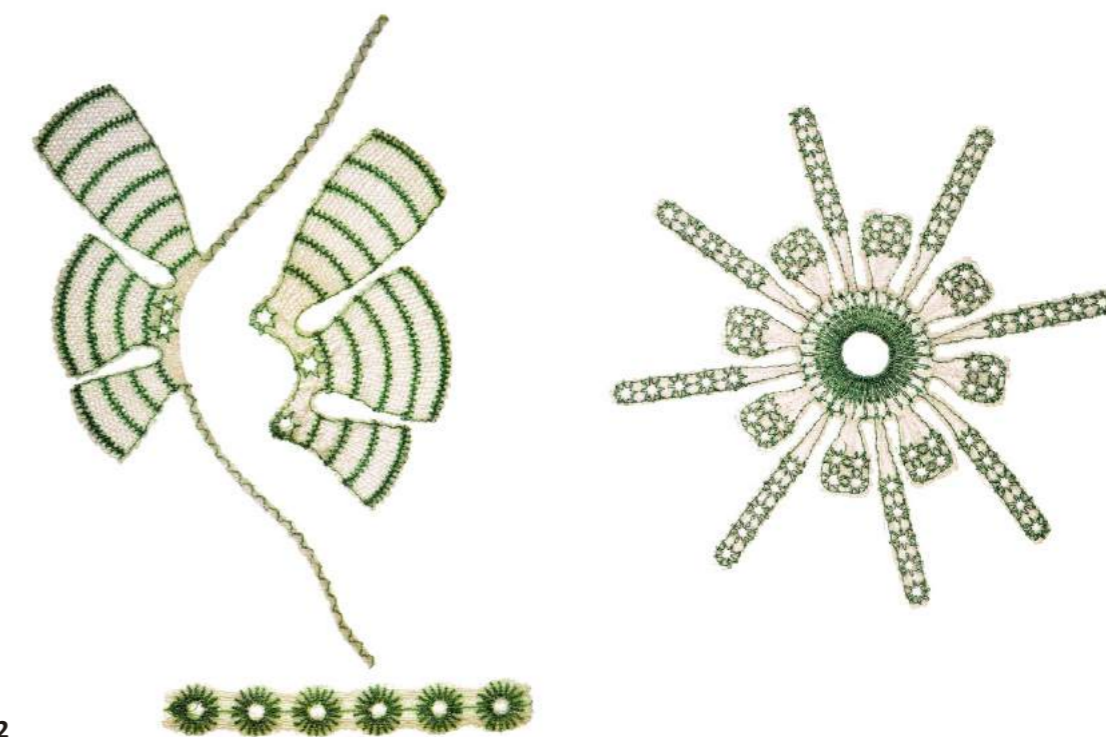
01 / 02 / 03



04 / 05 / 06

#### Bioimplanty

Przy produkcji tkanin medycznych wykorzystuje się także najnowszą technologię komputerową opartą na takich tradycyjnych technikach wytwarzania tkanin, jak haft. Ellis Developments z siedzibą w Nottingham specjalizuje się w produkcji haftowanych urządzeń chirurgicznych. Pierwszą operację z użyciem zrobionego na wymiar haftowanego implantu przeprowadzono w 2003 roku. Chirurdzy stosują takie implanty jako struktury wspomagające regenerację nerwów i mięśni. Technika haftu pozwala na tworzenie dowolnych kształtów za pomocą programów CAD/CAM, dopasowanych bezpośrednio do różnych narządów przeznaczonych dla konkretnych pacjentów.



01 / 02



### 2.1.3. NANOTECHNOLOGIA

Nanotechnologia należy do kolejnego obszaru badań technologicznych bazujących na rozwiązaniach ze świata przyrody. Dzięki nanotechnologii tworzy się struktury na poziomie pojedynczych atomów i cząsteczek. Jeden nanometr to jedna milionowa milimetra. Technologia ta oparta jest na różnicy we właściwościach fizycznych pomiędzy nanocząsteczkami a materiałami w stanie stałym. Nanocząsteczki są niewidoczne, ponieważ są zbyt małe, aby wchodzić w reakcje z widocznymi wiązkami świetlnymi. Ich rozmiar jest wręcz nie do wyobrażenia – rozmiar piłki nożnej w stosunku do Ziemi jest równy rozmiarowi nanocząsteczki w stosunku do piłki<sup>10</sup>.

*„Nanotechnologia jest obszarem projektowania, gdzie najmniejsze urządzenia wykonane przez człowieka napotykają atomy i cząsteczki świata przyrody”<sup>11</sup>.*

*Chloë Colchester*

Przyspieszenie badań nad nanotechnologią nastąpiło dzięki wynalezieniu w 1981 roku skaningowego mikroskopu tunelowego oraz mikroskopu sił atomowych w 1986 roku<sup>12</sup>. Nanotechnologia łączy w sobie zakres badań z takich dziedzin, jak biologia, fizyka, chemia, informatyka czy inżynieria materiałowa.

Tkaniny bazujące na nanotechnologii wyglądają jak każde inne, ale odpychają brud, są odporne na zagniecenia i zwalczają bakterie. Dzisiejsze nanotkaniny są także bardziej przyjazne środowisku, ponieważ nie wymagają częstego czyszczenia i mogą być prane w niższych temperaturach. W dłuższej perspektywie możliwe jest także wynalezienie tkanin, które nie wymagają wcale prania<sup>13</sup>.

### Schoeller – nanotechnologia w praktyce

Schoeller Textil AG jest szwajcarską firmą produkującą tkaniny i opracowującą nowe technologie produkcji tkanin sportowych, specjalistycznych, lifestyle czy tapicerskich. Innowacje są główną siłą napędową firmy od wielu dekad, przez co stała się ona pionierem wielu innowacyjnych rozwiązań. Naukowcy z Działu Badań i Rozwoju pracują wspólnie nad rozwiązaniami z takich obszarów, jak nanotechnologia, biomimikra, chemia czy fizyka. Firma jest świadoma swojej odpowiedzialności wobec środowiska, dlatego działa zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Jest pierwszą firmą, która wprowadziła produkcję zgodną z najbardziej rygorystycznym standardem produkcji tkanin, czyli bluesign®standard<sup>14</sup>.

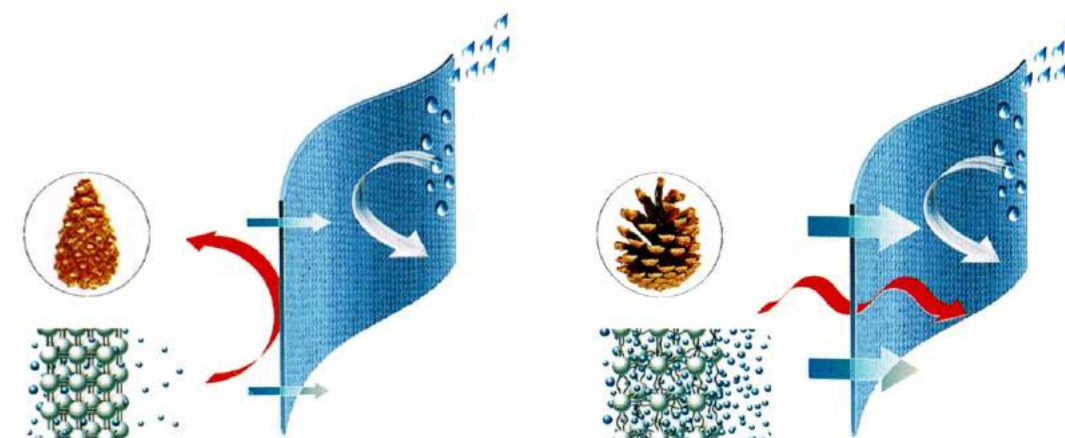
#### Przykłady tkanin:

##### 1. C\_change™: the bionic climate membrane – bioniczna membrana klimatyczna



01

C\_change™ jest membraną wiatro- i wodoodporną, która reaguje na zmiany temperatury i aktywność. W zależności od sytuacji przepuszczalność powietrza lub zatrzymywanie ciepła wzrasta albo zmniejsza się, przez co tkanina zawsze zapewnia komfort użytkownika. Naśladuje ona sposób, w jaki szyszka jodły reaguje na zmieniające się warunki atmosferyczne, zamykając się lub otwierając.



02

## 2. NanoSphere®: naturally self-cleaning – tkanina samooczyszczająca się

Nanotechnologia pozwala na uzyskanie tkanin samoczyszczących się. Metoda ta zainspirowana została procesem oczyszczania się liści niektórych roślin, do których brud zwyczajnie nie przylega lub jest z łatwością usuwany wraz z deszczem. Funkcja ochronna powierzchni NanoSphere® nie zmniejsza się wraz z częstym użytkowaniem czy praniem. Tkanina zachowuje swój wygląd, elastyczność, przepuszczalność powietrza i zapewnia komfort przez długi czas.



01 / 02



03 / 04

## 3. 3XDRY®: the feelgood technology – technologia komfortu

Cechą charakterystyczną tkaniny 3XDRY® jest odpychanie wody i brudu na zewnętrznej stronie tkaniny i pochłanianie wilgoci od wewnątrz. Ubrania wykonane z tej tkaniny zapewniają chłodzący efekt i utrzymują powierzchnię skóry suchą, dzięki czemu minimalizują pojawianie się widocznych na ubraniu plam potu.

01  
02 / 03

## 4. Coldblack®: Sun Reflector – UV Protector – ochrona przeciwsłoneczna

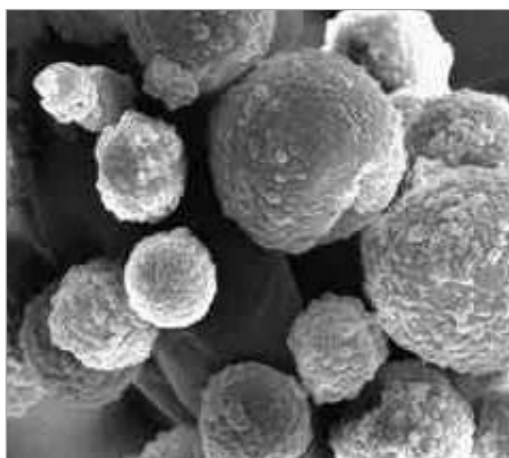
Ciemne kolory nagrzewają się szybciej w bezpośrednim słońcu niż te jasne, ponieważ pochłaniają zarówno widoczne, jak i niewidoczne wiązki promieni świetlnych. Coldblack® jest technologią wykańczania tkanin, która zmniejsza efekt nagrzewania się ciemnych kolorów. Tkanina pozostaje chłodna w dotyku nawet w pełnym słońcu oraz zapewnia ochronę przeciw promieniowaniu ultrafioletowemu.



04

### 5. Schoeller®-PCM™: actively balances out temperature extremes – równowaga w ekstremalnych temperaturach

Schoeller®-PCM™ to specjalny rodzaj tkaniny, zawierającej miliony mikrokapsułek wypełnionych materiałem zmiennofazowym. Odzież wykonana z tej tkaniny umożliwia równoważenie temperatur, które są zbyt niskie lub wysokie, aby zapewnić komfort użytkownikowi. Mikrokapsułki, reagując na temperaturę, zmieniają swój stan ze stałego w ciekły i na odwrot. Znajdujący się w nich materiał zmiennofazowy zaprogramowany jest na reagowanie na określony zakres temperatur. Kiedy temperatura ciała lub otoczenia wzrasta, nadmiar ciepła zostaje zmagazynowany, a gdy temperatura spada, zostaje ponownie uwolniony.



01 / 02

### 2.1.4. TKANINY INTELIGENTNE

Nowa generacja tkanin, które zmieniają swoje właściwości pod wpływem czynników zewnętrznych, nosi nazwę **tkanin inteligentnych**. Materiały te odpowiadają na czynniki zewnętrzne, takie jak: ciepło, światło, nacisk i zmiany chemiczne, poprzez zmianę kształtu, koloru, rozmiaru, stanu skupienia, pochłanianie energii słonecznej, przewodzenie prądu i światła oraz przetwarzanie danych.

#### 2.1.4.1. E-TKANINY (TKANINY ELEKTRONICZNE) – PRZEKAŹNIKI DANYCH

E-kaniny, czyli tkaniny elektroniczne są jednym z przykładów innowacyjnych tkanin inteligentnych. Dzięki odpowiedniej modyfikacji powierzchni doskonale przewodzą one prąd elektryczny. Powierzchnie te idealnie sprawdzają się jako przekaźniki danych. Dane rejestrowane są i przekazywane dzięki ścieżkom przewodzącym, diodom czy innym detektorom i systemom elektronicznym, które reagują na zmiany fizykochemiczne w środowisku wokół tkaniny. Za sprawą nanoelektroniki sensory zintegrowane z tkaniną są praktycznie niewidoczne i niewyczuwalne.

E-kaniny mają zastosowanie w odzieży militarnej, sporcie czy technologii medycznej. Tkanina spełnia w takim przypadku rolę powierzchni danych biometrycznych, monitorując parametry życiowe człowieka. E-kaniny reagują na dotyk, rozróżniając siłę nacisku od lekkiego muśnięcia po zdecydowane gesty.

#### Maggie Orth

Maggie Orth, współpracując z Media Lab w Instytucie Technologicznym w Massachusetts, założyła International Fashion Machines, firmę, która eksperymentuje z technologią e-kanin łącząc tkaniny, design i elektronikę w projektach wprowadzających nową jakość w odbieraniu przestrzeni. Maggie Orth stworzyła serię produktów, odkrywając potencjał relacji między tkaniną, światłem i kolorem. Najbardziej znanym jej projektem jest seria puszystych włączników *Pompom Light Dimmers*, wykonanych z odpornych na zabrudzenia, antybakteryjnych włókien elektronicznych, które reagują na dotyk.



01

### 2.1.4.2. TKANINY ELEKTROCHROMOWE, TERMOCHROMOWE I FOTOCHROMOWE – ZMIENIAJĄCE KOLOR

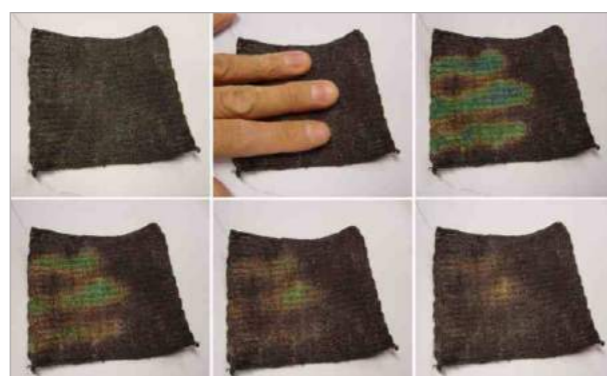
Tkaniny zmieniające kolor jak kameleon dają bardzo duże możliwości tworzenia niezwykle interesujących efektów wizualnych, dlatego stanowią fascynujące pole do popisu dla projektantów. Tkaniny te zmieniają kolor pod wpływem temperatury otoczenia, światła czy prądu elektrycznego. Tkaniny elektrochromowe zmieniają kolor pod wpływem napięcia elektrycznego, termochromowe pod wpływem temperatury, a tkaniny fotochromowe pod wpływem światła słonecznego lub ultrafioletowego.

#### Fabcell – elektrochromowe

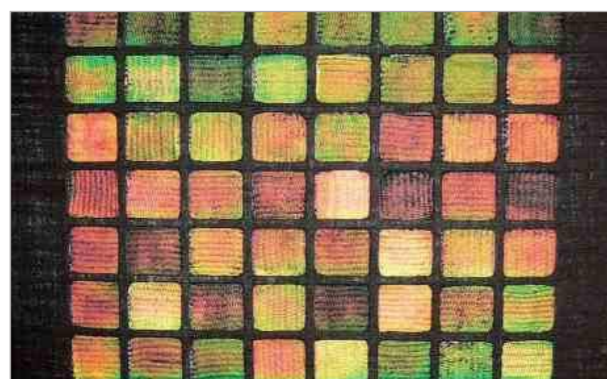
Fabcell jest przykładem tkaniny elektrochromowej, która zmienia kolor, przewodząc prąd elektryczny. Została zaprojektowana przez dr. Akira Wakita z Information Design Laboratory na Uniwersytecie Keio w Japoni. Tkanina wykonana jest z włókien przewodzących prąd i barwionych ciekłokrystalicznymi barwnikami, połączonych z podzespołem elektronicznym. Przy zwiększaniu napięcia wzrasta temperatura tkaniny, zmieniając jej kolor. Kwadratowe elementy tkaniny mogą być łączone ze sobą, tworząc pikselową mozaikę.



01



02



03

#### Linda Worbin – termochromowe



01 / 02

Projektantka Linda Worbin przeprowadza badania i tworzy innowacyjne tkaniny inteligentne w ramach Smart Textiles Design Lab na Uniwersytecie w Borås w Szwecji. Obrusy *Tic tac Textiles* i *Rather Boring Table Cloth* zadrukowane są tuszami termochromowymi oraz konwencjonalnymi, dzięki którym wzory pojawiają się na tkaninie, kiedy ta zostanie nagrzana np. przez postawienie na niej kubka z gorącą herbatą. Barwniki termochromowe tworzą warstwę zewnętrzną. Po podgrzaniu do temperatury ok. 30° barwniki te stają się przezroczyste, ujawniając wzór nadrukowany tradycyjnymi pigmentami.

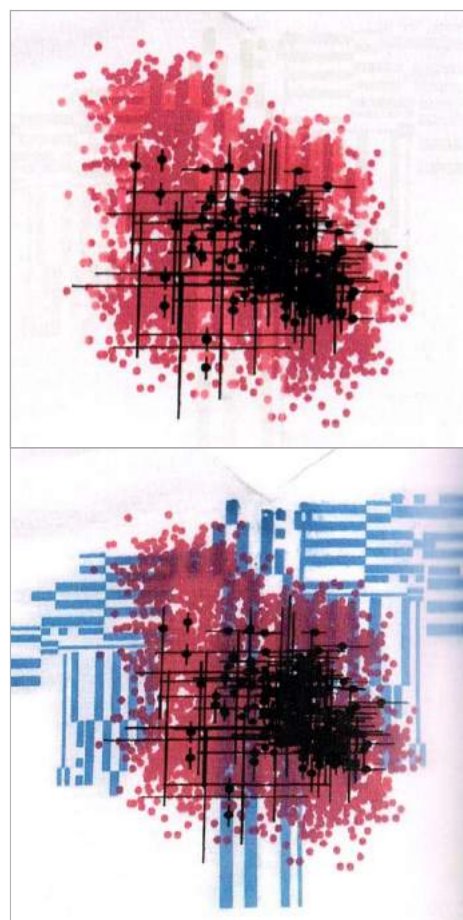


03 / 04



**Indarra.DTX – fotochromowe**

Firma Indarra wprowadziła na rynek serię odzieży produkowanej z wykorzystaniem najnowszych technologii. Projekt oparty jest na poszukiwaniu i badaniu innowacyjnych tkanin, mikroelektroniki oraz specjalnych wykończeń i powłok na tkaninach. Jedną z propozycji są tkaniny zmieniające kolor pod wpływem promieniowania słonecznego. Tkanina ta ma ponadto antybakteryjne i antyalergiczne właściwości, a także zapewnia ochronę przeciw promieniom UV.



01 / 02

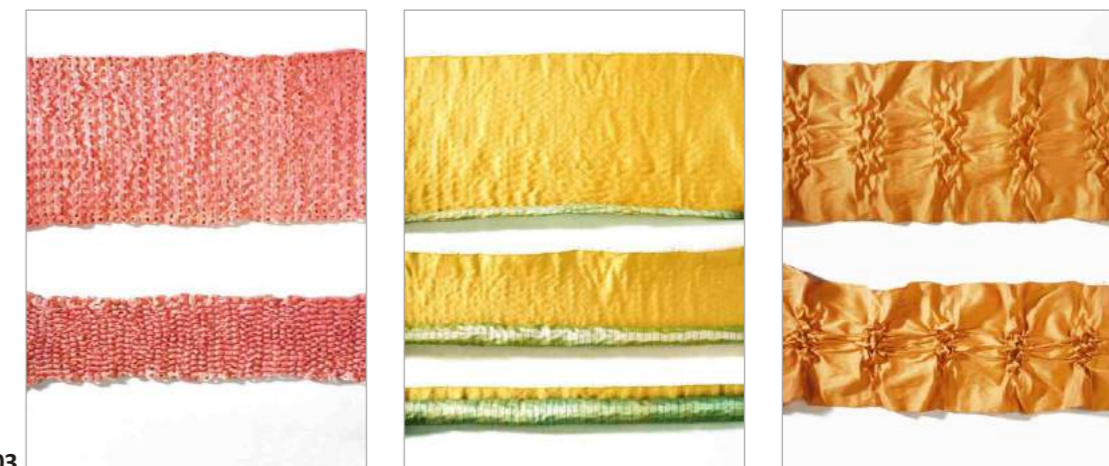
**2.1.4.3. TKANINY ZMIENIAJĄCE KSZTAŁT**

Oprócz koloru tkaniny pod wpływem działania bodźców zewnętrznych mogą także zmieniać swój kształt czy rozmiar. Ciekawą technologią z tego obszaru są materiały z pamięcią kształtu. Najczęściej wykorzystywanym materiałem do uzyskania tego typu zjawiska są stopy niklowo-tytanowe (Nitinol). Istnieją także polimery charakteryzujące się pamięcią kształtu.

Zjawisko zmiany kształtu zachodzi pod wpływem zmian temperatury lub działania napięcia elektrycznego. Zmodyfikowane stopy z pamięcią kształtu dają możliwość wplecenia w strukturę tkaniny, sprawiając, że reaguje ona na środowisko, przybierając określony kształt. Materiał powraca do swojego pierwotnego kształtu po zmianie temperatury.

**Moving Textiles**

Holenderska projektantka Mariëlle Leenders jest autorką tkanin Moving Textiles. Dzięki drutom z Nitinolu wplecionym w strukturę tkanina kurczy się i rozciąga. Tkaniny te oprócz wykorzystania w ubraniach mają także zastosowanie jako zasłony przeciwsłoneczne, które rozwijają się automatycznie przy ekspozycji na ciepłe światło dzienne i zwijają się, kiedy temperatura spada.



01 / 02 / 03

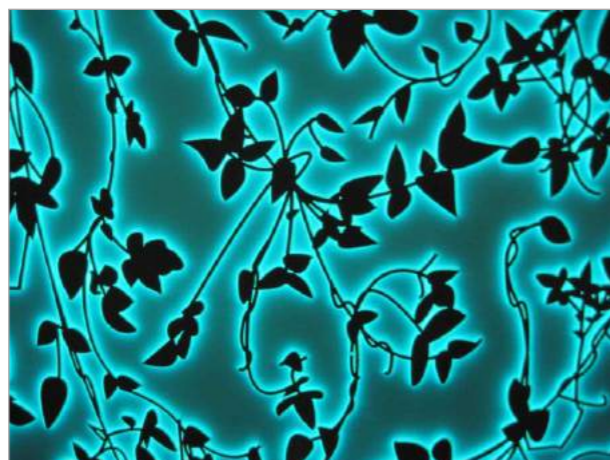
#### 2.1.4.4. TKANINY ELEKTROLUMINESCENCYJNE I FOTOLUMINESCENCYJNE – TKANINY EMITUJĄCE ŚWIATŁO

Do tkanin emitujących światło należą m.in. tkaniny elektroluminescencyjne oraz tkaniny fotoluminescencyjne. Luminescencja odnosi się do promieniowania optycznego wywołanego napięciem elektrycznym w przypadku elektroluminescencji oraz ekspozycją świetlną w przypadku fotoluminescencji. Technologia ta pozwala na uzyskanie całych powierzchni świecących jednolitym światłem. Materiały luminescencyjne emitują zimne światło, przekształcając energię praktycznie bez żadnych strat, przez co są bardzo wydajne.

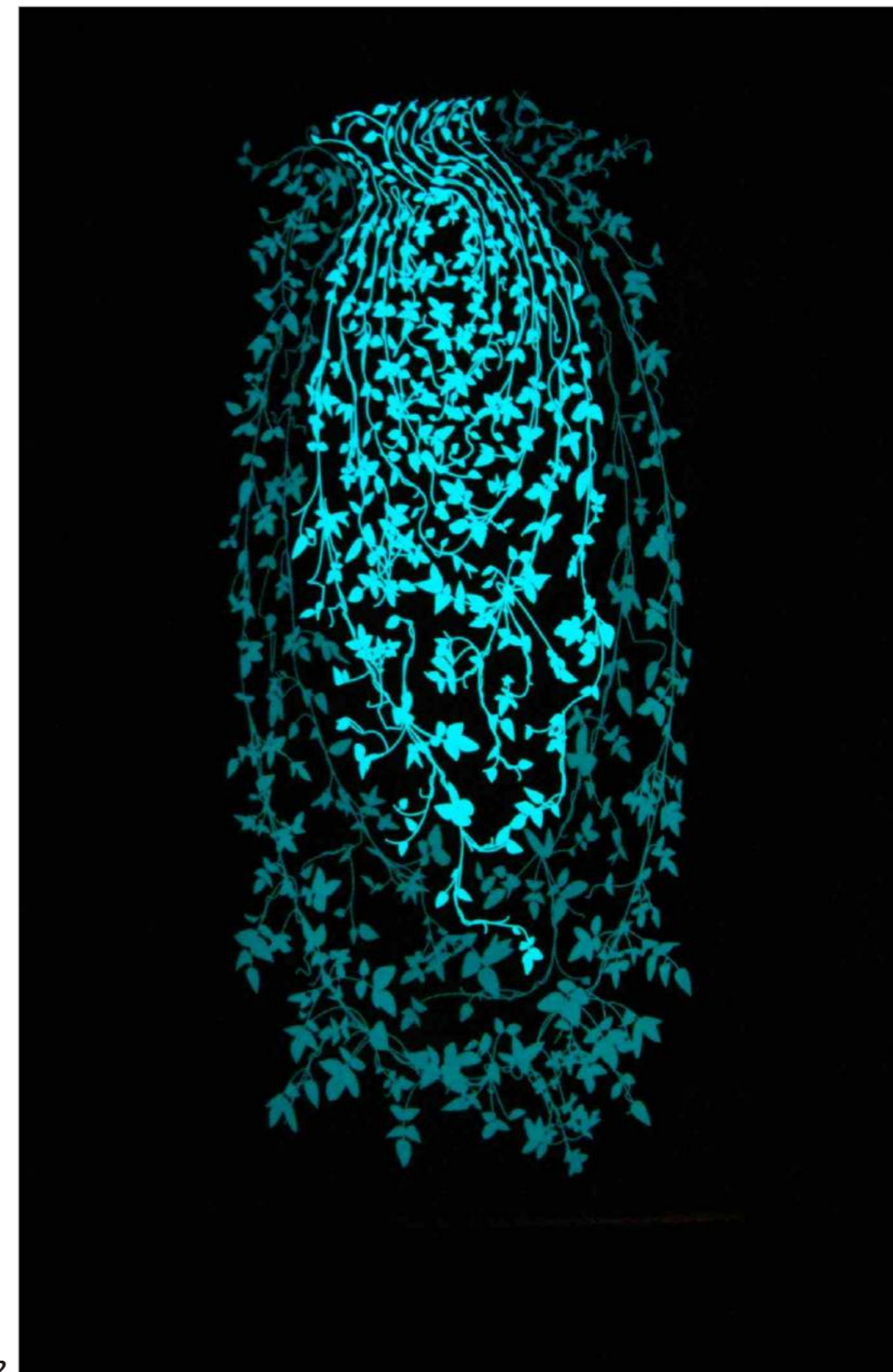
Bazę technologii elektroluminescencji stanowią diody elektroluminescencyjne (LED), organiczne diody elektroluminescencyjne (OLED) i folie elektroluminescencyjne. Powierzchnie fotoluminescencyjne świecą dzięki ekspozycji świetlnej. Do kategorii materiałów fotoluminescencyjnych należą materiały fluorescencyjne i fosforescencyjne. W przypadku fluorescencji efekt świecenia zanika wraz z zanikiem źródła światła zewnętrznego, natomiast materiały fosforescencyjne świecą jeszcze przez wiele godzin.

##### Digital Dawn

Digital Dawn studia projektowego Loop.pH jest zasłoną okienną reagującą na zmianę natężenia światła za sprawą technologii elektroluminescencji. Digital Dawn wykorzystuje energię słoneczną w ciągu dnia, akumulując ją i oddając w postaci luminescencji, kiedy zapada zmrok. Im ciemniej robi się w pomieszczeniu czy na zewnątrz, tym zasłona zaczyna bardziej świecić. Pomysł ten został zainspirowany zdolnością fotosyntezy roślin. Motyw roślinny pojawia się we wzorze tkaniny, ujawniając się i nabierając życia wraz ze wzrostem luminescencji. Natężenie światła monitorowane jest przez czujniki elektroniczne. Tkanina ma działanie terapeutyczne, oddziałujące silnie na emocje. Niedostateczna ilość światła dziennego może powodować dolegliwości zdrowotne, dlatego zastosowanie tego typu tkanin we wnętrzach wydaje się dobrym sposobem na podtrzymanie nastroju i pozytywnego odbierania przestrzeni.



01



02

**Give Back Curtains**

Zasłony Give Back Curtains tworzą część serii technotkanin zaprojektowanych przez studio architektoniczne Kennedy & Violic Architecture. Świecenie tkanin możliwe jest dzięki procesowi fotoluminescencji, czyli połączeniu specjalnych pigmentów z naturalnymi i sztucznymi włóknami. Tkanina pochłania promieniowanie słoneczne czy fluorescencyjne i oddaje je w postaci różnokolorowego światła.



01



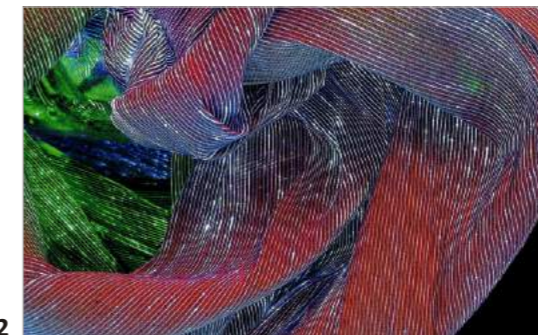
02

**2.1.5. WŁÓKNA OPTYCZNE**

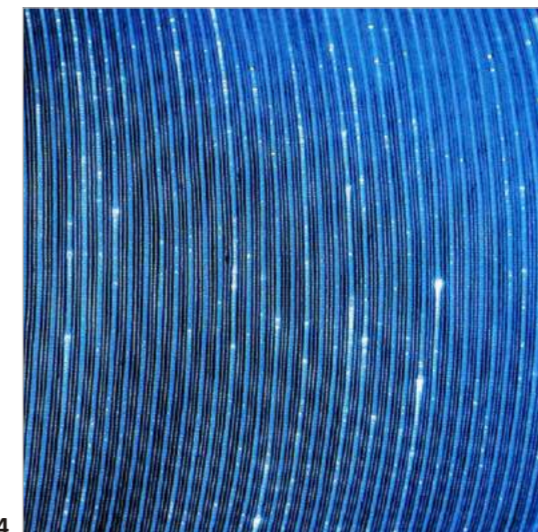
Włókna optyczne przewodzące światło wytwarzane są ze szkła lub plastiku. Mają one przezroczystą strukturę, w której rozprzestrzenia się światło. Zamiast prądu elektrycznego wykorzystywana jest odpowiednio modulowana wiązka światła. Jego transmisja światła polega na przekazaniu wiązki światła, którego źródłem może być laser lub dioda LED. Włókna optyczne stosowane są głównie w telekomunikacji, ale ze względu na swoje ciekawe właściwości cieszą się coraz większym zainteresowaniem branży tekstylnej i projektantów. Włókna optyczne wplecione w tkaninę powodują jej świecenie lub przekazują dane.

**Luminex**

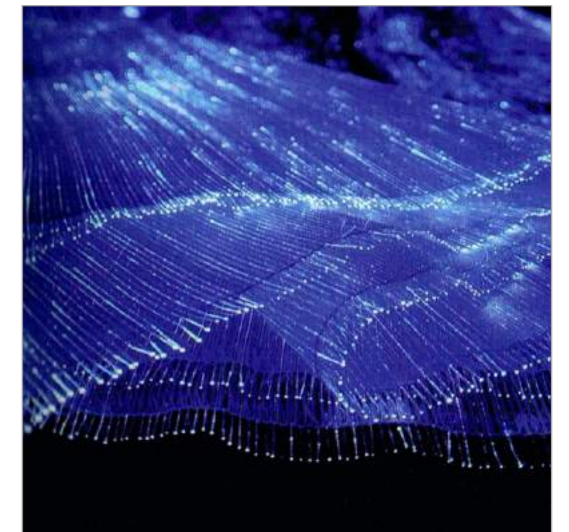
Luminex jest innowacyjną tkaniną, która emituje światło za pomocą systemu diod LED. Diody dostępne są w pięciu kolorach: białym, żółtym, czerwonym, niebieskim i zielonym. Diody te mogą być użyte osobno lub w kombinacji, tworząc bogactwo możliwości kolorystycznych. Tkaniny Luminex mogą być podłączone do zasilania elektrycznego w przypadku niemieszkalnych obiektów, jak np. zasłony, lub mogą być zasilane bateriami w przypadku ubrań.



01 / 02

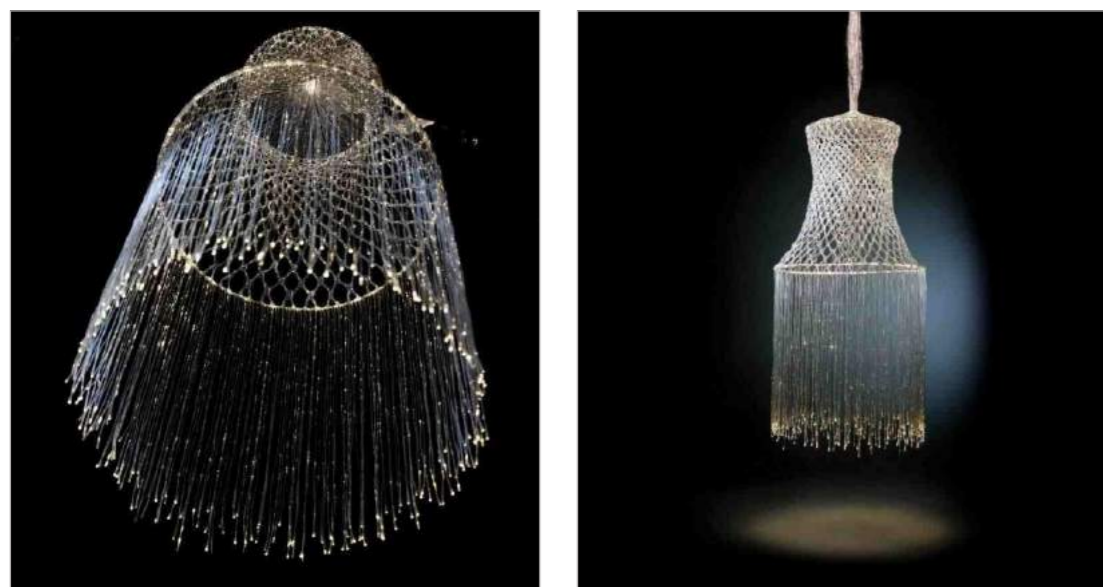


03 / 04

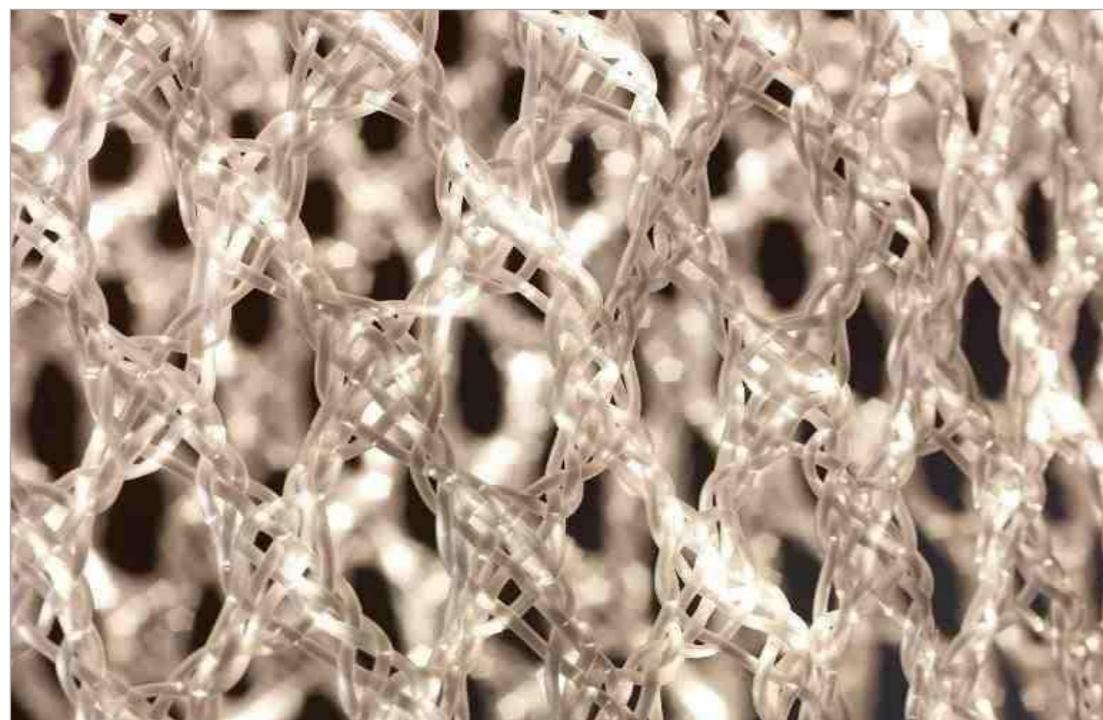


**The Bobbin Lace Lamp**

Efektownym wykorzystaniem włókien optycznych jest projekt lampy The Bobbin Lace Lamp duetu projektowego Van Eijk & Van der Lubbe. W tej lampie bez żarówki źródłem światła są włókna optyczne. Kable światłowodowe świecą na całej swej długości lub punktowo na końcach. Lampa wykonana jest ręcznie tradycyjną metodą koronki klockowej. Do jej wykonania wykorzystano 500 metrów kabla.



01 / 02



03



04

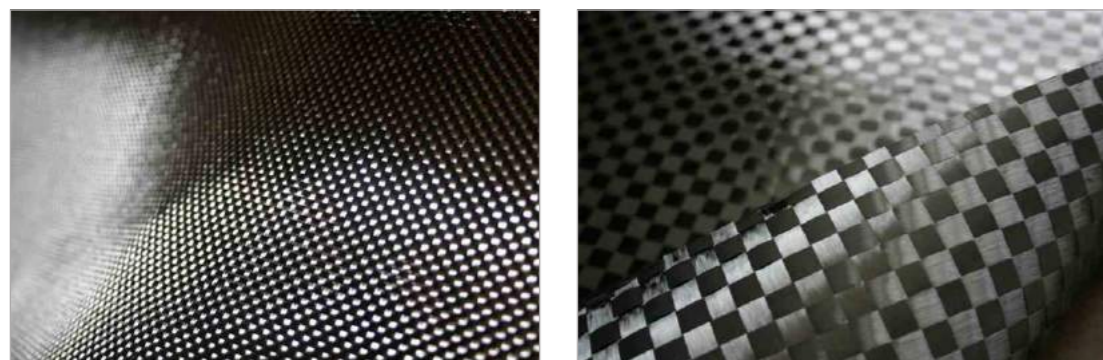


### 2.1.6. WŁÓKNA WĘGLOWE

Materiałem rzadko kojarzonym z tkaniną, ale coraz chętniej wykorzystywanym w projektowaniu są włókna węglowe. Pierwsze włókna węglowe pojawiły się w latach 60 XX wieku i pierwotnie wykorzystywane były wyłącznie w technologii kosmicznej i wojskowej, a następnie w przemyśle motoryzacyjnym.

Włókno węglowe jest lekkie, ale niezwykle wytrzymałe – jest 5-krotnie bardziej wytrzymałe niż stal. Doskonale przewodzi prąd i ma niską rozszerzalność cieplną. Jest ognioodporne, antystatyczne i łatwo miesza się z innymi włóknami. Prawdziwe włókno węglowe jest koloru czarnego z lekkim połyskiem. Przykładem tkaniny z włókien węglowych o wszechstronnym zastosowaniu jest kevlar, wynaleziony w 1965 roku w laboratoriach DuPont.

Podczas produkcji ułożenie włókien może być precyzyjnie zaplanowane, tak aby uzyskać zamierzoną wytrzymałość. Dzięki technikom takim jak tkanie, przeplatanie czy zszywanie tkanina otrzymuje pożądany kształt, który następnie jest utwardzany za pomocą impregnacji żywicą. Formy trójwymiarowe wykonuje się także na specjalnych maszynach sterowanych komputerowo. Właściwości przewodzenia prądu przez włókno węglowe pozwalają na zintegrowanie z tkaniną czujników sensorycznych czy diod LED<sup>15</sup>.



01 / 02

#### Bellflower

Lampa Bellflower powstała we współpracy z firmą Eurocarbon, produkującą rurowe i płaskie plecionki, tkaniny i taśmy tkane. Wieki Somers miała do dyspozycji maszynę tkającą, która składa się z 144 sterowanych komputerowo szpul tkających rurowe formy z włókien węglowych, szklanych i poliestrowych. Cała lampa (klosz, podstawa, trzon i źródło światła) wykonana została w procesie produkcyjnym jako jeden element. Włókno węglowe użyte zostało jako materiał konstrukcyjny i przewodzący prąd. Po utkaniu całej formy tkanina utwardzona została żywicą epoksydową, a po wyschnięciu wprowadzono wewnątrz klosza diody LED, które sprawiają wrażenie rozgwieżdżonego nieba.



01 / 02



03

### 2.1.7. WŁÓKNA METALOWE

Metal kojarzy się z materiałem twardym i sztywnym, ale kiedy zostanie wykorzystany jako bardzo cienkie włókno wplecione w tkaninę, nabiera lekkości i płynności. Bardzo często stosuje się włókna metalowe wraz z innymi tradycyjnymi miękkimi włóknami, takimi jak bawełna, jedwab czy wełna, zwiększając ich wytrzymałość lub nadając właściwości antystatyczne materiałom syntetycznym. Tkaniny mogą także być w całości wykonane z włókien metalowych, przez co uzyskują ciągliwy charakter, pozwalając uzyskiwać efekty reliefowe czy trójwymiarowe. Do najczęściej wykorzystywanych metali należą stal nierdzewna, miedź, mosiądz czy srebro.

#### Angelina Fiber

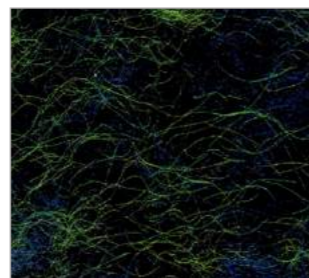
Włókna Angelina powstają na bazie poliestru z zastosowaniem różnych metali, takich jak miedź, aluminium czy srebro. Włókna te charakteryzują się przyciągającym wzrok połyskiem, kolorem i efektem holograficznym (kolor zmienia się w zależności od kąta patrzenia czy padania światła). Do właściwości technicznych tych włókien zalicza się łatwa przepuszczalność powietrza, wyjątkowa miękkość czy możliwość łączenia z innymi włóknami. W przypadku zastosowania miedzi włókna uzyskują właściwości lecznicze, antybakteryjne, ognioodporne czy termoregulujące. Włókna aluminiowe są natomiast bardzo wytrzymałe, antystatyczne, przewodzą prąd i tworzą osłonę elektromagnetyczną.



01



03



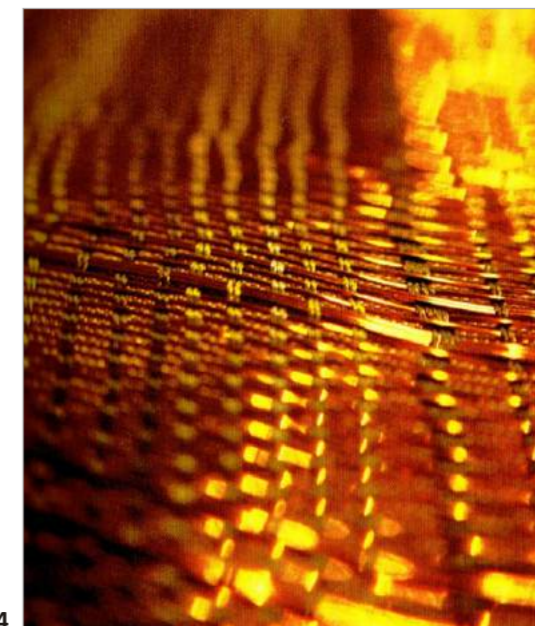
02 / 04

#### Tramacobre

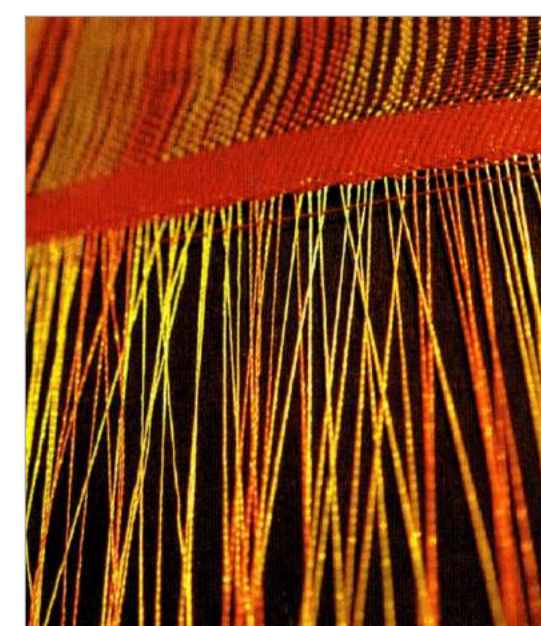
Chilijska projektantka Andrea Carvacho Wilke w swoich projektach tkanin wykorzystuje włókna z miedzi. Miedź stanowi w nich główny element, czyli osnowę. Jako wątek projektantka stosuje delikatny jedwab, co pozwala na różnicowanie kolorów i grubości struktury. Tkaniny powstają metodą tradycyjnej techniki tkania, charakterystycznej dla ludów zamieszkujących Chile.



01 / 02

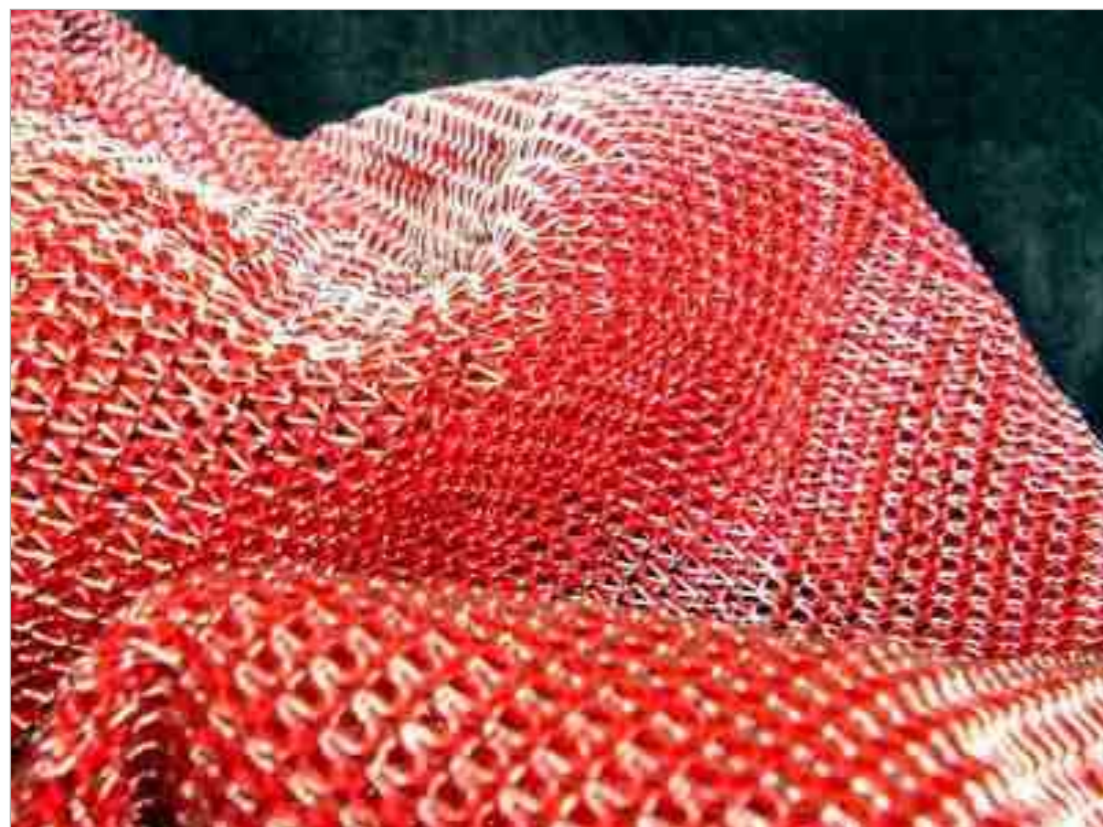


03 / 04



### DoubleFace

Tkanina DoubleFace produkowana przez włoską firmę Inntex wykonana jest z nici stali nierdzewnej, które znajdują się z jednej strony, i poliestru z drugiej. Takie zestawienie materiałów pozwala na uzyskanie szczególnych efektów świetlnych. Tkanina jest półprzezroczysta, przez co metalowa warstwa połyskuje na kolorowym tle warstwy z poliestru. Cechą charakterystyczną tkaniny jest jej wyjątkowa elastyczność i giętkość. Dzięki swojej odporności na korozję i utlenianie może być z powodzeniem stosowana w żeglarstwie.



01

### 2.1.8. SPRAY-ON FABRIC, CZYLI TKANINA Z PUSZKI



*„Wyobraź sobie kilka puszek ze sprayem w torbie podręcznej zamiast tych ciężkich walizek spakowanych na wakacje”<sup>16</sup>.*

*Suzanne Lee*

01

Tkanina w sprayu przedstawia urzeczywistnienie futurystycznych wizji tkanin i odzieży powstających w niekonwencjonalny sposób, niespotykanymi dotąd metodami. Wynalazek ten rewolucjonizuje świat mody.

Spray-on fabric produkowany jest przez Fabrican, firmę założoną przez Manelę Torresę, hiszpańskiego projektanta pracującego w Imperial College w Londynie. Materiał ten został opatentowany w 2000 roku. Jak możemy przeczytać na stronie internetowej firmy: „Dzięki unikalnej tkaninie w sprayu Fabrican chce sprawić, aby życie było bardziej wygodne, zdrowsze i zabawne”<sup>17</sup>.

Fabrican jest włókniną, która ma wszechstronne zastosowanie, od wyposażenia wnętrz, przez modę, aż po produkty medyczne. Materiał może być rozpryskiwany na przeróżnych powierzchniach za pomocą rozpylacza w aerozolu lub pistoletu ciśnieniowego. Włókna łączą się ze sobą, tworząc delikatną sieć. Wczesne prototypy wykorzystywały włókna bawełniane zmieszane ze spoiwem, można też stosować inne włókna, od naturalnych po syntetyczne. Metoda ta pozwala na uzyskanie kombinacji kolorystycznych czy zapachowych oraz tworzenie skomplikowanych form trójwymiarowych.

W przypadku ubrań materiał nakłada się bezpośrednio na ciało. Jego warstwy przylegają do ciała i po chwili wysychają. W zależności od potrzeb można uzyskać różne grubości i faktury tkaniny. Tworzy się w ten sposób ubranie bezszwowe, bez potrzeby stosowania zapięć, zamków, guzików czy jakichkolwiek innych dodatków. Ubrania te można prać i używać ich wielokrotnie. Trwają także badania nad całkowitą biodegradowalnością produktu.



02



03

### 2.1.9. TKANINY 3D

Tkaniny trójwymiarowe przyciągają uwagę coraz szerszego grona projektantów i użytkowników. Pojawienie się nowych technologii wytwarzania tkanin pozwoliło na rozwój tego typu tkanin przestrzennych. Tkaniny 3D znajdują zastosowanie w motoryzacji, sporcie, materiałach izolacyjnych i dizajnie. Struktury trójwymiarowe można uzyskać za pomocą tkania, dziania, haftu czy materiałów kompozytowych.

Ciekawym rozwiązaniem jest **tkanina dystansowa** [*spacer fabric*], tkanina 3D składająca się z dwóch warstw tkaniny przedzielonych przeplatany elastycznymi włóknami syntetycznymi. Specjalne pionowe ułożenie tych włókien stanowi rdzeń i zapewnia znakomite rozłożenie naprężeń oraz zapewnia dobrą wentylację, co z kolei sprawia, że tkaniny te nadają się idealnie na materiały amortyzujące i wyściełające siedzenia czy materace.

#### Spacer Chair – NEXT Architects & Samira Boon

Przykładem wykorzystania tkaniny dystansowej jest prototyp fotela Spacer Chair dla Droog Design, zaprojektowany przez NEXT Architects & Samira Boon. Prototyp wykonany został z włókna szklanego, nylonowej tkaniny dystansowej i żywicy poliestrowej. W projekcie wykorzystano charakterystyczną elastyczność tkaniny dystansowej, tworząc miękką formę utwardzoną następnie żywicą. Sztywności formie nadaje także zastosowanie dwóch warstw tkaniny wykonanej w technice podwójnego tkania stosowanego w produkcji dywanów.

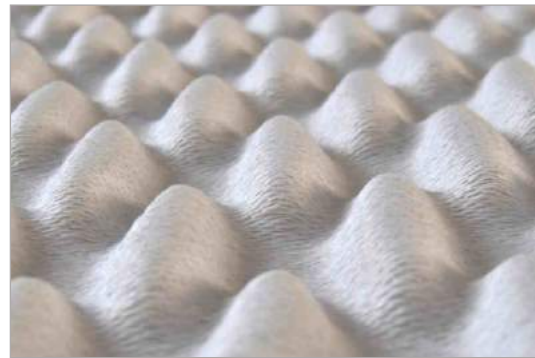


01 / 02



**Aleksandra Gaca**

Projektantka Aleksandra Gaca w swojej pracy projektowej poświęciła się tworzeniu tkanin trójwymiarowych. Eksperymentuje z różnymi technikami tkania oraz materiałami (od miękkiego moheru po mocny poliester, z wykorzystaniem włókien z Lurexu, papieru czy drutów metalowych) uzyskując nową jakość tkanin strukturalnych. Tworząc formy przestrzenne czerpie inspirację ze świata architektury wykorzystując język geometryczny, zasady rytmu, porządku, multiplikacji czy siatek kompozycyjnych. Reliefowe struktury nadają tkaninie właściwości akustyczne i izolacyjne, przez co idealnie nadają się do wykorzystania we wnętrzach czy projektach mebli.



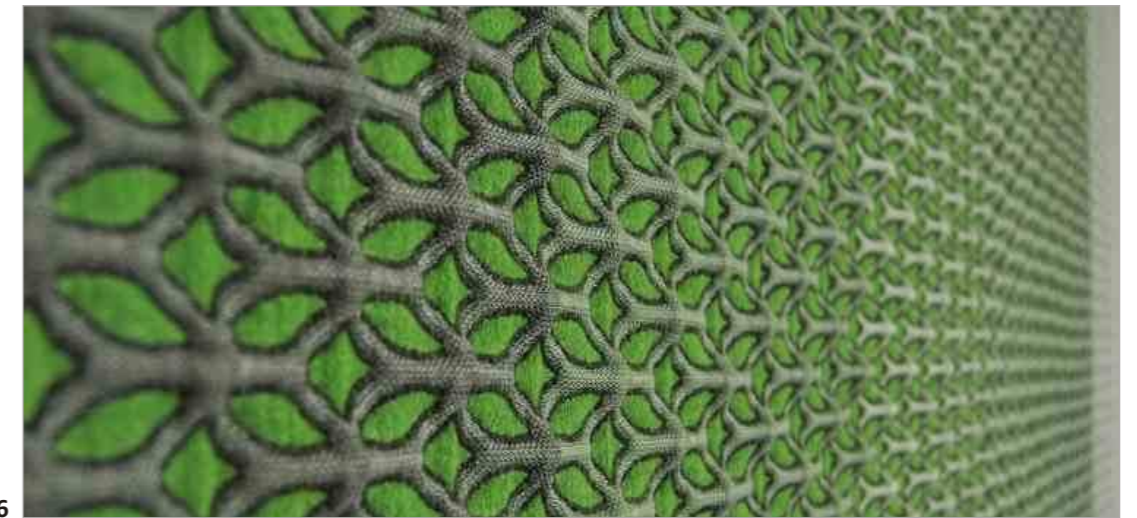
01 / 02



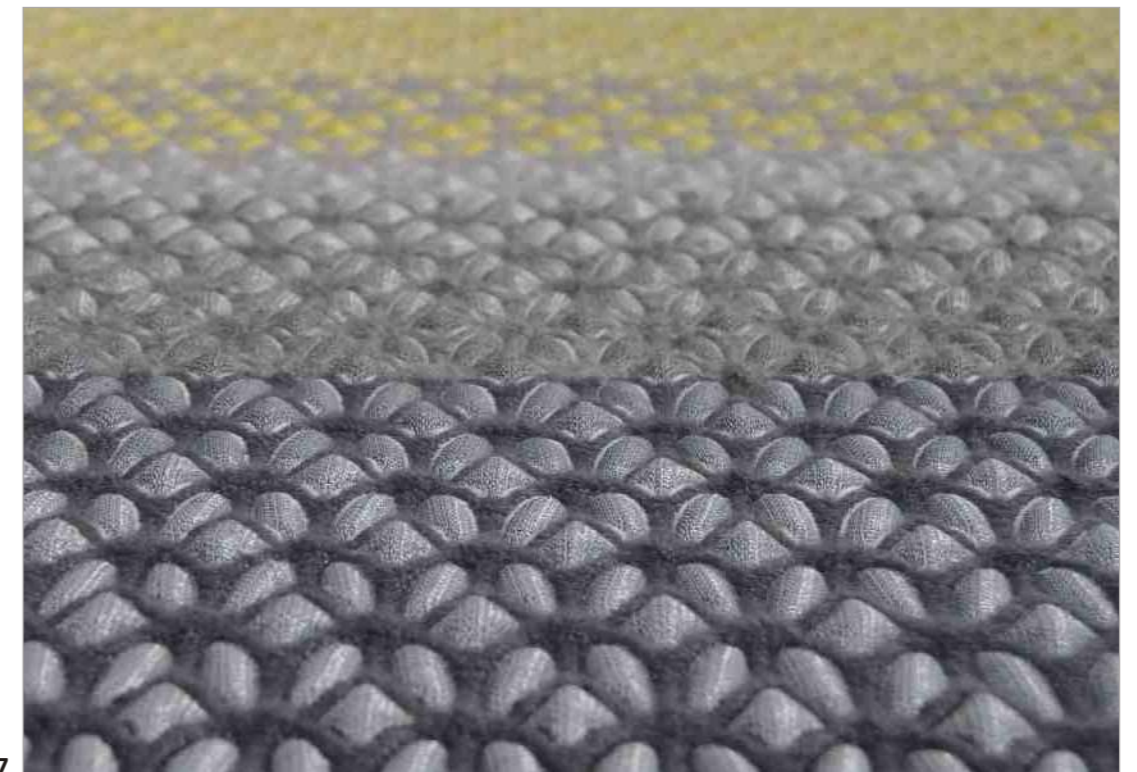
03



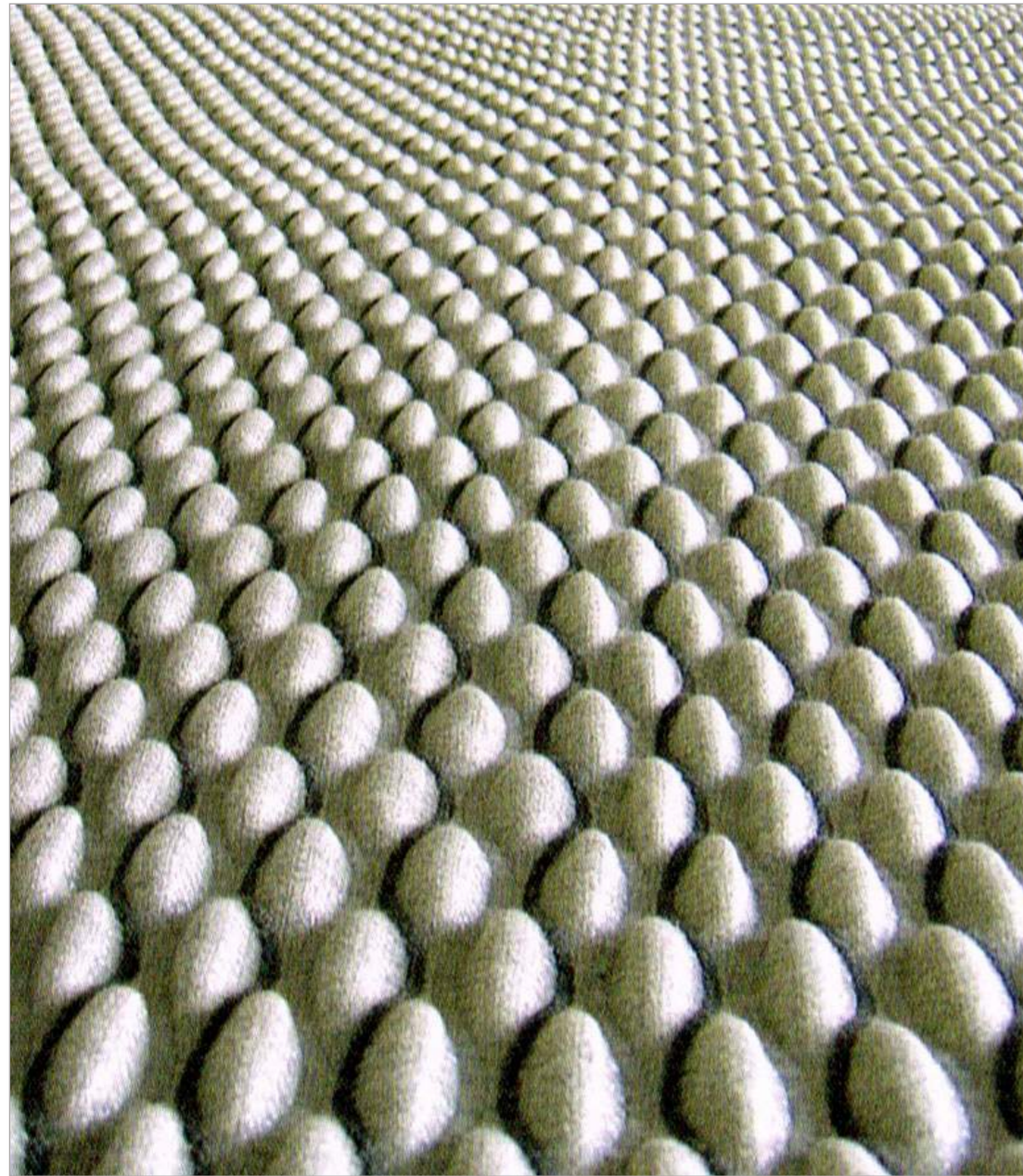
04 / 05



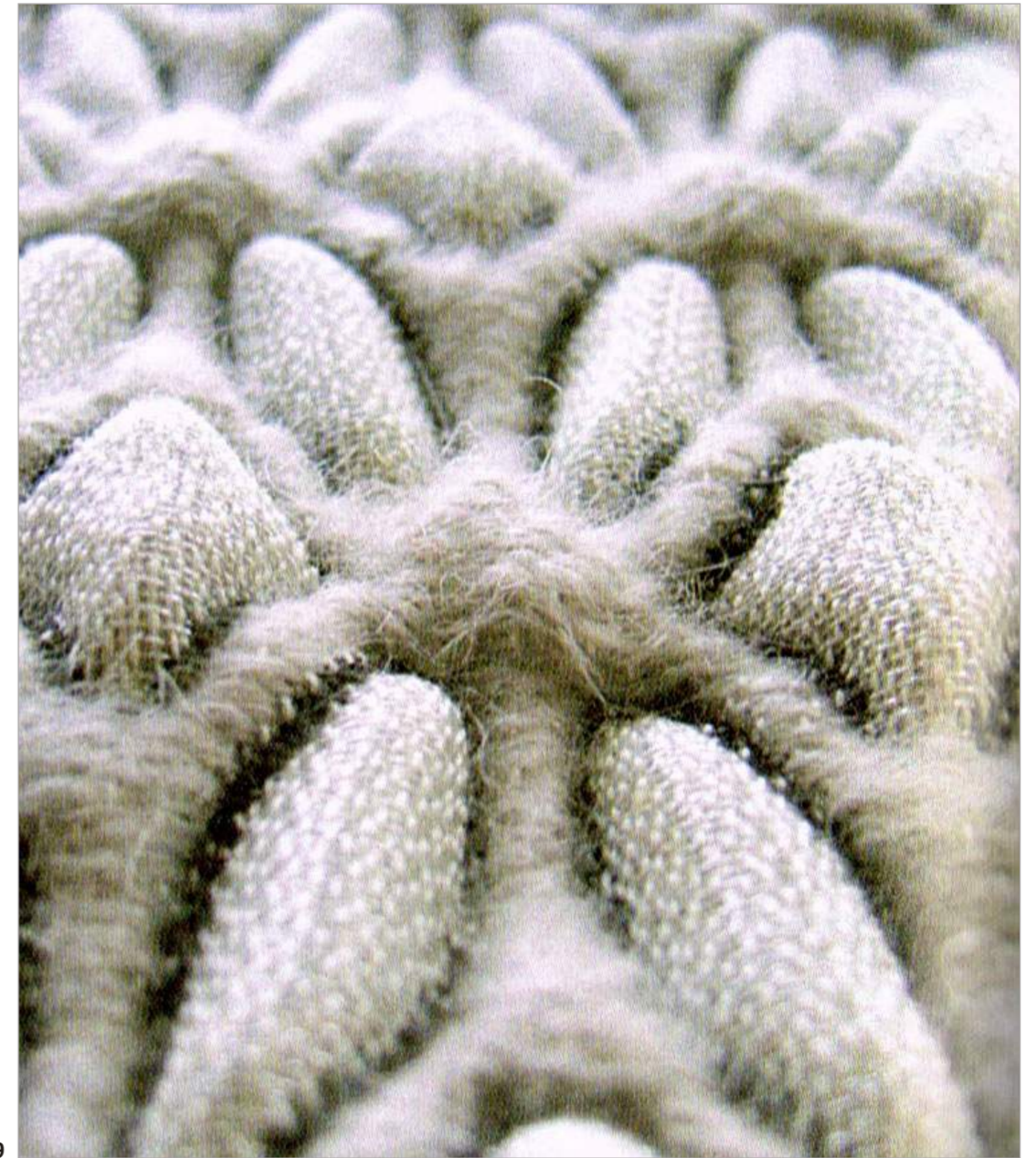
06



07



08



09

### 2.1.10. DRUK 3D

Drukowanie 3D rewolucjonizuje i całkowicie zmienia myślenie o dizajnie. Ze względu na wysokie koszty produkcji nie jest jeszcze zbyt powszechne, ale przyciąga projektantów swoimi ogromnymi możliwościami. Obecny poziom technologiczny pozwala na drukowanie przedmiotów z materiałów takich jak plastik, metal, drewno, ceramika, guma czy nawet czekolada.

Druk 3D nie może być postrzegany jako alternatywa dla istniejących technologii. Jest czymś zupełnie nowym i wyróżnia się niepowtarzalnymi właściwościami<sup>18</sup>.

*„Współczesna technologia i projektowanie wspomagane komputerowo, zarówno na etapie projektowania, jak i wytwarzania produktów, przyczyniły się do rozwinięcia badań w zakresie nowych superelastycznych materiałów, które nadają się do prototypowania, tworzenia skomplikowanych, organicznych form, które jeszcze niedawno były nie do zrealizowania”<sup>19</sup>.*

*Jennifer Hudson*

#### FOC – FREEDOM OF CREATION

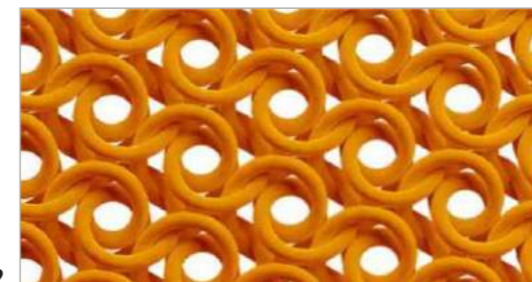
Pionierem w tworzeniu designerskich obiektów w technice druku 3D jest holenderskie studio projektowe Freedom of Creation założone przez Janne Kytanena i Jiri Evenhuisa w 2000 roku w Helsinkach, a w 2006 roku przeniesione do Amsterdamu. Idea studia opiera się na koncepcji pracy dyplomowej Janne Kytanena w Gerrit Rietveld Academy w Amsterdamie.

Tkaniny drukowane laserowo otworzyły nowe możliwości w produkcji tkanin przyszłości. Zamiast tworzyć tkaninę z metra można od razu wykonywać gotowe produkty na miarę. Freedom of Creation wprowadziło swój pierwszy produkt na rynek komercyjny w 2005 roku, po wielu latach badań nad oprogramowaniem, materiałami i doskonaleniem jakości prototypów.

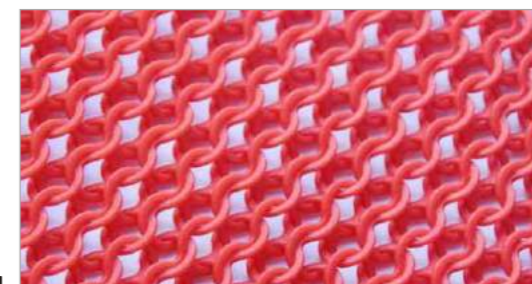
Druk 3D to „proces przetwarzania plików CAD w rzeczywiste obiekty poprzez proces drukowania kolejnych warstw materiału jedna na drugiej aż do uzyskania gotowego obiektu”<sup>20</sup>.

Przy powstawaniu swoich produktów projektanci wykorzystują programy do tworzenia modeli 3D, takie jak Studio Max, Maya, Solidworks czy Cinema 4D. Gotowe modele są następnie drukowane na drukarkach 3D z wykorzystaniem ponad 100 różnych materiałów, począwszy od plastiku, poprzez metal, aż po gumę czy ceramikę. Projektanci Freedom of Creation wierzą, że w przyszłości każdy z nas będzie mógł mieć w domu drukarkę 3D i drukować na niej samodzielnie projekty ściągnięte z internetu<sup>21</sup>.

01 / 02



03 / 04



05





06

Liczne przykłady nowoczesnych technologii przybliżają nas do wizji ekologicznego życia w przyszłości, lecz...

*„jeśli technologia nie przynosi wymiernych korzyści, to należy ją odrzucić...”<sup>122</sup>*

*John Thackara*





## 2.2. ZRÓWNOWAŻONE PROJEKTOWANIE

Zrównoważone projektowanie jest częścią ogólnego zagadnienia, jakim jest zrównoważony rozwój. Pojawienie się idei zrównoważonego rozwoju jest próbą poradzenia sobie z negatywnymi skutkami rewolucji przemysłowej. Efektem rewolucji technologicznej i materiałowej było zwiększenie tempa produkcji i liczby wytwarzanych produktów. Przejście z produkcji ręcznej, manufakturowej czy rzemieślniczej na mechaniczną produkcję fabryczną na dużą skalę oraz pojawienie się nowych włókien syntetycznych opierało się głównie na wykorzystaniu nieodnawialnych źródeł energii, głównie ropy i węgla kamiennego. Nadmierne wykorzystanie tych surowców doprowadziło do odczuwanych obecnie skutków zmian klimatycznych i zanieczyszczenia środowiska.

Zrównoważone projektowanie stało się w ostatnich czasach bardzo popularnym hasłem. Jego popularność nie wynika z chwilowej mody czy pojawienia się nowego trendu w dizajnie. Zrównoważone projektowanie jest reakcją na rosnącą globalizację i kryzys gospodarczy, społeczny i ekologiczny. Jest znakiem naszych czasów – czasów zbliżającej się wielkimi krokami katastrofy ekologicznej oraz punktu kulminacyjnego eksploatacji naszej planety, kiedy to wszystkie naturalne zasoby ziemi zostaną całkowicie wykorzystane, a życie ludzi, jak i wszystkich organizmów żywych zamieszkujących planetę zostanie zagrożone. Choć to trudne do wyobrażenia, niestety jest jednak bardzo realne.

Większości procesów zmierzających do tego smutnego finału nie da się już zatrzymać, a straty, jakie poniosło środowisko poprzez destrukcyjną działalność człowieka, są nie do odrobienia. Istnieje jednak nadzieja i szansa na spowolnienie tych procesów i zmniejszenie ich negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne.

*„Puenta całego przesłania brzmi: zmiana klimatu spowoduje większą katastrofę rynków niż ekonomiczne koszty obu wojen światowych i Wielkiego Kryzysu z lat 20. razem wziętych! Zagrożającej nam katastrofie ekonomicznej można zapobiec tylko pod warunkiem poniesienia znacznych kosztów. Ale koszty te są i tak relatywnie małe – to dobra inwestycja”<sup>23</sup>.*

*Ulrich Beck*

Jedną z dziedzin, która podejmuje się wyzwań stawianych przez zrównoważony rozwój, jest projektowanie. Zrównoważone projektowanie nie jest tylko jedną z możliwych dróg projektowych do wyboru czy filozofią projektową stosowaną przez wybraną grupę projektantów, ale jest już koniecznością i wymogiem. „Design zrównoważony nie jest więc trendem, lecz standardem”<sup>24</sup>.

### 2.2.1. ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Przez ostatnie 50 lat ekosystem Ziemi zmienił się poprzez działalność człowieka w stopniu nieporównywalnym z żadnym innym okresem w historii. Gwałtowny wzrost populacji i postęp technologiczny, a co za tym idzie – zwiększone zapotrzebowanie na pożywienie, wodę i energię, spowodował nadmierne eksploatowanie naturalnych zasobów Ziemi oraz utratę bioróżnorodności. Początek tego kryzysu sięga jednak dalej w przeszłość. Punktem startowym, który przyspieszył rozwój cywilizacyjny i proces zmian technologicznych, gospodarczych, społecznych i kulturalnych, była rewolucja przemysłowa w XVIII wieku.

Wydarzenia, takie jak gwałtowny wzrost populacji świata, nadzwyczajny rozwój średniej klasy dochodowej i intensyfikujący się efekt cieplarniany, wywołały globalny kryzys energetyczny, który jest zagrożeniem nie tylko dla stabilnego rozwoju gospodarek, ale także społeczeństw świata<sup>25</sup>.

Zrównoważony rozwój jest pojęciem z dziedziny ekonomii, natomiast jego wielowymiarowość powoduje, że jest tematem szerszego zainteresowania wielu dziedzin naukowych, prawa, filozofii, ekologii czy projektowania.

Pojęcie zrównoważonego rozwoju pojawiło się wraz z próbami podjęcia działań na rzecz ochrony środowiska i ustalenia wspólnej polityki międzynarodowej.

Główne aspekty zrównoważonego rozwoju rozważane są na płaszczyźnie ekonomicznej, społecznej i ekologicznej. Często jedno z tych aspektów są promowane bardziej kosztem pozostałych. Natomiast nadrzędną zasadą idei zrównoważonego rozwoju jest to, aby te trzy aspekty istniały w równowadze. Równowaga ta przejawia się w ogólnej jakości życia, w harmonii wartości materialnych oraz duchowych, „a jednym z najistotniejszych czynników determinujących jakość życia z pewnością jest należytej jakości środowisko”<sup>26</sup>.

*„Dotąd wzrost gospodarczy i rozwój społeczny odbywa się kosztem wartości ekologicznych, chociaż coraz mocniej podkreśla się, że głównym kryterium rozwoju społeczno – gospodarczego staje się egzystencja i cywilizacja (jakość życia)”<sup>27</sup>.*

*Kazimierz Górka*

#### 2.2.1.1. DEFINICJA

Zrównoważony rozwój to „taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym w celu równoważenia szans dostępu do środowiska poszczególnych społeczeństw lub ich obywateli – zarówno współczesnego, jak i przyszłych pokoleń – następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych”<sup>28</sup>.

Powyższa definicja jest jedną z kilkudziesięciu, jak nie kilkuset definicji zrównoważonego rozwoju, które znaleźć można w literaturze. Tak duża liczba definicji oznacza, że temat ten jest na tyle złożony, że niezwykle trudno podać jeden opis, który w pełni wyjaśniałby to zagadnienie. Różnice w definiowaniu wynikają z wielopłaszczyznowości tego zagadnienia oraz kontekstu, w jakim dana definicja powstaje. W zależności od dziedziny naukowej, jakiej dotyczy zrównoważony rozwój, różne elementy wysuwają się na plan pierwszy i podawane są jako jego punkty charakterystyczne, na bazie których powstaje jego definicja.

*„Należy podkreślić, że nie istnieje jedna, uniwersalna definicja zrównoważonego rozwoju w prawie międzynarodowym. Nie zawiera tego pojęcia żadna z umów międzynarodowych”<sup>29</sup>.*

*Agnieszka Jaworowicz-Rudolf*

W Polsce pojęcie zrównoważonego rozwoju zostało zapisane w konstytucji RP w artykule 5, który mówi, że państwo „zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”<sup>30</sup>. W ustawie Prawo ochrony środowiska, znalazła się natomiast taka definicja zrównoważonego rozwoju:

[...] „taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”<sup>31</sup>.

Wybierając najbardziej istotne elementy z tych wszystkich definicji oraz te, które najczęściej się powtarzają, możemy nakreślić ogólny charakter idei zrównoważonego rozwoju. Istotą jego jest dążenie do równowagi pomiędzy rozwojem gospodarczym i społecznym, dbając o ochronę środowiska tak, aby zapewnić dobrą jakość życia nam, jak i przyszłym pokoleniom. Istotną rolę w idei zrównoważonego rozwoju odgrywa kwestia zaspokojenia **podstawowych potrzeb ludzkich**, biorąc pod uwagę **ograniczone możliwości środowiska**.

#### 2.2.1.2. TERMINOLOGIA

Oprócz problemów z określeniem jednoznacznej definicji zrównoważonego rozwoju istnieje także kłopot z samym nazewnictwem. Termin zrównoważony rozwój jest tłumaczeniem angielskiego wyrażenia *sustainable development*, które zastąpiło wcześniejsze określenie *ecodevelopment*. Początkowo w języku polskim tłumaczono je jako rozwój samopodtrzymujący się czy samopodtrzymywany, ale nie oddawały one w pełni charakteru tego zagadnienia. Obecnie używane są także określenia rozwój trwały, rozwój ciągły, rozwój odpowiedzialny czy ekorozwój. W oficjalnych dokumentach do powszechnego użycia weszło określenie zrównoważony rozwój.

### 2.2.1.3. SKUTKI ZMIAN KLIMATU

Skutki zmian klimatu nie są kwestią bliższej czy dalszej przyszłości. Efekty tych zmian odczuwalne są już dziś w niektórych rejonach świata. Zauważyć można coraz większą liczbę klęsk żywiołowych, od huraganowych wiatrów, przez powodzie w jednych rejonach i susze w innych, po ogromne tsunami siejące niewyobrażalne spustoszenia i powodujące śmierć setek milionów ludzi.

*„Coraz trudniej uznawać katastrofy naturalne za odstępstwa od normy – stają się one raczej nową normą w zakresie zjawisk klimatycznych i ich wpływu na ludzi. W ciągu ostatnich dwudziestu lat liczba katastrof naturalnych podwoiła się z około 200 do 400 rocznie”<sup>32</sup>.*

*Wojciech Wilk*

Główną przyczyną zmian klimatu jest podnoszenie się temperatury w skutek zwiększającego się stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze. Im będzie cieplej, tym tempo zmian będzie przyspieszać, a skala zniszczeń zwiększać się.

Szkody powodowane przez ocieplenie klimatu dotyczą poszczególne części globu w różnej skali. Północna część globu, obszar krajów rozwiniętych Europy i Ameryki Północnej, najłatwiej odczuje skutki zmian. W niektórych rejonach podwyższenie temperatur może przynieść nawet pozytywne skutki, jak na przykład na Syberii, gdzie ocieplenie pozwoli na osiedlenie tych obszarów przez nowe siedliska ludzi. Niestety na większości pozostałych obszarów skutki ocieplania klimatu mają i będą miały negatywny wpływ. Najbardziej narażone są kraje Afryki i Azji Południowo-Wschodniej, głównie ze względu na położenie geograficzne, gwałtowny wzrost populacji, ubóstwo i brak funduszy na przeciwdziałanie klęskom. Zmiany klimatu utrudniają krajom rozwijającym się wychodzenie z ubóstwa, ponieważ byt ich uzależniony jest w dużej mierze od rolnictwa, które to jest najbardziej zależne od klimatu.

30 października 2006 ekonomista sir Nicholas Stern opublikował przegląd na temat ekonomiki zmian klimatycznych, zwany Raportem Sterna. Według danych w nim zamieszczonych brak podjęcia działań w celu przeciwdziałania zmianom klimatu spowoduje, że:

- około dwieście milionów ludzi zostanie tzw. uchodźcami klimatycznymi z powodu suszy lub powodzi, które będą występować w ich krajach;
- problem braku wody pitnej dotknie jednego na sześciu mieszkańców naszej planety;
- zagrożona będzie bioróżnorodność, a liczne gatunki bezpowrotnie stracą swoje siedliska – w najgorszym wypadku może wymrzeć nawet do 40% gatunków roślin i zwierząt;
- wiele społeczności straci możliwość produkcji żywności w wyniku migracji albo zaniku gatunków ryb<sup>33</sup>.

Nicholas Stern udowodnił w Raporcie Sterna, „że dzisiejsze zaniechania będą w przyszłości kosztować więcej, niż musielibyśmy wydać dziś na uniknięcie niekorzystnych skutków rozwoju”<sup>34</sup>.

### 2.2.1.4. ODPOWIEDZIALNOŚĆ ZA ŚRODOWISKO

Powszechnie uważa się, że efekt cieplarniany jest skutkiem działalności człowieka, rozwoju cywilizacji i postępu technologicznego, gdzie głównym winowajcą jest przemysł. Wzrost dwutlenku węgla jest faktem, natomiast pojawiają się także wątpliwości, czy jest to do końca wina człowieka. Nauka przyjmuje, że główną przyczyną ocieplenia klimatu jest aktywność słońca, która zmienia się w cyklach 11-letnich<sup>35</sup>.

Bez względu na to, która z tych opinii jest prawdziwa, nie ma wątpliwości, że poprzez produkcję coraz większej ilości dóbr konsumpcyjnych oraz globalną gospodarkę rynkową zapasy nieodnawialnych źródeł zasobów naturalnych ulegną w niedługim czasie całkowitemu wyczerpaniu.

Rozwiązaniem problemu nie są wyłącznie nowe źródła energii odnawialnej, ale całkowita zmiana sposobu funkcjonowania człowieka na Ziemi. Rozwiązanie globalnego kryzysu energetycznego wymaga systematycznego podejścia, które powinno być naszą strategią<sup>36</sup>.

Podjęcie działań przeciwdziałających kryzysowi gospodarczemu, społecznemu i ekologicznemu zgodnie z ideami zrównoważonego rozwoju musi mieć charakter globalny, regionalny i lokalny.

Rewolucja zielona powinna mieć wymiar globalny. Powinna obejmować zarówno kraje wysoko rozwinięte, rozwijające się, jak i kraje Trzeciego Świata. Jednakże jej początek powinien mieć miejsce w krajach, takich jak USA, Niemcy, Francja, Anglia, Japonia i inne kraje wysoko rozwinięte, koniec zaś w najbiedniejszych krajach świata. Kraje wysoko rozwinięte powinny nie tylko świecić przykładem, lecz także służyć pomocą tym ostatnim<sup>37</sup>.

Według wspomnianego wcześniej Raportu Sterna należy podjąć działania polegające na:

- opodatkowaniu podmiotów gospodarczych emitujących gazy cieplarniane;
- rozdzieleniu limitów emisji CO<sub>2</sub> pomiędzy podmioty gospodarcze, a następnie stworzenie sprawnego globalnego rynku zajmującego się handlem emisjami;
- zwiększeniu innowacyjności technologicznej i położeniu większego nacisku na technologię produkcji energii ze źródeł odnawialnych;
- edukowaniu lokalnych społeczności i ustaleniu odpowiednich regulacji prawnych. Konieczna byłaby w szczególności koordynacja powyższych działań na poziomie międzynarodowym; jej brak jest największą przeszkodą w realizacji powyższych zaleceń<sup>38</sup>.

Większość z nas zgadza się co do tego, że to człowiek ponosi odpowiedzialność za zmiany klimatyczne i za obecny stan naszej planety. Natomiast przeważnie spychamy winę na innych. Globalny charakter skutków zmian klimatu, jak i globalny charakter podejmowanych działań przeciwdziałającym tym zmianom sprawiają, że w roli tego człowieka-winowajcy nie stawiamy siebie samego, tylko ludzkość jako całość. „To nie ja jestem odpowiedzialny, to nie my, zwykli obywatele, jesteśmy odpowiedzialni. To oni, wielkie korporacje, przemysł, rząd, politycy, to oni powinni działać, my nie jesteśmy w stanie nic zmienić” – taka jest niestety powszechna postawa ludzi.

*„...«tym, tam na górze» wolno z błogosławieństwem rządu i jego ekspertów zatapiać platformy wiertnicze w Atlantyku, podczas gdy «my, tu na dole» [...] dla ratowania świata musimy dzielić torebkę po herbacie na papier, sznurek i listki, zanim wyrzucimy je do śmieci»<sup>39</sup>.*

*Ulrich Beck*

Na szczęście coraz większa świadomość społeczna i ekologiczna ludzi powoli zaczyna zmieniać ten pogląd. Coraz częściej czujemy się odpowiedzialni za środowisko, ale ciągle brak nam wiedzy na temat tego, jak możemy na nie wpłynąć. Oprócz działań na wielką skalę, podejmowanych przez rządy, kluczową rolę ogrywać powinno edukowanie społeczeństwa tak, aby każdy człowiek zdawał sobie sprawę ze swojej odpowiedzialności wobec środowiska i żeby umiał swoją wiedzę przekształcić w czynny – proekologiczne, prospołeczne i progospodarcze.

Istnieje natomiast grupa ludzi, która nie ma wątpliwości co do swojej roli wobec środowiska, swojej odpowiedzialności i tego, czy i co może dla środowiska zrobić. Są to **PROJEKTANCI**. Projektanci pracujący zgodnie z zasadami **ZRÓWNOWAŻONEGO PROJEKTOWANIA**.

*„Prawdą jest to, że na świecie pracuje wielu nieodpowiedzialnych i obojętnych designerów, lecz nawet najbardziej egocentryczni z nich nie dążą z rozmysłem do przemienienia Ziemi w wielki śmietnik»<sup>40</sup>.*

*John Thackara*

Należy przy tym pamiętać, że działający w naszym imieniu projektanci nie zdołają w pojedynkę sprostać wszystkim stojącym przed ludzkością zagrożeniom i szansom. Dni samodzielnych gwiazd dizajnu odchodzą w niepamięć. Złożone systemy podlegają obecnie kształtowaniu przez wszystkich użytkowników – nie tylko przez projektantów. Oznacza to, że rola profesjonalnych dizajnerów musi zmienić się z funkcji niezależnych autorów obiektów czy budynków w funkcję osób umożliwiających wprowadzanie zmian, z zaangażowaniem szerszych grup społeczeństwa<sup>41</sup>.

## 2.2.2. PROJEKTOWANIE ODPOWIEDZIALNE

Projektowanie odgrywa coraz większą rolę w życiu społecznym. Projektanci mają wpływ na to, jak ludzie postrzegają dany produkt, jak żyją i co kupują, dlatego spoczywa na nich ogromna odpowiedzialność względem społeczeństwa.

Zainteresowanie kwestiami zrównoważonego projektowania pojawiło się, kiedy czynniki takie jak zwiększona samoświadomość projektanta i globalizacja zaczęły wpływać na dizajn, produkcję i konsumpcję.

Nadrzędnym celem zrównoważonego projektowania jest poprawa jakości życia oraz zapewnienie dostatku, różnorodności i zdrowia przyszłym pokoleniom.

*„Projektowanie jest głównym czynnikiem napędzającym rozwój gospodarczy i konsumpcjonizm od czasów rewolucji przemysłowej»<sup>42</sup>.*

*Paul Rodgers i Alex Milton*

Zrównoważone projektowanie wymaga zmiany naszej relacji z globalnym rynkiem. Obecnie wysoka konsumpcja jest głównym stymulatorem gospodarki i jest głęboko zakorzeniona w naszej kulturze.

We wprowadzaniu zmian ważną rolę odgrywa dizajn. Zwiększa się liczba stron internetowych i portali ekodizajnu, które promują projektantów działających na polu zrównoważonego projektowania.

Nowe technologie wraz ze świadomością proekologiczną prezentują duże możliwości dla projektowania i edukacji projektowej.

Projektanci muszą mieć świadomość tego, że ich odpowiedzialność nie kończy się wraz z końcem procesu projektowego. Muszą rozważyć także cykl życia produktu od narodzin do jego śmierci. Kwestie ekologiczne są bardzo złożone i zawiłe, przez co często pomijane.

Projektanci często nie przykładają należytej uwagi do kwestii produkcyjnych swoich projektów skupiając się na formie i funkcji swoich kreacji.

Projektanci muszą z jednej strony wychodzić naprzeciw oczekiwaniom nowych konsumentów, z drugiej – pracować na rzecz zmiany nieekologicznych zachowań<sup>43</sup>. Zrównoważone produkty powinny być przyjazne dla środowiska, przynosić korzyści ludziom i planecie.

Zrównoważone projektowanie musi być traktowane w sposób holistyczny i systematyczny. Projektów nie tworzy się w próżni. Przy projektowaniu trzeba brać pod uwagę kontekst produktu, otoczenie, w którym funkcjonuje, ale też wychodzić poza ten obszar.

Jak stwierdza John Thackara, uznany ekspert i konsultant w dziedzinie zrównoważonego projektowania, „nasze przyszłe działania powinny charakteryzować się większą świadomością kontekstu, różnorodnych powiązań i możliwych konsekwencji”. Ponadto „przejście ku zrównoważonej gospodarce musi polegać na porzuceniu bezmyślnego rozwoju na rzecz rozważnych strategii projektowych”.

### 2.2.2.1. PIONIERZY ZIELONEGO DIZAJNU

- **Vance Packard** – krytyk kultury:
  - o W 1960 roku opublikował „*The waste makers*” (*The systemic attempt of business to make us wasteful, debt-ridden, permanently discontented individuals*).
  - o Zidentyfikował zjawisko znane jako „planowane starzenie się” [*planned obsolescence*]. Ujawnił, że projektanci i producenci rozwinęli techniki zachęcające użytkowników do wymiany swoich dotychczasowych dóbr, zanim staną się w pełni nieużyteczne.
- **Victor Papanek** – projektant; autor słynnej książki „Dizajn dla realnego świata”:
  - o „Projektowanie jakiegokolwiek produktu w oderwaniu od jego socjologicznego, psychologicznego czy ekologicznego otoczenia nie jest już dłużej możliwe i nie można go zaakceptować”<sup>44</sup>.
  - o „Jeżeli dizajn ma być ekologicznie i społecznie odpowiedzialny, musi być radykalny i autentycznie rewolucyjny. Musi także postępować zgodnie ze znaną w przyrodzie zasadą «najmniejszego wysiłku» albo, jak pisał Peter Pearce, zasadą «maksymalnego urozmaicenia przy minimalnym stanie inwentarza». Oznacza to mniejszą konsumpcję, dłuższe użytkowanie produktów i oszczędności wynikające z recyklingu materiałów”<sup>45</sup>.

### 2.2.2.2. ZMIANA PRAKTYK PROJEKTOWYCH

#### 1. Jak wygląda obecna praktyka projektowa?

- Model oparty na schemacie komercyjnym; transformacja energii i materii w produkty, a produkty w odpady; coraz większe ilości w celu zapewnienia wzrostu sprzedaży i wzrostu gospodarczego.
- Skupienie na świecie materialnym.
- Taki model działania leży u podstaw wielu problemów środowiskowych i społecznych (skupienie wyłącznie na kwestiach ekonomicznych).
- Brak równowagi pomiędzy kwestiami ekonomicznymi, ekologicznymi i społecznymi.
- Inicjatywy zrównoważonego rozwoju były do tej pory prowadzone przez przemysł, głównie w sektorze mody i produkcji odzieży. Dla produktów tego działu przemysłu

innowacje zrównoważonego rozwoju są prezentowane jako narzędzie do wyróżnienia się marki i wzrostu sprzedaży. Komunikacja wokół zrównoważonego rozwoju jest przez to zredukowana do zwykłych sloganów na temat istniejących produktów z ograniczonymi środowiskowymi lub społecznymi wartościami. Polega głównie na przekonaniu o „zrównoważonych” cechach „zielonych” produktów na plakatach lub billboardach klientów, którzy są „proekologiczni”, ale mają małą wiedzę i świadomość na temat zrównoważonego rozwoju.

- Firmy zwracają się do klientów jako do konsumentów, a nie aktywnych obywateli. Nie dają możliwości zadawania pytań i budowania wiedzy na temat zrównoważonego rozwoju.
  - Istnieją ogromne trudności w proponowaniu poważnych wyzwań dla dominującego sposobu myślenia w ramach głównego nurtu, ponieważ „ludzie trzymają się obecnego stanu rzeczy”.
2. Co można zrobić? Jak zmienić ten stan? Założenia teoretyczne:
- Zmiana praktyk projektowych, aby nie służyły wyłącznie celom komercyjnym.
  - Zmiana jest trudna. Nie jest łatwo odejść od kultury konsumpcyjnej. Radykalne odejście od projektowania konsumpcyjnego jest trudne do osiągnięcia.
  - Odniesienie się do kwestii zrównoważonego rozwoju w praktykach projektowych. Wzrost świadomości projektantów. Znalezienie sposobów odniesienia się do kwestii zrównoważonego rozwoju w praktykach projektowych wymaga odkrycia potencjału w kwestiach wychodzących poza przyjęte schematy i normy.
  - Wpływ projektanta na model biznesowy głównego nurtu, nawet w niewielkim stopniu, może mieć pozytywny efekt.
  - Małe firmy łatwiej przekształcać, ponieważ mniejsze struktury są elastyczne i łatwo przystosowalne i mogą prezentować zupełnie nowe modele biznesowe, które z czasem i kolektywnie mogą wpłynąć na kulturę głównego nurtu – innowacje zaczynają się od małej skali i prowadzą do biznesowych „megatrendów”.
  - Wchodzenie w inne sektory gospodarki lub w istniejące, ale z nowym spojrzeniem. Daje to szerszy zakres wiedzy i informacji niż w tradycyjnym biznesie i rynku. Projektant staje się bardziej zaangażowany w kulturę i społeczeństwo.
  - Nieważne, jak bardzo staramy się wprowadzać zmiany i działać na rzecz ochrony środowiska korzyści, jakie przynoszą, te zmiany są zawsze zależne od systemu produkcyjnego i modeli biznesowych.
  - Skoro pracujemy nad tym, aby wspierać i podtrzymywać korzyści na rzecz środowiska, musimy rozszerzać nasze badania i skupiać się nie tylko na samym produkcie, ale także na modelach biznesowych, celach gospodarczych i zasadach, które kształtują dzisiejszy obszar dizajnu – inaczej będziemy zawsze ograniczali nasze działania i ich potencjalne efekty.

### 3. Tripple bottom line – potrójna linia przewodnia

Sukces zrównoważonego produktu mierzony jest za pomocą tzw. *triple bottom line*. Produkty należy rozważać w trzech obszarach, nie doprowadzając do strat w żadnym z nich, tzn.: **środowiskowym, finansowym i społecznym**.

- Czynniki środowiskowe:
  - o wszystkie materiały powinny krążyć w tzw. „zamkniętych obiegach” [*closed loop system*];
  - o energia powinna pochodzić z odnawialnych źródeł;
  - o żadne szkodliwe substancje nie powinny dostawać się do gleby, wody czy powietrza;
  - o produkty powinny być jak najbardziej wydajne oraz zużywać mniej zasobów i energii.
- Czynniki finansowe:
  - o generowanie długoterminowych przychodów, zaspokajając potrzeby konsumentów;
  - o nie jest zależny od nieodnawialnych źródeł surowców;
  - o maksymalizacja korzyści przy minimalizacji wykorzystania surowców;
  - o nie zagraża dobrostanowi konsumentów.
- Czynniki społeczne:
  - o produkty powinny zapewniać dobrobyt;
  - o produkty powinny wspierać społeczeństwo;
  - o produkty powinny traktować wszystkich sprawiedliwie;
  - o produkty powinny zaspokajać podstawowe potrzeby;
  - o produkty powinny chronić zdrowie wszystkich zainteresowanych stron (pracowników i użytkowników);
  - o należy przestrzegać etycznych reguł postępowania, norm moralnych i zasad oddziaływania społecznego.

### 2.2.2.3. SCHEMAT PROJEKTOWANIA ZRÓWNOWAŻONEGO

#### 1) MATERIAŁY

Przy wyborze materiałów, z jakich powstają projektowane produkty, należy zwrócić baczną uwagę na ich pochodzenie oraz oddziaływanie na środowisko i ludzi. Organiczność, czyli przewaga materiałów organicznych i odnawialnych nad sztucznymi, jest jednym z głównych wyznaczników odpowiedzialnego wyboru. Należy jednak pamiętać, że terminy „ekologiczny” i „naturalny” nie są synonimami. Kwestia tego, czy „naturalne” jest „ekologiczne” podlega ciągłej dyskusji, ponieważ na stopień zrównoważenia danego materiału ma wpływ nie tylko jego pochodzenie, ale w głównej mierze sposób uprawy, pozyskiwania i przetwarzania.

Do materiałów zrównoważonych zalicza się materiały:

#### a. Odnawialne

Ze względu na wyczerpywanie się nieodnawialnych zasobów naturalnych i negatywne skutki oddziaływania na środowisko poprzez ich nadmierną eksploatację materiały odnawialne zyskują coraz większe znaczenie jako alternatywne źródło surowców. Zalicza się do niego rośliny odnawialne w ciągu trzech lat lub jednoroczne, takie jak juta, konopie, pokrzywa czy bambus.

#### b. Lokalne

Materiały odgrywają ważną rolę w lokalnym porządku. Namacalnie łączą produkt z regionem, gatunkiem roślin czy hodowlą zwierząt i zaczynają w powolny sposób przeciwdziałać abstrakcyjnemu „przepływowi towarów”, który dominiuje w systemach zglobalizowanej produkcji.

*„The idea of local sustainability is not limited to materials, but it begins with them. Using local materials opens the doors to profitable local enterprise. It also avoids the problem of bioinvasion, when transfer of materials from one region to another inadvertently introduces invasive nonnative species to fragile ecosystems”<sup>46</sup>.*

*Michael Braungart i William McDonough*

**c. Recyklowane i recyklowalne**

Celem wykorzystywania materiałów recyklowanych czy recyklowalnych jest zmniejszenie zużycia surowców naturalnych oraz zmniejszenie ilości odpadów. Ideą recyklingu jest maksymalizacja ponownego użycia tych samych materiałów oraz minimalizacja nakładów na ich przetwarzanie. Wiele materiałów jest recyklowalnych, natomiast nie jest poddawanych recyklingowi ze względu na brak odpowiedniej infrastruktury i zapotrzebowania na takie materiały.

**d. Biodegradowalne**

Do materiałów biodegradowalnych należą materiały podlegające procesowi rozkładu na prostsze substancje przez mikroorganizmy oraz czynniki naturalne, takie jak światło, powietrze czy woda. Proces ten jest nietoksyczny i w przypadku materiałów naturalnych przebiega w stosunkowo krótkim czasie, natomiast w przypadku tworzyw sztucznych proces ten rozciąga się nawet do tysiąca lat, ponieważ mikroorganizmy nie mają enzymów potrzebnych do rozłożenia substancji powstałych na bazie ropy. Kompostowanie materiałów jest nie tylko sposobem na pozbycie się niechcianych odpadów, ale może być także źródłem pozyskiwania nowych, alternatywnych materiałów do wykorzystania w innowacyjnych projektach.

**2) IDENTYFIKACJA MATERIAŁÓW I ZMNIEJSZENIE RÓŻNORODNOŚCI MATERIAŁÓW**

Materiały powinny być łatwo rozpoznawalne lub oznaczane, aby można je było bez problemu poddać segregacji i recyklingowi. Materiały nie powinny być zanieczyszczone innymi materiałami gorszej jakości, ponieważ niweczy to proces ich odzyskiwania. Michael Braungart i William McDonough w swojej bestsellerowej książce *Cradle to cradle. Remaking the way we make things* posługują się żartobliwym terminem „produkty Frankensteina” lub „potworne hybrydy” na określenie produktów składających się zarówno z materiałów technicznych, jak i organicznych, których nie można rozdzielić, przez co nie nadają się do recyklingu. Większość z tych „potwornych hybryd” kończy swój żywot na wysypiskach śmieci.

**3) LCA OCENA CYKLU ŻYCIA – OD KOŁYSKI DO KOŁYSKI**

Na zrównoważony profil produktu wpływa nie tylko proces jego produkcji, ale cały cykl życia, od produkcji, transportu, opakowania, użytkowania, po wyrzucenie.

*„Cradle to cradle design models the production of products on nature's processes, with materials viewed as nutrients circulating in health, safe metabolisms. It suggests that the design industry must protect and enrich ecosystems and nature's biological metabolism, such a holistic economic, industrial and social framework helps enable designers to create products that are not just efficient but essentially waste-free”<sup>47</sup>.*

*Paul Rodgers i Alex Milton*

**4) ENERGIA, WYDAJNOŚĆ I TRWAŁOŚĆ**

Problem wykorzystania energii przy produkcji i eksploatacji produktów stanowi główny punkt rozważań zrównoważonego projektowania. Optymalizacja procesów produkcyjnych powinna polegać na wysokiej efektywności i niskiej intensywności, czyli zwiększaniu wydajności przy minimalnym wkładzie energii i zasobów naturalnych.

Istotną kwestią jest także jakość produktów, która wpływa na ich trwałość. Zamiast „planowanego starzenia się” produkty powinny zwiększać swoją trwałość, co pozytywnie wpłynie na długość użytkowania produktów, bez konieczności ich częstego wymieniania. Trwałość może być także odbierana w kategorii ponadczasowości, która nadaje produktom dodatkową wartość i buduje stosunek emocjonalny między obiektem a użytkownikiem. Obiekty, które trwają wiecznie, z czasem stają się jeszcze lepsze, zyskują na jakości czy znaczeniu i stają się pożądanymi klasykami.

**5) USTALENIE PODSTAWOWYCH FUNKCJI**

Projektując dowolny produkt, należy pamiętać o jego prawdziwym przeznaczeniu. Produkt powinien spełniać swoją podstawową funkcję, co wcale nie oznacza ograniczania się do jednej funkcji. Wielofunkcyjność wiąże się z ideą zrównoważonego rozwoju, ponieważ projektowanie obiektów, które wykonują więcej niż jedną funkcję, eliminuje potrzebę wyprodukowania dwóch różnych obiektów.

Wielofunkcyjność w produkcie może przejawiać się w wielu formach, ponieważ jest wiele cech, które składają się na produkt, takie jak kolor, forma, tekstura, wzór. Wszystkie one dają możliwości do manipulowania i transformacji.

Przedmioty wielofunkcyjne zastępują kilka innych przedmiotów. Jednak jeśli zachowania użytkownika pozostaną nieprzestudiowane, nie ma gwarancji, że oszczędności ekologiczne na pojedynczym wielofunkcyjnym produkcie nie zostaną stracone przez dodatkowe zakupy. Wielofunkcyjność stosowana jest jako strategia

w zmniejszaniu oddziaływania na środowisko. Może jednak całkowicie minąć się z ideą zrównoważonego rozwoju, kiedy chęć tworzenia dodatkowych funkcji przeraża potrzebę na nie lub gdy dodatkowe cechy stają się nowinkami i sposobem na zachęcenie do kupowania. Gdy wielofunkcyjność traktowana jest w poprawny sposób, tzn. zamierzona cecha jest jasna, a zakładane zachowanie odbiorców jest korzystne, wielofunkcyjność ma potencjał zmienić statyczny produkt w taki, który angażuje użytkownika.

## 6) ŁATWY MONTAŻ I DEMONTAŻ ORAZ ZMNIEJSZENIE WAGI

Elementy składowe produktów powinny być na tyle uproszczone i ujednolicone, aby ułatwić wydajną produkcję i szybki montaż oraz demontaż po zakończeniu swego życia. Łatwy montaż i demontaż wpływa na zmniejszenie kosztów produkcji, eksploatacji i utylizacji.

Zmniejszenie ilości materiałów wykorzystanych do produkcji, a także materiałów do opakowania wytworzonych produktów zmniejsza koszty transportu i oddziaływania na środowisko.

Jak pisze John Thackara, „nowoczesne materiały muszą przede wszystkim charakteryzować się «lekkością i łatwością». Podobnie projekty wykonane z ich wykorzystaniem powinny być «lekkie i łatwe» – w produkcji, montażu, użytkowaniu, utylizacji czy wtórnym przetworzeniu”<sup>48</sup>.

## 7) ZAANGAŻOWANIE

Idea jak i praktyka zrównoważonego rozwoju pokazują, że nic nie istnieje w izolacji. Niezliczone współzależności łączą kwestie materialne, socjokulturowe i ekonomiczne z naturą. Powiązania te demonstrują efekt dynamiki oddziaływania na siebie poprzez zróżnicowaną skalę, od relacji na poziomie lokalnym aż po zasięg globalny. Przy tworzeniu nowych produktów trzeba zdawać sobie sprawę z ograniczeń, jakie ma nasza planeta. Nie jest ona wymagowanym miejscem, gdzie prawie wszystko jest możliwe i gdzie konsekwencje działań nie są odczuwane. Większość ze zmian w kierunku wzajemności rozumianej w kwestiach zrównoważonego rozwoju wymaga od nas bycia aktywnymi – jako jednostki (projektanci i konsumenci) i łącznie jako społeczeństwo. Zaangażowanie konsumentów w proces projektowy niesie ze sobą wiele korzyści, budując zdrowszą i bardziej aktywną relację z całością.

### a. Co-design

Co-design, praktyka współprojektowania z innymi polega na projektowaniu produktów z ludźmi, którzy będą ich używali. Zaangażowanie takie przyczynia się do wzrostu jakości projektu. Co-design charakteryzuje się większą demokracją i odpowiedzialnością, praktykami opartymi na integracji, procesie współpracy i działaniach partycypacyjnych. Zainteresowanie społecznymi i politycznymi wymiarami dizajnu oraz wpływ roli internetu, który otworzył nowe możliwości, praktyka projektowania z użytkownikami zamiast dla nich rozwinęła się znacznie przez ostatnią dekadę.

W co-designie proces projektowy kierowany jest przez projektanta, który wspiera i zachęca pozostałych uczestników, ucząc ich oraz siebie, przez co ruch płynie w dwie strony.

### b. Rzemiosło

Rzemiosło wspiera wiele wartości zrównoważonego rozwoju. Skupia się na procesie wykonywania, praktycznego działania zamiast na doświadczeniu bycia wykonanym. Związane jest z konkretnymi technikami, zasobami i z umiejętnościami dojrzewającymi z czasem, gdzie rzemieślnik testuje granice własnych możliwości. Istotne jest to, *co* się robi, a nie to, *kim* się jest lub *ile* jest technologii, do której ma się dostęp. Rzemiosło określane jest jako praktyczny, satysfakcjonujący i kreatywny akt, który nabiera znaczenia wśród społeczeństwa zdominowanego przez produkcję masową i gotowe przedmioty. Siłą rzemiosła, jako czynnika zmiany, jest zaangażowanie społeczne w proces projektowania i wykonywania. Praca w ten sposób wymaga od użytkowników cech takich jak pewność siebie, świadomość, wiedza praktyczna i zdolność do działania w trybach organizacji społecznych. Praktyki takie pomagają użytkownikom zaangażować się w dizajn na głębszym poziomie niż konsumpcja i stworzyć związek z materiałami, umiejętnościami i językiem potrzebnymi do tworzenia zarówno fizycznych obiektów, jak i odważnego świata idei zrównoważonego rozwoju.

### c. Lokalność

Lokalność w głównej mierze odnosi się do sposobów pozyskiwania materiałów i miejsca ich przetwarzania. Czynnikiem decydującym o wyborze miejsca produkcji jest wynik finansowy.



Logika zglobalizowanej produkcji i dystrybucji kierowanej przez ekonomię jest rdzeniem niezrównoważonego rozwoju, ponieważ duża skala i wrodzona anonimowość zglobalizowanego systemu przemysłu utrwala naszą niezdolność do rozumienia społecznych i ekologicznych oddziaływań. Alternatywą jest przejście na mniejszą skalę działań, która zmienia relację pomiędzy materiałem, ludźmi, miejscem, społecznością i środowiskiem. Pozwala to kontrolować sposób produkcyjny i jego wpływ na otoczenie.

Praca w regionie i praca dla konkretnej kultury wymagają kreatywnego myślenia na wielu poziomach. Projektowanie lokalne promuje idee kulturowej i estetycznej różnorodności oraz zwiększa zdolność przetrwania lokalnej tradycji.

Powinno się projektować z uwzględnieniem miejsca, w którym produkt powstaje lub jest użytkowany. Wymaga to od projektantów żeglowania w strefie pomiędzy handlem a kulturą. Wymaga rozwijania wiedzy na temat lokalnych tradycji, mitologii i symbolizmu oraz rozumienia znaczenia koloru i ornamentu z perspektywy lokalnej i historycznej. To podejście zbliża regionalnie dostępne materiały i umiejętności lokalnych ludzi, którzy wnoszą wkład wiedzy kulturowej do danego produktu.

### 8) 3R – REUSE, REDESIGN I RECYCLE

Idee zrównoważonego rozwoju są silnie zakorzenione w ostrożnym wykorzystywaniu zasobów, a jedna z nich wyraża się w ponownym wykorzystywaniu materiałów. Najbardziej zauważalne jest to w przypadku odzieży. Działania związane z ponownym używaniem ubrań oszczędzają pomiędzy 90 a 95% energii potrzebnej do zrobienia nowych rzeczy. Idea ponownego używania odzieży ma długą tradycję, jest tak stara jak przemysł produkcji tkanin – jednak skala ponownego używania ubrań zmienia się w obliczu wzrastającego poziomu konsumpcji i produkcji odpadów oraz rozpowszechniania się taniego rynku.

Redesign należy do kategorii „slow-design”. W czasach szybkiej mody, szybko zmieniających się trendów, produkowania ubrań niskich gatunkowo i szybkiego ich wyrzucania redesign wymaga czasu, dlatego że każda rzecz musi zostać przemyślana i wykonana z wyselekcjonowanych, odpowiednio dobranych kawałków. Zaletą redesignu jest także to, że używana odzież, która jest poplamiona czy podarta i która w takiej formie nie znalazłaby nabywców, może zostać wykorzystana jako materiał we fragmentach „nowych” ubrań. Dawanie drugiego życia zniszczonym, podartym czy poplamionym rzeczom nie dopuszcza do ich wyrzucenia lub opóźnia drogę na wysypisko.

Mimo iż recykling jest nowym podejściem do przetwarzania odpadów, charakterystycznym dla problemów współczesnego świata, to badania pokazują, że próby recyklingu pojawiały się wielokrotnie na przestrzeni wieków, sięgając tak daleko wstecz, jak do 2000 lat p.n.e. Przykładem może być chociażby odzyskiwanie brązu czy tradycyjne budownictwo regionalne, którego metody polegały na wykorzystywaniu przy budowie nowych obiektów materiałów takich jak cegły i elementy drewniane, odzyskanych z rozbiórki starych budynków.

Idee recyklingu zyskiwały zawsze na znaczeniu, gdy wydobycie naturalnych surowców z różnych powodów było utrudnione. Natomiast rewolucja przemysłowa zahamowała rozwój idei recyklingu (zalanie rynku tanimi materiałami i surowcami) – dostępność materiałów nie stanowiła powodu do obaw<sup>49</sup>.

Przez ostatnie 50 lat ludzkość zmieniła ekosystem w stopniu nieporównywalnym do żadnego innego okresu w historii. Głównie ze względu na przyrost ludności i zwiększone zapotrzebowanie na żywność, świeżą wodę i energię (wydobycie paliw kopalnych i wycinanie lasów), co spowodowało utratę bioróżnorodności planety<sup>50</sup>.

*„Efektywny obieg materiałów jest także zależny od podłoża socjokulturowego danego społeczeństwa. W biedniejszych krajach ponowne wykorzystywanie materiałów jest rzeczą naturalną, raczej koniecznością niż świadomym wyborem. Natomiast recykling, czyli przetwarzanie, stanowi tam problem ze względu na brak odpowiednich maszyn i infrastruktury”<sup>51</sup>.*

*Christiane Sauer*

Recykling jest polem do popisu dla projektantów, gdzie mogą spełniać się najbardziej nowatorskie i nieoczekiwane pomysły wykorzystania materiałów odpadowych. Część materiałów zostaje ponownie wykorzystana do produkcji tego samego rodzaju produktów, tak jak zużyte butelki szklane są ponownie przetwarzane na nowe butelki, ale wiele materiałów sprawdza się w zupełnie nowych rolach. Jednym z ciekawszych rozwiązań na stworzenie całkowicie odmiennego produktu od produktu pierwotnego jest wykorzystywanie butelek PET do produkcji materiału polarowego. Do wyprodukowania średniej wielkości bluzy polarowej potrzeba 25 plastikowych butelek<sup>52</sup>. Wykorzystywanie do produkcji materiałów, które były już wcześniej przetwarzane, oznacza, że produkcja po raz drugi jest czystsza i mniej energochłonna. Materiały nie muszą być ponownie wydobywane.

## 9) FAIR TRADE UCZCIWY HANDEL I PRACA

Pod hasłem Fair Trade kryje się organizacja, która próbuje odpowiedzieć na podstawowe pytania związane z przemysłem produkcyjnym: Gdzie, jak i przez kogo zostało to wyprodukowane?

Celem organizacji jest tworzenie szans dla producentów i pracowników, którzy są w niekorzystnej sytuacji ekonomicznej lub są marginalizowani przez obowiązujący system handlu. Rolnicy objęci programem fair trade otrzymują minimalną cenę za swoje produkty, która pokrywa koszty produkcji. Fair trade inwestuje w projekty związane ze społecznym, ekonomicznym i ekologicznym rozwojem.

Pojawienie się takiej organizacji jak Fair trade świadczy o tym, że tradycyjny system handlu nie działa sprawiedliwie. Industrializacja doprowadziła do niezależności ekonomicznej wielu państw, dając im szansę na wyjście z biedy poprzez rozwijanie przemysłu produkcyjnego, tworzenie miejsc pracy i rynku zbytu. Natomiast skala zjawiska, masowość i rozwój w niekontrolowany sposób przyczynia się do wielu nadużyć, nieuczciwych praktyk handlowych i wykorzystywania pracowników. Przemysł odzieżowy stał się głównym polem do popisu dla takich działań – jednym z nich jest shipping.

Shipping to słowo związane z produkcją globalną. Poza zwykłym transportem morskim oznacza rozwiązanie ekonomiczne polegające na likwidacji lokalnej produkcji i przeniesieniu jej w inne, tańsze miejsce, zazwyczaj do odległych rejonów geograficznych, często w krajach rozwijających się. Nie tylko obniżenie nakładów finansowych związanych z wytworzeniem produktu ma tutaj znaczenie. Kraje peryferyjne cechuje niższy niż w państwach o stabilnych systemach politycznych i rozwiniętej gospodarce poziom ochrony praw człowieka, a co za tym idzie także pracownika<sup>53</sup>.

W państwach tych szerzą się korupcja oraz brak rozwiniętej demokracji. Ponadto „tamtejsze lokalne społeczności, a w szczególności klasa robotnicza, są często słabo wykształcone i zbyt biedne, aby skutecznie walczyć o swoje prawa”<sup>54</sup>. Takie negatywne zjawiska, jak łamanie praw pracowników, wykorzystywanie dzieci do pracy, przemoc, brak ochrony socjalnej oraz brak gwarancji płacy minimalnej, mają najczęściej miejsce w krajach rozwijających się<sup>55</sup>. Głównym problemem jest wydłużanie czasu pracy i przymusowe nadgodziny, za które pracownicy nie otrzymują wynagrodzenia. Zarobki, które pracownicy otrzymują za morderczą pracę w uwłaczających warunkach, nie starczą na podstawowe potrzeby.

Rozwiązaniem problemu byłoby m.in. wybieranie do produkcji krajów o ustroju demokratycznym (jeśli shipping jest nieunikniony), co daje nam szansę na lepsze monitorowanie procesu produkcji i gwarancję zapewnienia godnych i bezpiecznych warunków pracy<sup>56</sup>. Projektanci także mogą przyczynić się do polepszenia sytuacji.

Na przykład poprzez rozwijanie świadomości na efekty, jakie decyzje projektowe mają na tempo produkcji i ceny produktów, poprzez rozwijanie innowacyjnych pomysłów podnoszących jakość produktu, nie zwiększając kosztów. Poprzez wybieranie dostawców fair trade lub współpracę z lokalnymi firmami, gdzie warunki pracy pracowników mogą być bezpośrednio monitorowane. Za sprawą projektów niektórych znanych projektantów mody oraz wzrastającej świadomości ekologicznej konsumentów, odzież i tkaniny etniczne oraz tradycyjne metody produkcji rzemieślniczej zyskały na wartości i stały się cennym i poszukiwanym towarem czy alternatywą produkcyjną. Szczególne znaczenie zyskują firmy i projektanci, którzy nie tylko czerpią inspiracje z różnorodności globalnych, tradycyjnych technik rzemieślniczych, ale także przyczyniają się do zrównoważonego rozwoju społeczności, z którymi współpracują, wzbogacając swój model biznesowy. Wiele firm współpracujących z lokalnymi społecznościami zakłada długofalowe działania, wspierając rozwój, system edukacyjny czy programy zdrowotne na obszarach zamieszkałych przez dane społeczności.

### 2.2.2.4. ROLA PROJEKTANTA

#### • Nauczyciel

- o Zgodnie z ideami zrównoważonego rozwoju i praktykami całkowitej transformacji, głębsza i szersza komunikacja oraz edukacja muszą być rozwinięte w ogólnej populacji wokół ekologii i naturalnych systemów i ich przenikania z systemami ludzkimi. To tutaj wyłaniają się możliwości dla projektantów do komunikowania wizji zrównoważonego rozwoju w nowy sposób; zapewnienie narzędzi, przykładów, umiejętności i języka może przynieść głębokie zmiany w bardzo szybki sposób.
- o Tworzenie przedmiotów i usług, które burzą obecne sposoby myślenia.
- o Rola projektanta jako nauczyciela (komunikatora) polega na braniu abstrakcyjnych informacji i urzeczywistnianiu ich oraz dostosowywaniu do nowych zachowań.

#### • Koordynator

- o Umiejętności wymagane do pracy projektowej: nieobawianie się nieznanego, syntetyzowanie złożonych informacji, praca poza granicami dyscyplin.
- o Większy nacisk na myślenie projektowe, „projektowanie” działań, a nie samych produktów, nacisk na procesy, a nie na sam efekt końcowy.
- o Rozwijanie strategii do zmian w przemyśle.
- o Dyrigowanie i kierowanie zmianami poprzez tworzenie ludziom możliwości do pracy w zupełnie inny sposób.
- o Sukces projektowy jest częścią wysiłku grupowego, a nie osobistej znakomitości.

- o Co-design – wytwarzanie produktów do własnej konsumpcji w procesie prowadzonym przez kogoś doświadczonego w technicznych i praktycznych detalach transformacji pomysłów w produkty. Odejście od roli konsumenta do aktywnego obywatela.
- o Myślenie o cyklach życia, rozszerzanie działań i skupienie dizajnu nie tylko na zrównoważonym rozwoju produktów, ale także społeczeństwa i kultury oraz angażowanie nie tylko projektantów i ekspertów przemysłowych, ale także obywateli-użytkowników.
- o Projektant operuje tak, aby wpłynąć na funkcjonowanie designu, nie tylko produktów, procesów i praktyk, ale także gospodarki, relacji biznesowych, obecnych struktur produkcyjnych i komercyjnych preferencji biznesowych.
- o Łączenie wizji i praktycznych umiejętności we współpracy z innymi, w celu wprowadzenia zmian w przemyśle od podstaw.
- o „Zamiast myśleć o sobie jako o autorze ukończonego dzieła, należy postawić się w roli koordynatora, którego zadaniem jest skuteczne wspieranie i ukierunkowywanie dobrych pomysłów i przemyślanych działań dotyczących otaczających nas systemów. Tak rozumiane projektowanie staje się procesem stałej obserwacji, analizy i konstruktywnej wymiany opinii”<sup>57</sup>.

#### • Aktywista

- o Projektanci aktywnie zaangażowani w procesy zrównoważonego rozwoju to projektanci, których praktyka często podąża drogą celów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych.
- o Pracując w przemyśle głównego nurtu, działanie aktywisty zrównoważonego rozwoju może przynieść nagrodę, kiedy firma jest „odpowiedzialna” i otwarta na wdrożenie wartości ekologicznych w swoje praktyki. Rozwój technologiczny i pomysłowość kierownicza dążą do wprowadzania zmian, dostarczając na rynek bardziej pomysłowe materiały i produkty, które ewoluują i polepszają profil zrównoważonego rozwoju firm.
- o „Odpowiedzialni” projektanci mogą czuć się zagrożeni i pod presją wyboru pomiędzy wyrażaniem własnych wartości poprzez swoją pracę a utrzymaniem przepływu dochodu (pracy). Jednym ze sposobów obejścia tego konfliktu jest praca niezależna. W kontekście zrównoważonego rozwoju pozwala to projektantom osądzać czy produkt, który mają zaprojektować lub przeprojektować, jest wart ich uwagi.
- o Połączenie sektora publicznego i prywatnego – projektowanie dla dobra społecznego. Organizacje pozarządowe mają zaufanie społeczeństwa i mogą zapewnić szczegółowe badania oceny proponowanych akcji. Rząd może wprowadzić zmiany polityczne i zachęty, które kierują zachowaniami biznesu i pomagają kształtować rynek w dłuższym okresie, a firmy prywatne dostarczają innowacje i mają siłę i infrastrukturę, aby zapewnić produkty lub usługi oraz dotrzeć do użytkowników.

Kiedy współpracują dobrze ze sobą, mogą przynieść korzyść obywatelom, biznesowi i sprawom społeczno-ekologicznym.

- o Praktyki projektowe powinny wносить większy wkład w rozwiązywanie problemów;
- o Organizacje pozarządowe – przez ostatnią dekadę rola niektórych organizacji pozarządowych przeszła od atakowania firm i kompromitowania ich w celu zmiany praktyk do oferowania wsparcia w kierowaniu i prowadzeniu działań w kierunku wprowadzenia potrzebnych zmian.
- o Działania non profit.
- o Rola dizajnu służącego firmom, klientom i konsumentom ogranicza zakres pracy projektanta i wpływ na produkty oraz przedziały czasowe do kilku tygodni, roku czy maksimum dwóch. Dla kontrastu, rola dizajnu służącego dobru obywateli i środowisku rozszerza zakres pracy do polityki i mechanizmów, które kształtują logikę kulturową społeczeństwa. W tym kontekście, wpływ projektanta ma potencjał do trwania latami, dekadami, a nawet pokoleniami i bycia krytycznym w rozwijających się inicjatywach, które nie traktują kondycji finansowej jako jedynej miary.
- o „Idea artysty jako aktywisty społecznego nie jest niczym nowym. Artyści, muzycy, pisarze, architekci czy projektanci od zawsze wykorzystują sztukę jako swojego środka wyrazu. Sztuka i wzornictwo wyrażają postawy polityczne, kulturowe czy społeczne. Poprzez ubiór, kolor, tkaniny i styl wyraża się przynależność religijną, dynastyczną czy klasową”<sup>58</sup>.

#### • Przedsiębiorca

- o Projekty projektantów zasilają system gospodarczy, który zależy od ludzi kupujących ich produkty. Model biznesowy oparty jest na liczbie i przepustowości produktów. Praca wewnątrz istniejącego modelu biznesowego hamuje najbardziej progresywne idee zrównoważonego rozwoju.
- o Innowacja systemowa wokół zrównoważonego rozwoju zaczyna się wraz ze zmianą wzorców myślowych i zachowania.
- o Konwencjonalny przemysł wąsko skupia się na maksymalizacji wydajności i oferowaniu jednego produktu jak największej ilości rynków, konkurując głównie ceną.
- o Dla kontrastu „przedsiębiorczy” projektanci pracują wewnątrz ograniczeń powolnej i ręcznej pracy, naturalnego przetwarzania i małej skali, a rynek wybiera ich ze względu na ich wyjątkowość.
- o Internet jest obszarem większości działalności przedsiębiorczych.
- o Nowy projektant-przedsiębiorca nie zakłada już firm tworzących innowacyjne produkty dla istniejącego przemysłu: angażuje się w innowacyjne i produktywne myślenie, które zmienia sam przemysł.

### **3. CZĘŚĆ PROJEKTOWA**



### 3.1. OPIS DZIEŁA

Podczas opracowywania części pierwszej zaczęła krystalizować się idea, w jaki sposób przełożyć teorię w praktykę i czym ma być ostateczne dzieło projektowe.

Z zaprezentowanych w rozdziale „Nowe technologie” przykładów realizacji projektowych najbardziej inspirujące i najbliższe moim własnym poszukiwaniom twórczym są projekty **Aleksandry Gacy**, dlatego zdecydowałam się na zaprojektowanie **tkanin przestrzennych**. Projektantka eksperymentuje z różnymi materiałami i technikami tkania, przez co tkaniny trójwymiarowe uzyskują nową jakość. Podobnie jak Aleksandra Gaca czerpię inspiracje ze świata architektury, wykorzystując język geometryczny, zasady rytmu, porządku, multiplikacji czy siatek kompozycyjnych.

Tworzenie struktur 3D opiera się bardzo często na zasadach geometrycznych. Problem wykorzystania **geometrii**, jej logicznych zasad, ciekawych rozwiązań, tworzących zaskakujące i zarazem piękne formy, jest elementem w procesie projektowania, na który zwracam szczególną uwagę. Jest źródłem inspiracji, motorem do działań, wyznacznikiem kierunków poszukiwań. Umiejętne wykorzystanie zasad geometrii, podporządkowywanie się im, a jednocześnie poszukiwanie indywidualnego języka powodują, że efektem procesu projektowego zawsze jest satysfakcjonujące rozwiązanie. W natłoku informacji, w gąszczu form, kształtów architektury, obiektów małych, dużych, w bałaganie przestrzennym, jaki pojawia się wraz z rozwojem naszego otoczenia, wraz z czasem i wraz z kurczącą się przestrzenią, coraz trudniej zapanować nad ładem przestrzennym i coraz trudniej utrzymać porządek nie tylko w naszej przestrzeni życiowej, ale także w naszych umysłach. Jednym z rozwiązań czyszczenia przestrzeni z niepotrzebnych i zaburzających ład kształtów jest zwrócenie się do źródeł dobrych proporcji, czyli do zasad proporcji geometrycznych. Problem poszukiwania nowych materiałów jest nierozdzielnie połączony z owymi zasadami. Bazuje bezpośrednio na nich i z nich wynika. Formy, które projektuję, mają za zadanie tworzyć i współtworzyć otoczenie współczesnego człowieka, dlatego ważne jest, aby tworzyły przyjazne otoczenie, porządkowały przestrzeń i stanowiły dodatkową wartość dla ludzi wrażliwych na piękno przestrzeni, ludzi tworzących kulturę.

W przypadku praktycznego przełożenia idei zrównoważonego rozwoju na działania projektowe pierwszą kwestią, na jaką musi zwrócić uwagę projektant przy realizacji swojego dzieła, jest odpowiedni **wybór materiałów** („Schemat projektowania zrównoważonego” – str. 59).

Pozyskiwanie materiałów pełni kluczową rolę w procesie produkcyjnym. Materiały stanowią także główny punkt zainteresowania idei zrównoważonego rozwoju, ponieważ są one namacalnym przykładem przepływu zasobów, energii i pracy. Nadmierne wykorzystywanie surowców naturalnych jest przyczyną problemów współczesnego środowiska, począwszy od

zmiany klimatu, niedostatku wody, utraty bioróżnorodności, po tworzenie odpadów i zanieczyszczanie gleby, wody i powietrza stanowiące zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi.

Metody postępowania w zgodzie z modelem zrównoważonego rozwoju to między innymi zwiększenie zainteresowania odnawialnymi źródłami energii w produkcji włókien, produkcja materiałów z surowców odnawialnych, biodegradowalnych czy łatwych do recyklingu, zmniejszenie ilości odpadów przy produkcji, wytwarzanie syntetycznych materiałów technikami o niskim wykorzystaniu wody, energii czy chemikaliów, produkcja w warunkach korzystniejszych dla hodowców i przetwórców oraz kierowanie się zasadami fair trade.

Kolejnym zagadnieniem z wymienionych w „Schemacie projektowania zrównoważonego”, które ma szczególne znaczenie w moim dziele projektowym, jest **rzemiosło**. Rzemiosło opiera się na tradycyjnych wartościach wytwarzania produktów, które tworzą bezpośredni związek z materiałami, umiejętnościami i językiem potrzebnymi do tworzenia zarówno fizycznych obiektów, jak i odważnego świata idei zrównoważonego rozwoju. Rzemiosło związane jest z konkretnymi technikami, zasobami i umiejętnościami dojrzewającymi z czasem, gdzie rzemieślnik testuje granice własnych możliwości. Wykonanie większości elementów mojego dzieła opiera się wyłącznie na pracy rąk ludzkich, bez użycia jakichkolwiek maszyn. Z tego powodu jest to długi i pracochłonny proces, który bynajmniej nie ma znaczenia negatywnego, ponieważ idealnie wpisuje się w charakter **slow design** czy **slow life**. Jest to alternatywa dla społeczeństwa zmęczonego szybką produkcją masową produktów śmieciowych. Rzemiosło może być satysfakcjonującym i kreatywnym aktem. Ponadto produkcja ręczna pozwala na zaangażowanie większej liczby ludzi w proces wykonawczy, co daje szansę na aktywizację zmarginalizowanych grup społecznych lub konkretnych społeczności. Działania takie sprawdzają się na całym świecie w wymiarze lokalnym czy globalnym.

Po długich i żmudnych poszukiwaniach, analizach i po wykonaniu wielu prób materiałowych zdecydowałam się na wykorzystanie w moim projekcie techniki splatania nici metodą tworzenia węzłów. Technika ta sięga bardzo odległych czasów. Nie wiadomo, kiedy dokładnie powstała, przykłady tkanin plecionych w ten sposób znaleźć można w wykopaliskach cywilizacji starożytnych na całym świecie, od Ameryki, przez Europę, Afrykę, Arabię, po Azję. Oprócz czysto dekoracyjnego charakteru plecionki węzłowe miały także użytkowe i bardzo praktyczne wykorzystanie, o czym świadczy pismo węzełkowe, tzw. kipu, które składało się z pęku różnokolorowych sznurków z nawiązanymi na nich węzłkami, używane w państwie Inków do rachunków i rejestrowania ważniejszych wydarzeń<sup>59</sup>.

Na przełomie XVI i XVII wieku popularna była w Europie, głównie w Hiszpanii i we Włoszech, **makrama**, technika wiązania nici w dekoracyjne frędzle, które zdobyły tkaniny i ściany.

Splot, którym posługuję się w projektowanych przeze mnie tkaninach przestrzennych, bazuje na **splocie żeberkowym skośnym**, stosowanym w makramie.



### 3.2. WZORNIK MATERIAŁOWY

W rozdziale tym umieściłam dokumentację fotograficzną wybranych wzorów projektowanych struktur przestrzennych. Podczas moich badań nad możliwościami kształtowania powierzchni za pomocą splotu żeberkowego skośnego najistotniejszą rolę odgrywał rodzaj materiału, rodzaj włókna czy przędzy. Z całej gamy dostępnych surowców wyselekcjonowałam kilkanaście, które posłużyły mi do wykonania próbnika. Przy wyborze materiałów zwracałam uwagę na to, aby nici były dobrze skręcone i nie rozciągały się w trakcie pracy. Najlepszy efekt uzyskałam z nici sztywnych (woskowanych), ponieważ wpływają one na ogólną sztywność tkaniny, jej zgeometryzowany wygląd, podkreślony ostrością krawędzi i załamań powierzchni. Przy użyciu nici miękkich tkanina była bardziej podatna na odkształcenia. Nie miała wyraźnych podziałów załamujących się powierzchni, przez co powstało wrażenie większej płynności i organiczności tkaniny. W niektórych przypadkach może to być pożądaną cechą w zależności od konkretnych zastosowań. Grubość nici nie wpływała na sztywność tkaniny, tylko na jej rozmiar. Im grubsza nić, tym większy węzeł. Wraz z grubością nici proporcjonalnie zwiększałam jej długość. Nić powinna być cztery razy dłuższa niż planowana długość końcowa.

Na kolejnych stronach przedstawiałam próbki wykonane z takich materiałów, jak sznurek bawełniany woskowany, nici bawełniane, nici lniane, nici lniane nabłyszczane, sznurek jutowy, przęda włókiennicza uzyskana z recyklingu resztek materiałowych, sznurek bawełniany skręcany i pleciony oraz wełna.

Obok zdjęć umieściłam także opisy poszczególnych materiałów pod względem zagadnień związanych ze zrównoważonym projektowaniem.



Sznurek bawełniany  
woskowany  
o grubości 1 mm, sztywny

Bawełna, jako materiał pochodzący z rośliny naturalnej, jest, albo raczej powinna być, ekologicznie rozsądnym produktem, ale wzrost produkcji i wzrastające zapotrzebowanie na bawełnę oraz konkurencyjne ceny spowodowały, że metody konwencjonalnej uprawy ciężko zaliczyć do upraw przyjaznych środowisku czy zrównoważonych.

Natomiast istnieją inne rozwiązania, które pozwalają konsumentom wybierać produkty ze źródeł etycznych i przyjaznych środowisku. Jedną z nich jest bawełna organiczna. Powoli, ale stale wzrasta liczba upraw skłaniających się w stronę organicznej, ekologicznej i społecznie zrównoważonej metody produkcji. Organiczne metody rolnicze polegają na rotacji upraw i użyciu naturalnych wrogów, np. biedronek, aby zwalczyć szkodliwe insekty, niż używaniu chemikaliów, nawozów i innych toksycznych środków.

Bawełna organiczna nie używa genetycznie modyfikowanych organizmów, ale szuka sposobów na budowanie biologicznie zrównoważonego systemu rolnego, zaopatrującego w wodę i podtrzymującego żyzność gleby. Bawełna organiczna jest zdecydowanie droższa do wyprodukowania, natomiast nie zanieczyszcza środowiska i nie ma nadprodukcji.

Niestety obecnie reprezentuje mały procent światowej produkcji.

Nici bawełniane o grubości 0,25 mm, merceryzowane, średnio miękkie







Nici bawełniane o grubości 0,25 mm, merceryzowane, średnio miękkie



Nici bawełniane o grubości 0,25 mm, merceryzowane, średnio miękkie



Nici bawełniane o grubości 0,25 mm, merceryzowane, średnio miękkie

Porównanie skali. Przy małych „ząbkach” struktura jest bardziej nieregularna.



Nici lniane o grubości  
0,2 mm

Len jest w pełni ekologiczną i zrównoważoną rośliną, pod warunkiem zapewnienia zdrowych metod uprawy, takich jak płodozmian, przy którym nie trzeba stosować sztucznych nawozów. Nawet gdy się ich używa, len wymaga tylko jednej piątej pestycydów i herbicydów stosowanych do uprawy bawełny.

Len jest droższy niż bawełna, mniej popularny, dlatego funkcjonuje na rynku niszowym. Dodatkowo len jest do 12 razy mocniejszy niż bawełna, co zdecydowanie wydłuża jego żywotność, co oznacza, że nie trzeba go często wymieniać.

Len jest przyjazny dla środowiska, wymaga małego nawadniania i mało energii, oraz jest w pełni biodegradowalny.

Len dobrze absorbuje barwniki, zwłaszcza naturalne, i nie wymaga stosowania chemikaliów. Może być wybielany na słońcu, aby uniknąć użycia sztucznych środków.

Nici bawełniane o grubości  
0,25 mm, merceryzowane,  
średnio miękkie

Nici lniane o grubości  
0,2 mm

Nici bawełniane o grubości  
0,25 mm, merceryzowane,  
średnio miękkie



Sznurek bawełniany  
woskowany o grubości 2 mm

Możliwość łączenia kolorów



Sznurek bawełniany  
o grubości 0,5 mm, sztywny

Nici lniane nabłyszczane  
(szpagat) o grubości 0,5 mm



Sznurek jutowy  
o grubości 2,5 mm

Nici lniane nabłyszczane  
(szpagat) o grubości 0,5 mm



Juta jest jednym z najtańszych naturalnych włókien i drugim najważniejszym włóknem roślinnym po bawełnie pod względem użycia, światowej konsumpcji, produkcji i dostępności.

Juta jest rodzima dla regionów monsunowych i rośnie w czasie sezonu monsunowego. Najważniejszym regionem dla juty zawsze był Bengal w delcie Gangesu, gdzie stanowił integralną część lokalnej kultury.

Juta jest bardzo bezpieczna dla środowiska, ponieważ nie wymaga nadmiernego nawadniania, nawożenia i stosowania pestycydów. Jest szybko rosnącą rośliną o dobrym stosunku plonu do wagi i powierzchni. Może być poddawana recyklingowi kilka razy w ciągu cyklu życia, a także ma ważne właściwości biodegradacji.

Sznurek jutowy  
o grubości 2,5 mm



Przędza włókiennicza uzyskana z recyklingu resztek materiałowych; 95% bawełny, 5% elastyny i/lub lycra; grubość od 4 do 9 mm

O ile metody te korzystnie wpływają na środowisko i zmniejszają negatywne oddziaływanie śmieci, to nie likwidują źródła problemu i nie zmniejszają ilości wytwarzanych odpadów. Są działaniami krótkoterminowymi, które podnoszą świadomość konsumentów odnośnie do ochrony środowiska. Aby w pełni wcielić w życie zasady zrównoważonego rozwoju, potrzeba wprowadzenia długoterminowych strategii obejmujących zmiany w całym przemyśle produkcyjnym oraz zmianę zachowań konsumenckich.

Sznurek bawełniany  
pleciony o grubości 3,5 mm

Sznurek bawełniany  
skręcany o grubości 5 mm



Sznurek bawełniany  
pleciony o grubości 3,5 mm



Sznurek bawełniany  
skręcany o grubości 5 mm



Przędza włókiennicza  
uzyskana z recyklingu  
resztek materiałowych;  
95% bawełny, 5% elastyny  
i/lub lycra;  
grubość od 4 do 9 mm



Drops Lima;  
65% wełny, 35% alpaki

Drops Nepal;  
65% wełny, 35% alpaki

Włókna są tylko myte i nie są narażone na kontakt z obróbką chemiczną przed barwieniem. Podkreśla to naturalne właściwości przędzy, a to zapewnia lepszy kształt i jakość tekstury.

Wełna jest materiałem naturalnym pochodzenia zwierzęcego, dlatego uważana jest za materiał ekologiczny. Niestety samo pochodzenie włókna nie wpływa na jego profil zrównoważonego rozwoju. Jest wiele czynników, które trzeba wziąć pod uwagę, z czego proces uprawy i przetwarzania włókna wpływa najbardziej na zaburzenia jego profilu ekologicznego. Wzrost produkcji i dążenie do maksymalnych zwrotów kosztów inwestycji powoduje, że niektóre aspekty nie są do końca tak ekologiczne i etyczne, jak by się mogło wydawać.



Drops BabyAlpaka Silk;  
70% alpaki, 30% jedwabiu

Drops Andes;  
65% wełny, 35% alpaki

W tej mieszance alpaka nadaje jedwabistą strukturę, a wełna zapewnia wytrzymałość. Włókna są nieprzetworzone, co oznacza, że wełna została tylko uprana oraz, że przed farbowaniem nie została poddana obróbce chemicznej. Stawiając nacisk na najwyższą jakość wełny, uzyskiwana jest zarówno idealna forma, jak i doskonała jakość jej struktury.

Drops Big Merino;  
100% wełny

DROPS Big Merino składa się w 100% z wełny merynosa. Idealna na wzory strukturalne. Główne cechy charakterystyczne włóczki Drops Big Merino to miękkość, objętość, elastyczność i regularny efekt.



Drops Cloud;  
72% alpaki, 21% poliamidu,  
7% wełny

Włóczka typu „blow yarn”, mieszanka mięciutkiej baby alpaca oraz ciepłej i wygodnej wełny merynosów. Jej produkcja jest wyjątkowa, oparta na całkiem nowej technologii: zamiast przędzenia włókna baby alpaca i wełny merynosów są dmuchane (pompowane). Ubrania z tej włóczki są o ok. 30-35% lżejsze od tych wykonywanych z wełny o takiej samej grubości, a przędzonej w konwencjonalny sposób.

Lanas Stop Gales;  
50% wełny, 50% akrylu

### 3.3. WZORNIK GRAFICZNY

Po wykonanych próbach materiałowych wybrałam materiał, który najlepiej prezentuje możliwości konstrukcyjne projektowanych struktur. Do wykonania przedstawionych na kolejnych stronach wzorów użyłam sznurka bawełnianego woskowanego o grubości 1 mm. Z powodu swojej sztywności sznurek ten pozwala na zachowanie odpowiedniej struktury, która nie ulega zniekształceniom. Dzięki jednolitemu przekrojowi bawełnianego sznurka woskowanego na całej swojej długości udało mi się stworzyć gładką i jednorodną fakturę. Szczególnie zależało mi na uzyskaniu ostrości krawędzi i kątów pomiędzy płaszczyznami, które tworzą strukturę przestrzenną.

Opracowałam 7 wzorów, które powstały w oparciu o siatki kompozycyjne prostokątne i trójkątne. Formy przestrzenne składają się głównie z trójkątów i rombów, powstałych z połączenia poszczególnych trójkątów (wyjątek stanowi wzór 6, w którym pojawiają się prostokąty). Trójkąt jest najprostszą figurą geometryczną, dzięki której można uzyskać płaską powierzchnię. Jest też bardzo wdzięczną figurą i chętnie wykorzystywaną przeze mnie w projektowaniu, ponieważ daje nieograniczone możliwości tworzenia kompozycji przestrzennych.

Fotografie wzorów oraz schematy graficzne i kolorystyczne (rzuty prostokątne) przedstawiłam w skali 1:1. Podałam liczbę sznurków wykorzystanych do wykonania danej próbki oraz liczbę oczek w pionie i poziomie. Oczka dzielą się na prawe i lewe, prawe wykonuje się z przedniej strony tkaniny, lewe z tylnej. Każdy wzór jest modułem, który może być wielokrotnie multiplikowany. Każdy jest też kompozycją otwartą. Dla przykładu wykonałam wzory 1, 4 i 5 w postaci sześciokrotnie zmultiplikowanej (strony: 96, 97, 105-107, 111). Moduły można także skalować za pomocą stosowania różnej grubości sznurków, a także zwiększając liczbę oczek w kolejnych rzędach.

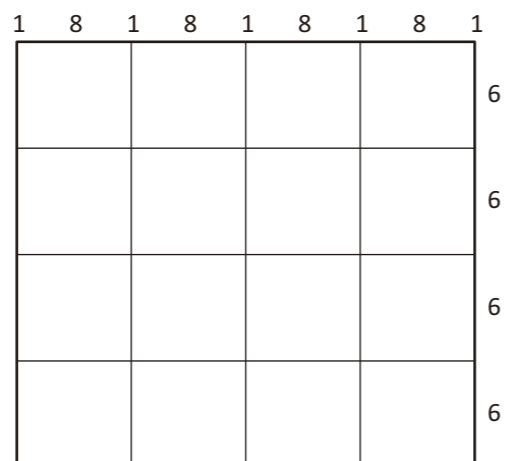
Każdy wzór występuje także w 5 schematach kolorystycznych (oprócz ostatniego, w którym są 4), które powstają dzięki zastosowaniu różnych kolorów. Przedstawiłam wersję z dwoma przykładowymi kolorami (czernią i szarością), można natomiast stosować dowolną ich liczbę (każda nitka innego koloru), przez co uzyskuje się nieograniczoną liczbę kombinacji kolorystycznych. We wzorach 1-3 występuje „kolor bez znaczenia”, dotyczący sznurków bazowych, którymi nie tworzy się węzłów, przez co kolor ten jest niewidoczny w gotowym wzorze.

# WZÓR\_1

## SCHEMAT GRAFICZNY

38 sznurków  
 oczka prawe  
 37 oczek × 24 oczka

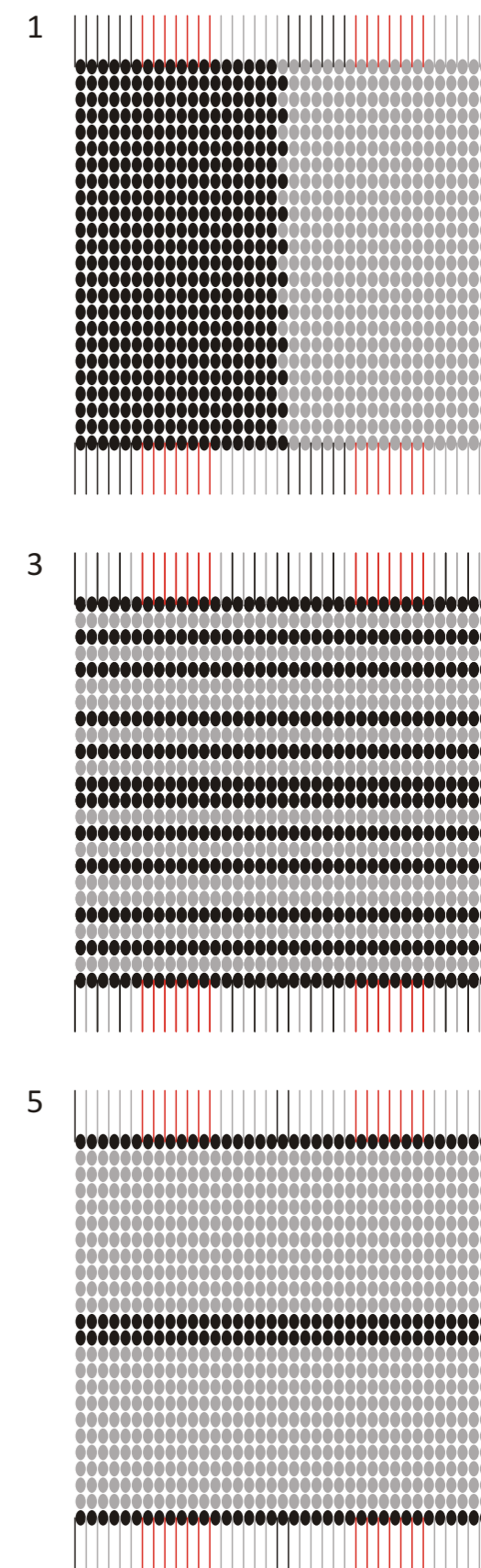
SKALA 1:1



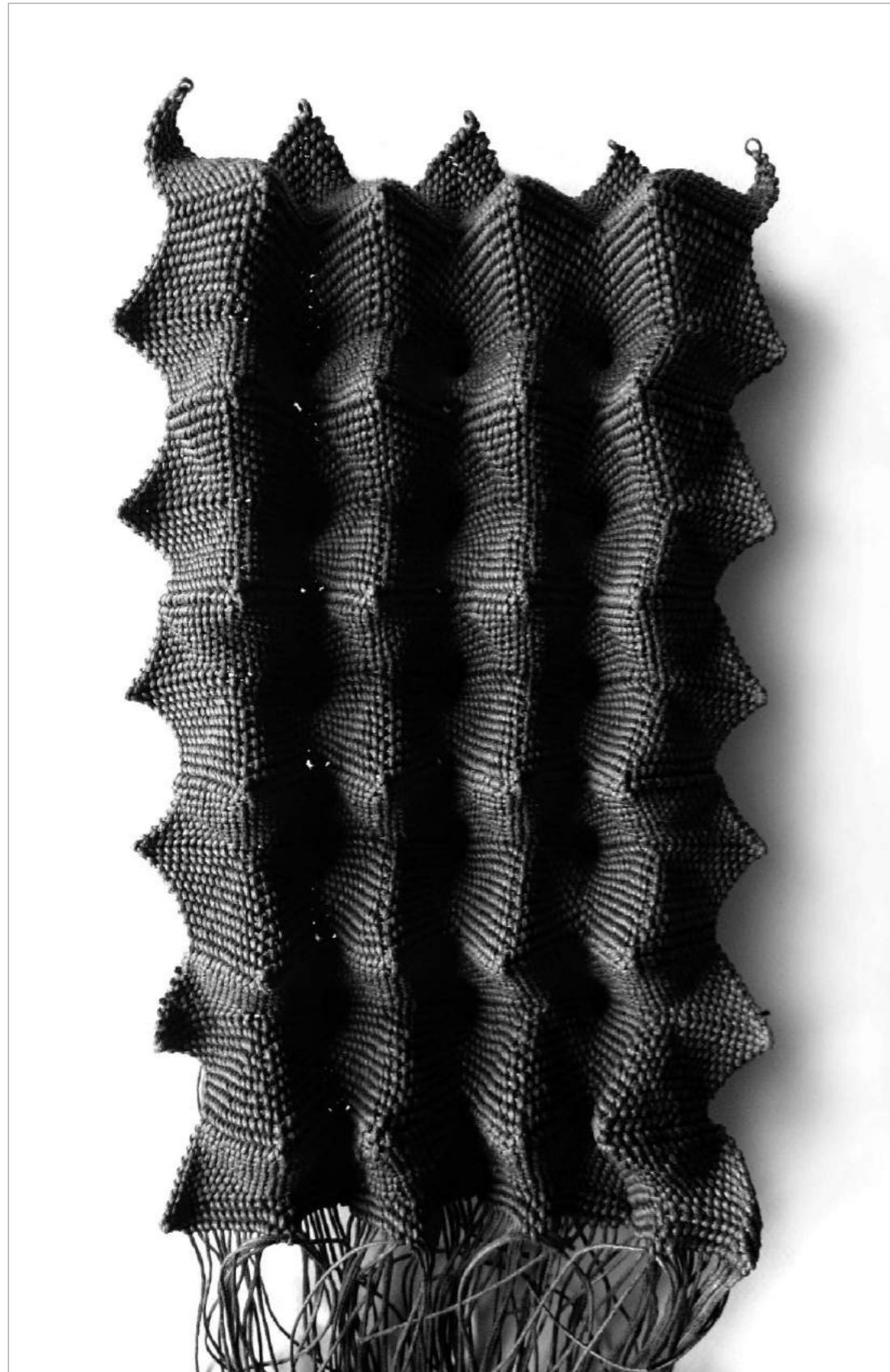
## SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

### 2 KOLORY

■ kolor 1  
 ■ kolor 2  
 ■ kolor bez znaczenia







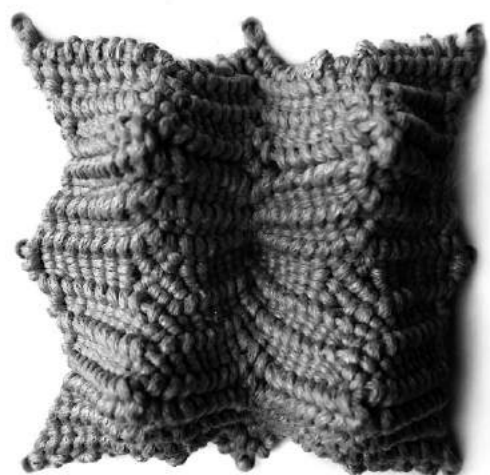
Wzór 1  
powielony 6 razy



Detal struktury  
z poprzedniej strony

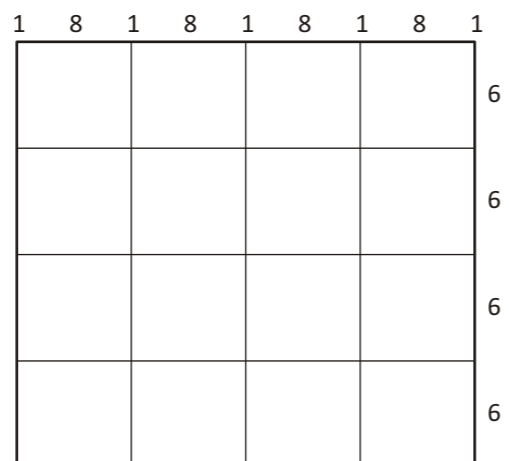
## WZÓR\_2

SKALA 1:1



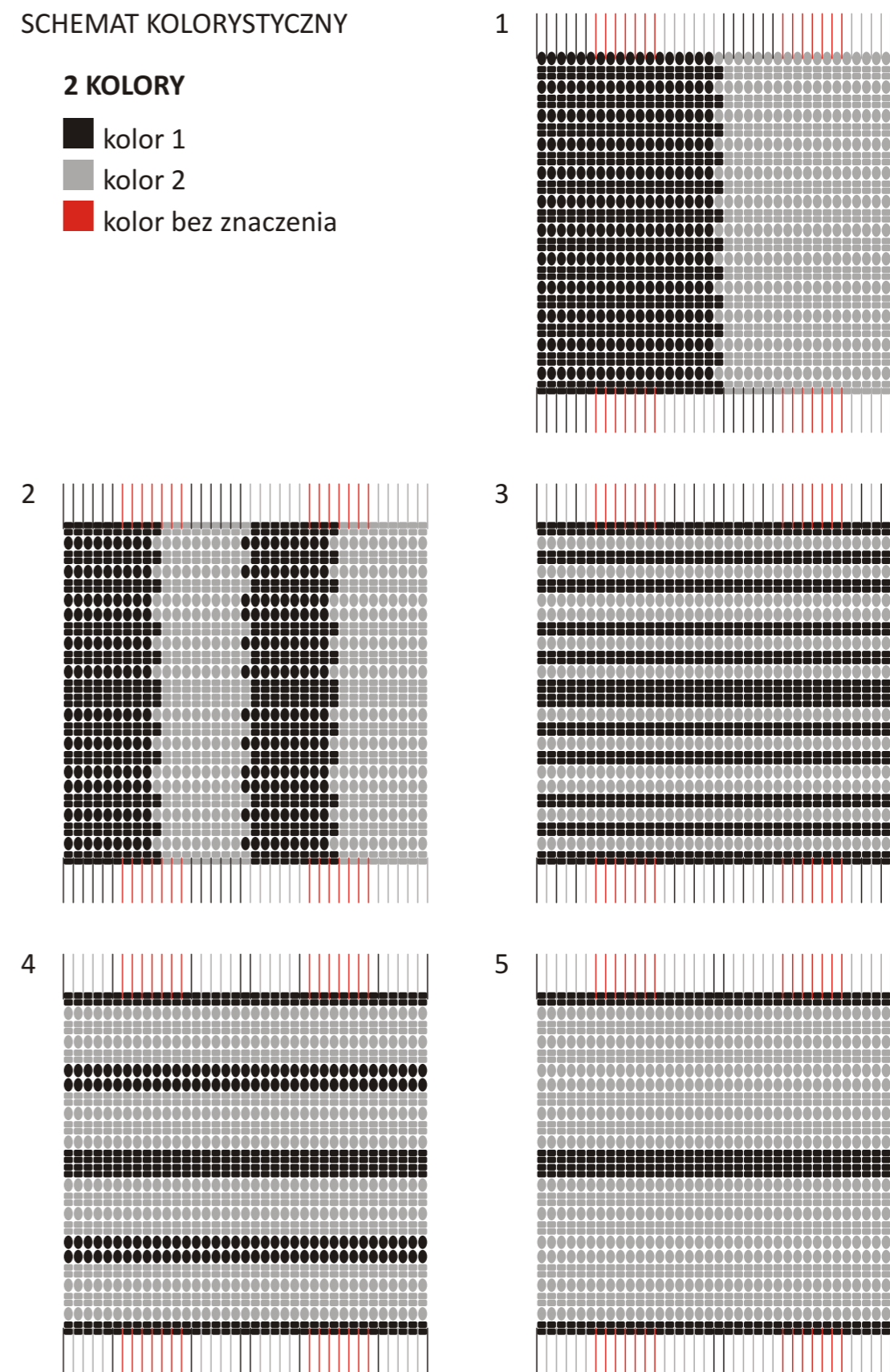
### SCHEMAT GRAFICZNY

38 sznurków  
oczka prawe-lewe / paski  
37 oczek × 24 oczka



### SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

2 KOLORY  
■ kolor 1  
■ kolor 2  
■ kolor bez znaczenia

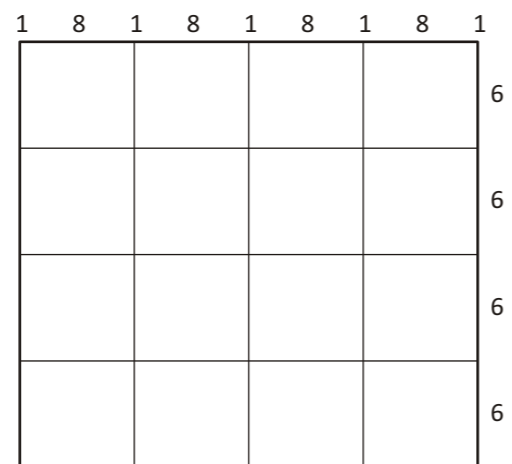


# WZÓR\_3

SKALA 1:1

## SCHEMAT GRAFICZNY

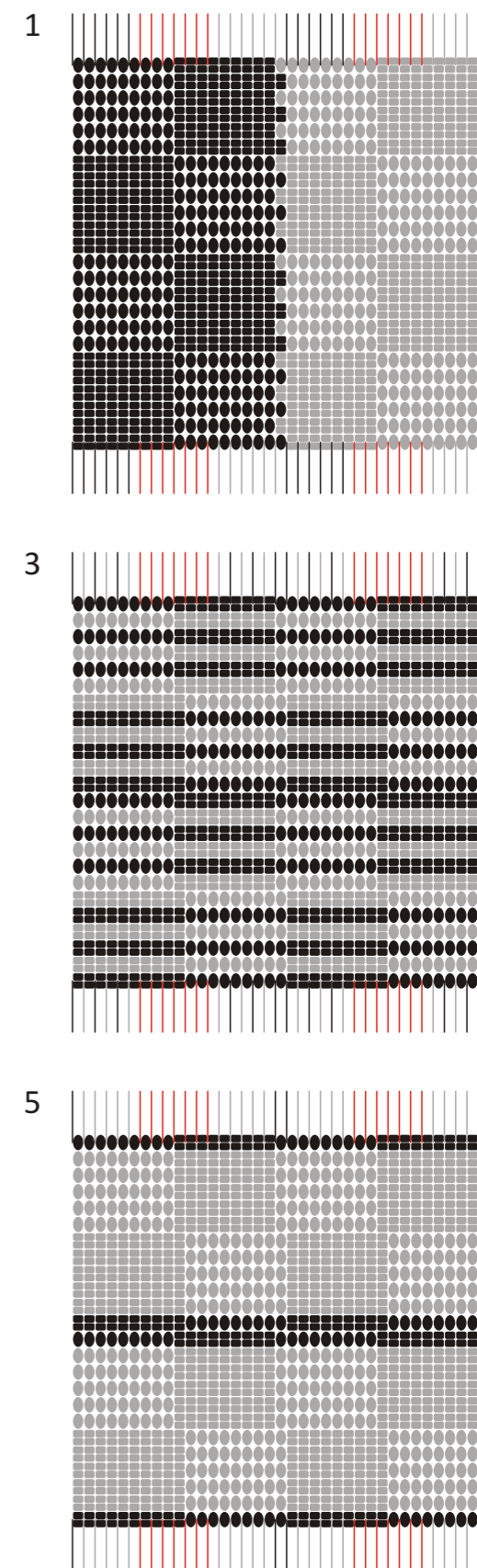
38 sznurków  
 oczka prawe-lewe / romby  
 37 oczek × 24 oczka



## SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

### 2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2
- kolor bez znaczenia



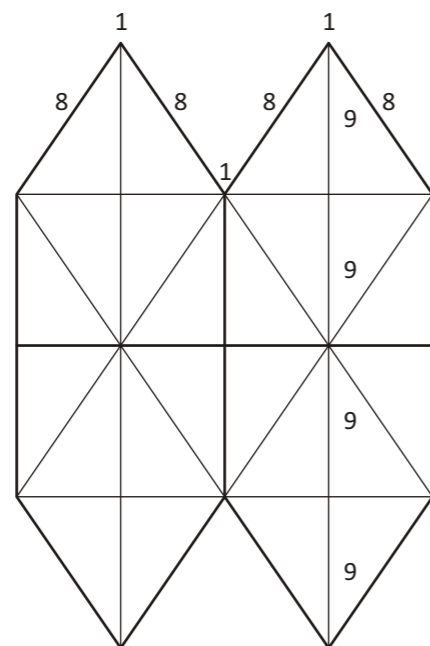
**WZÓR\_4**

SKALA 1:1



**SCHEMAT GRAFICZNY**

36 sznurków  
oczka prawe  
35 oczek × 36 oczek

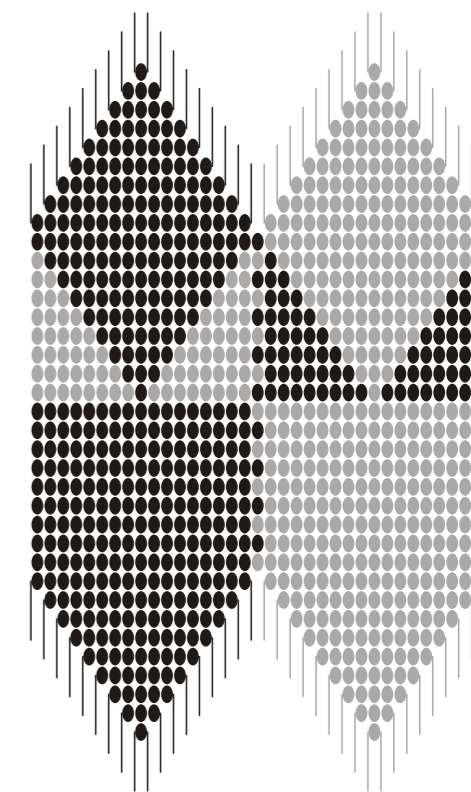


**SCHEMAT KOLORYSTYCZNY**

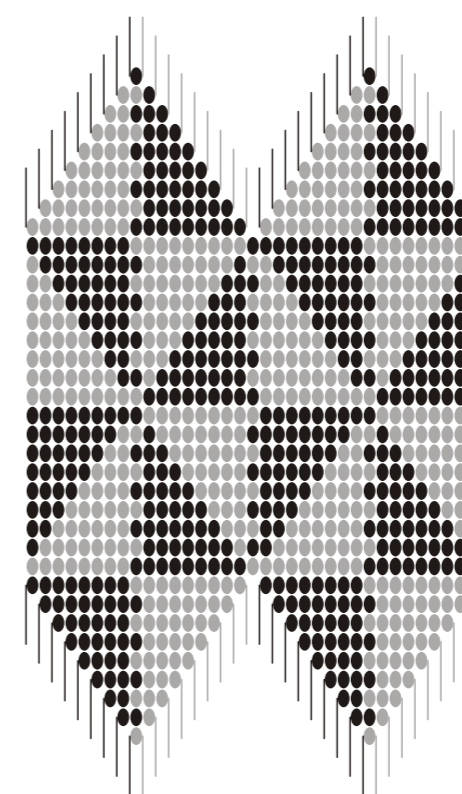
**2 KOLORY**

■ kolor 1  
■ kolor 2

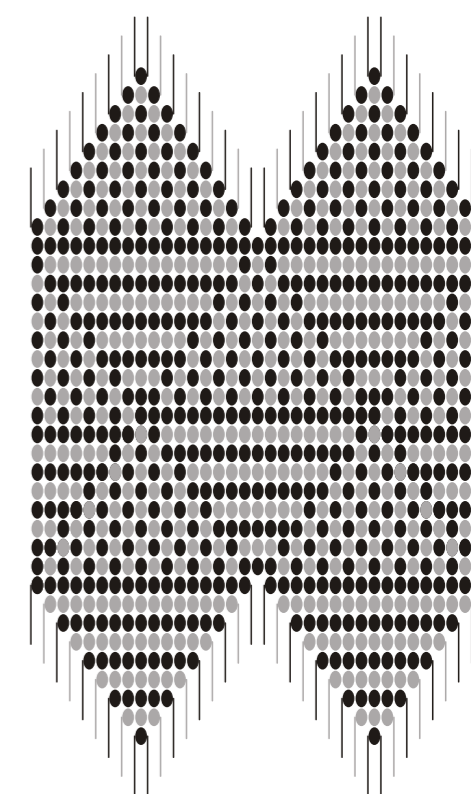
1



2



3

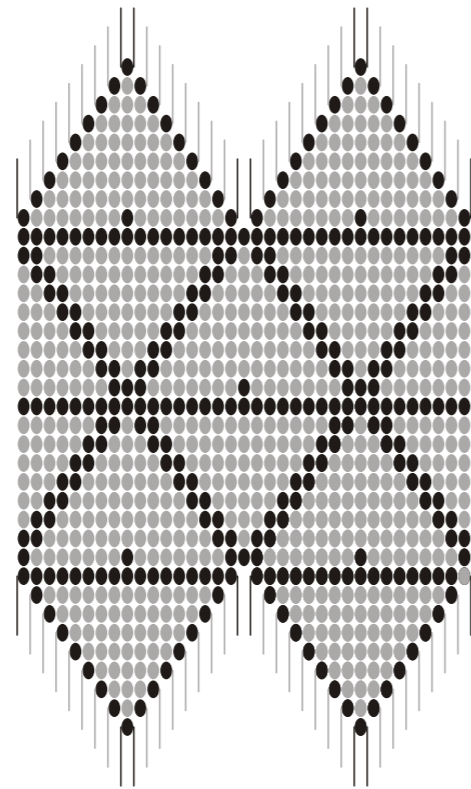


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

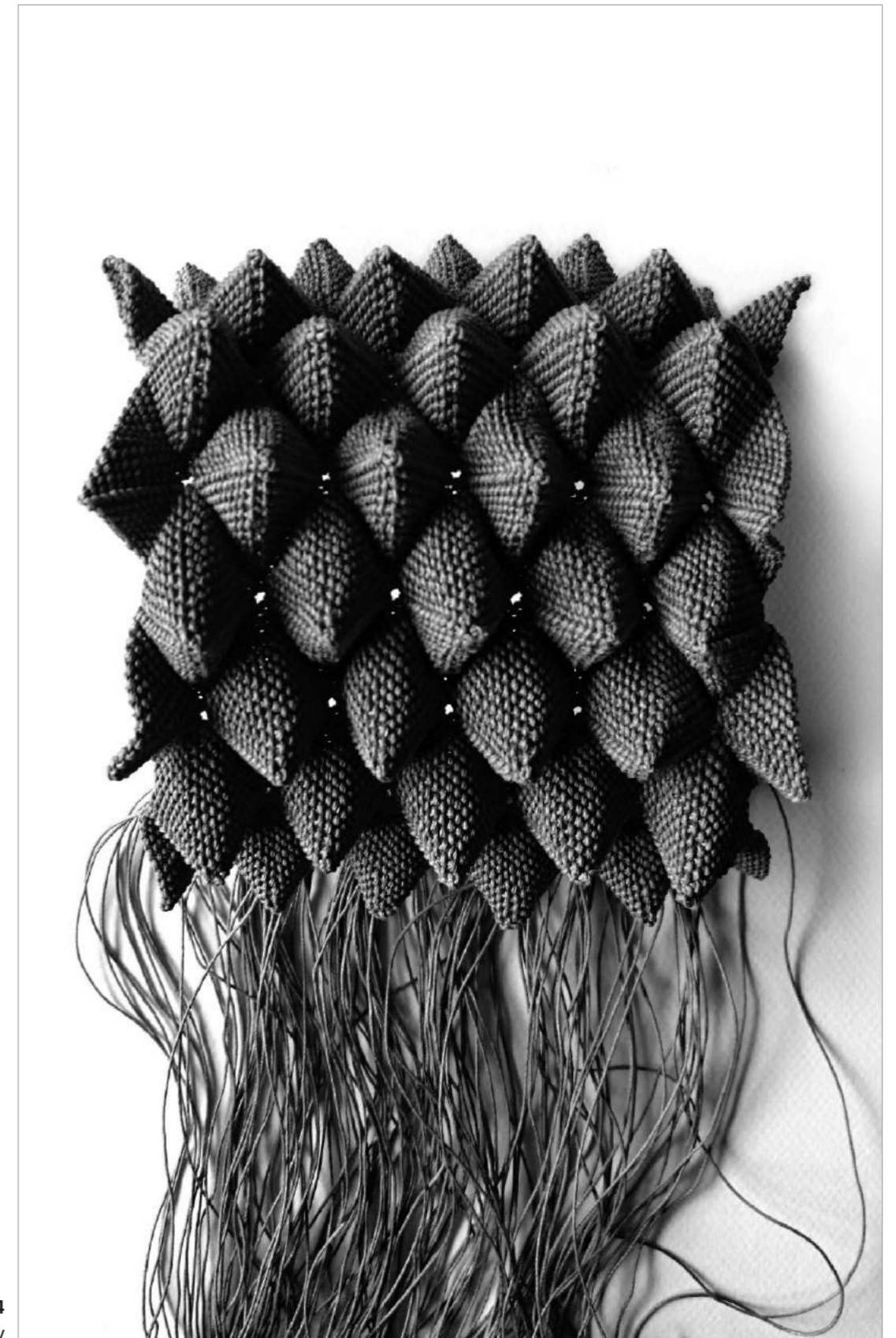
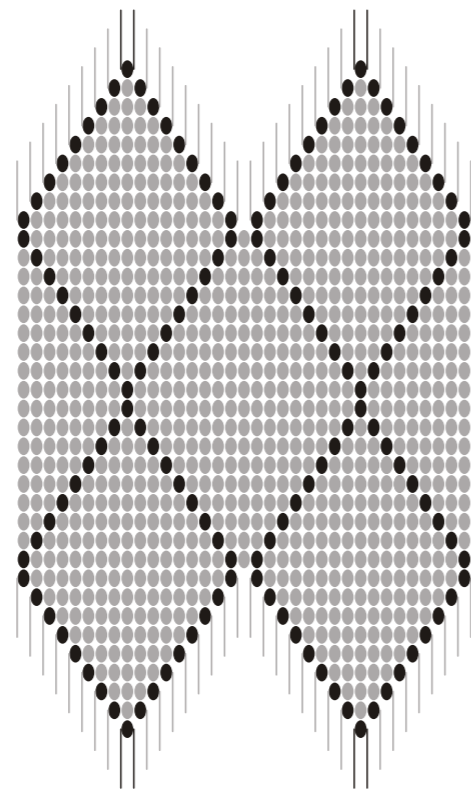
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

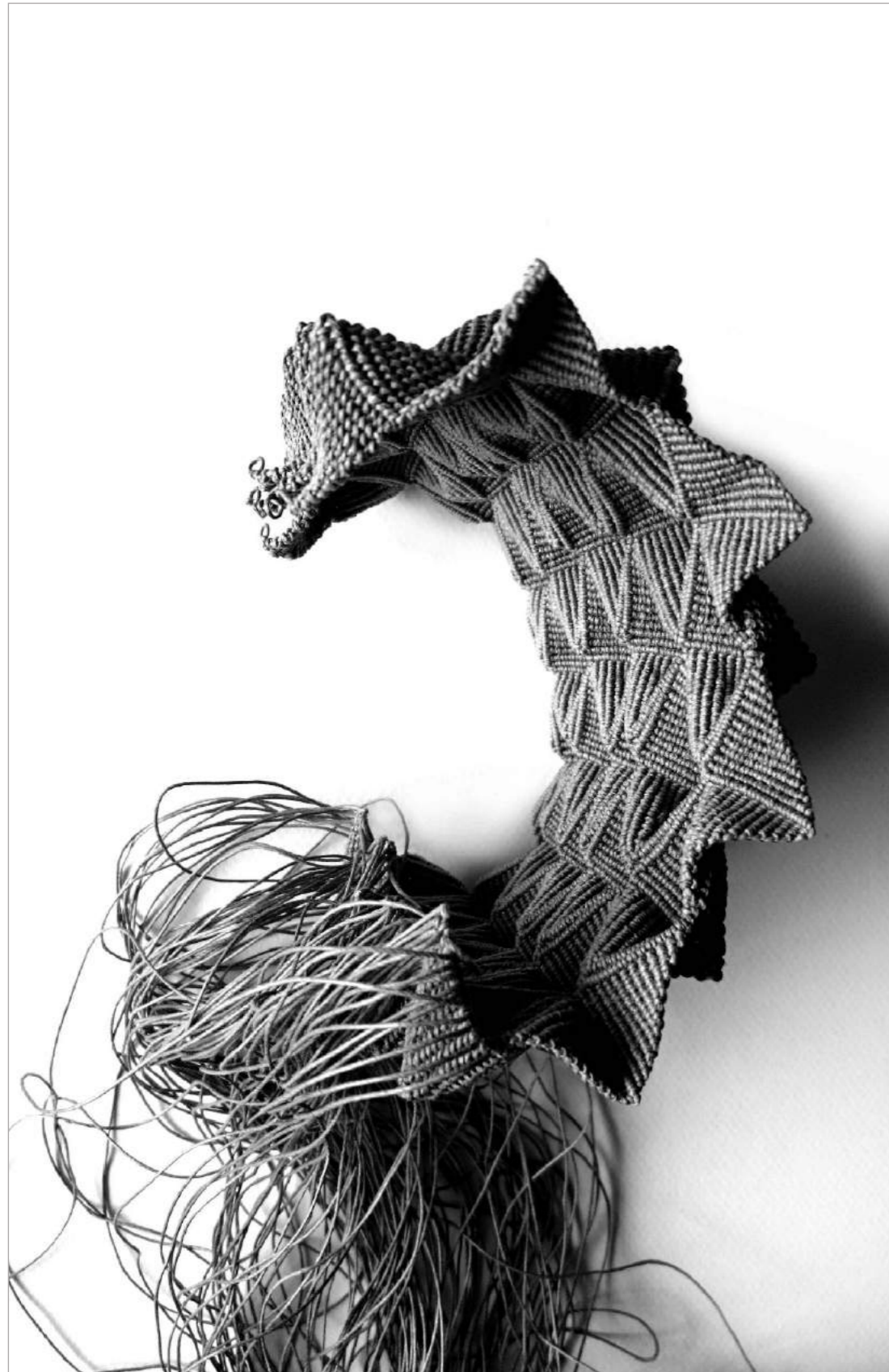
4



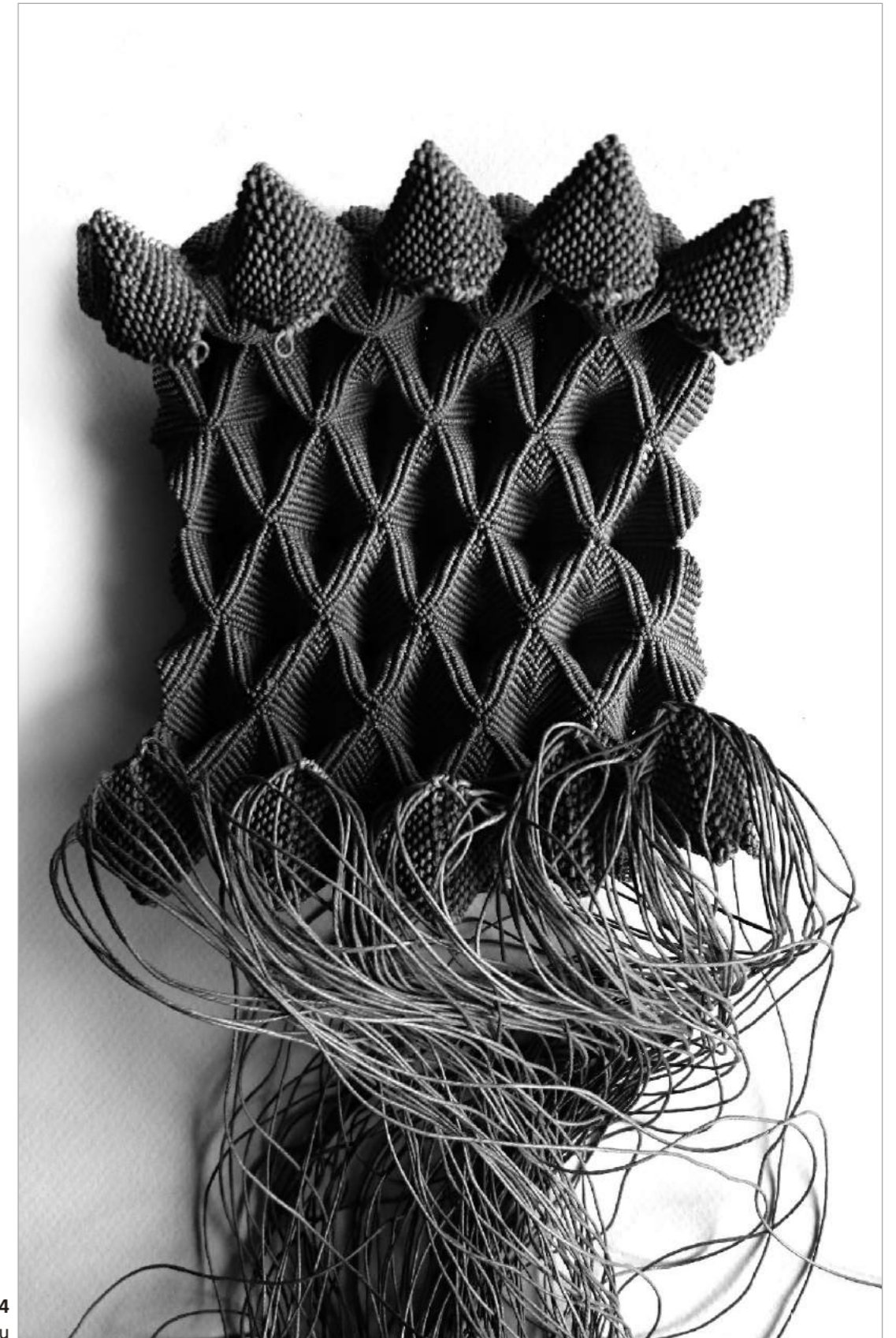
5



Wzór 4  
powielony 6 razy



**Wzór 4**  
Widok z boku



**Wzór 4**  
Widok z tyłu

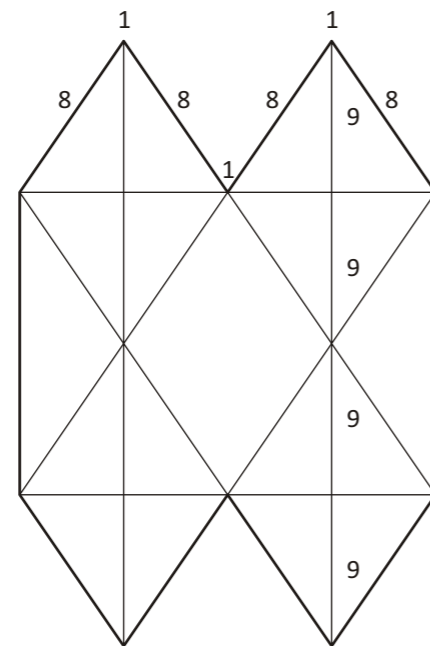
**WZÓR\_5**

SKALA 1:1



**SCHEMAT GRAFICZNY**

36 sznurków  
oczka prawe  
35 oczek × 36 oczek

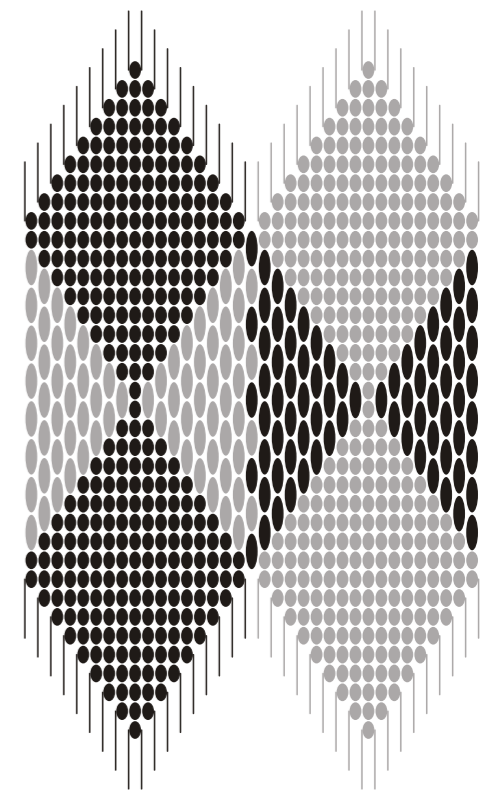


**SCHEMAT KOLORYSTYCZNY**

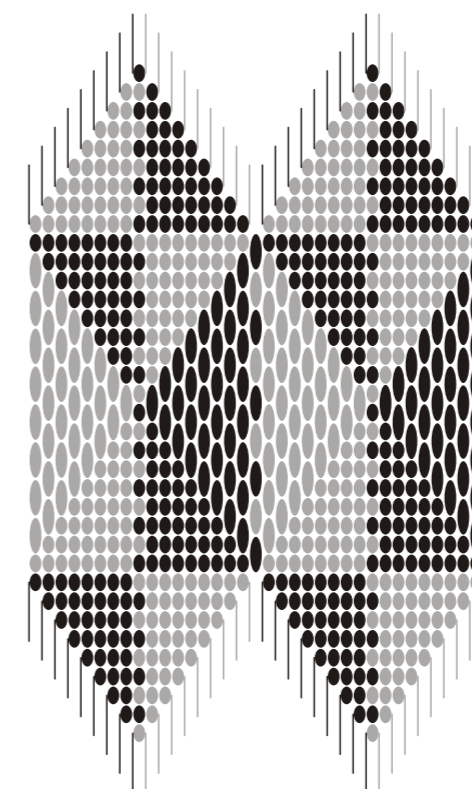
**2 KOLORY**

■ kolor 1  
■ kolor 2

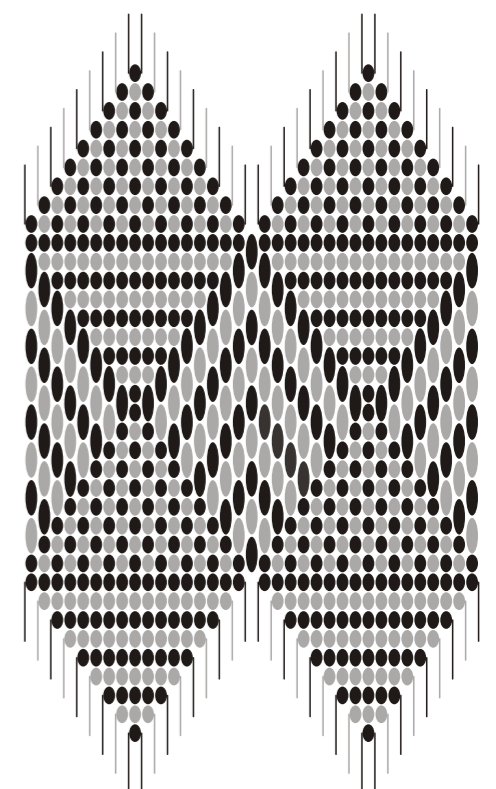
1



2



3

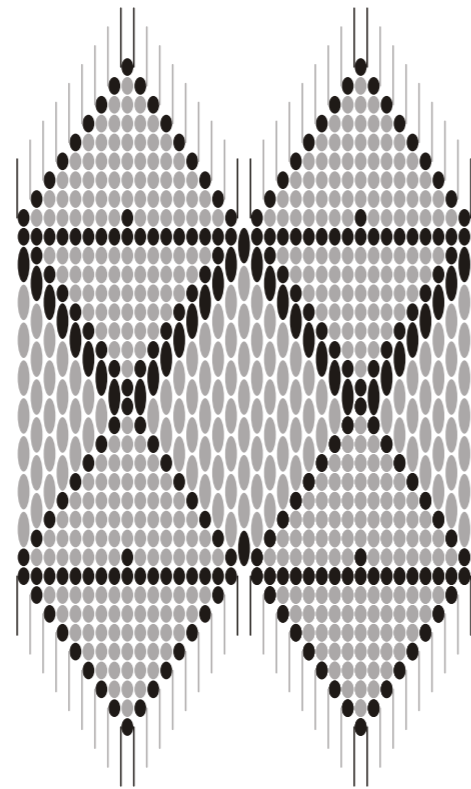


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

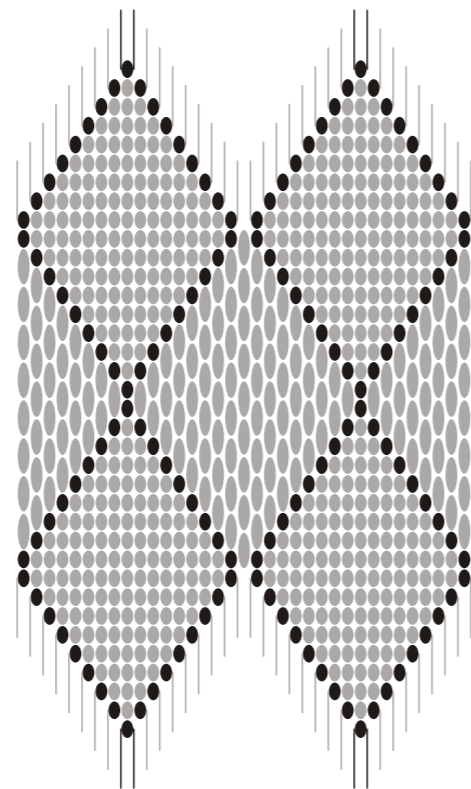
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

4



5



Wzór 5  
powielony 6 razy



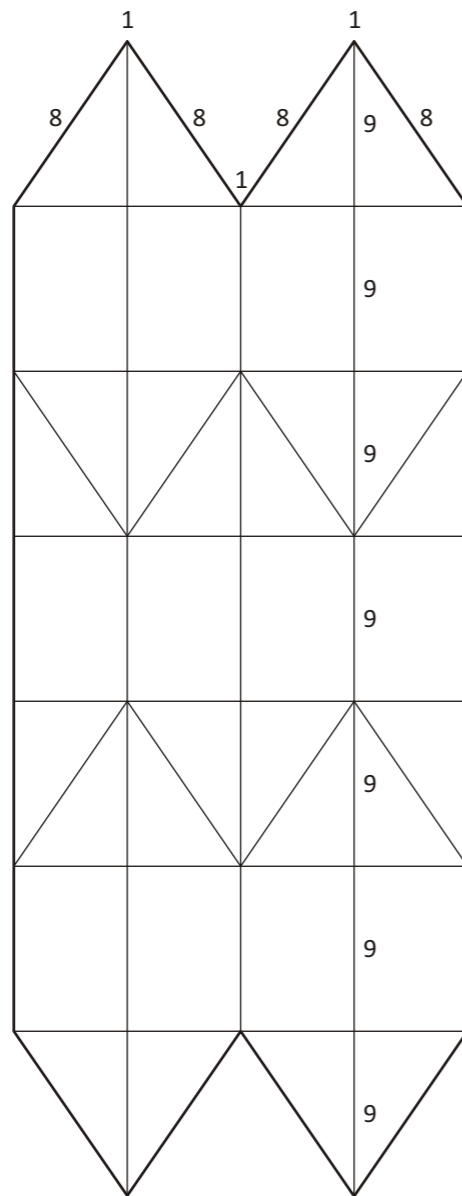
# WZÓR\_6.1

SKALA 1:1



## SCHEMAT GRAFICZNY

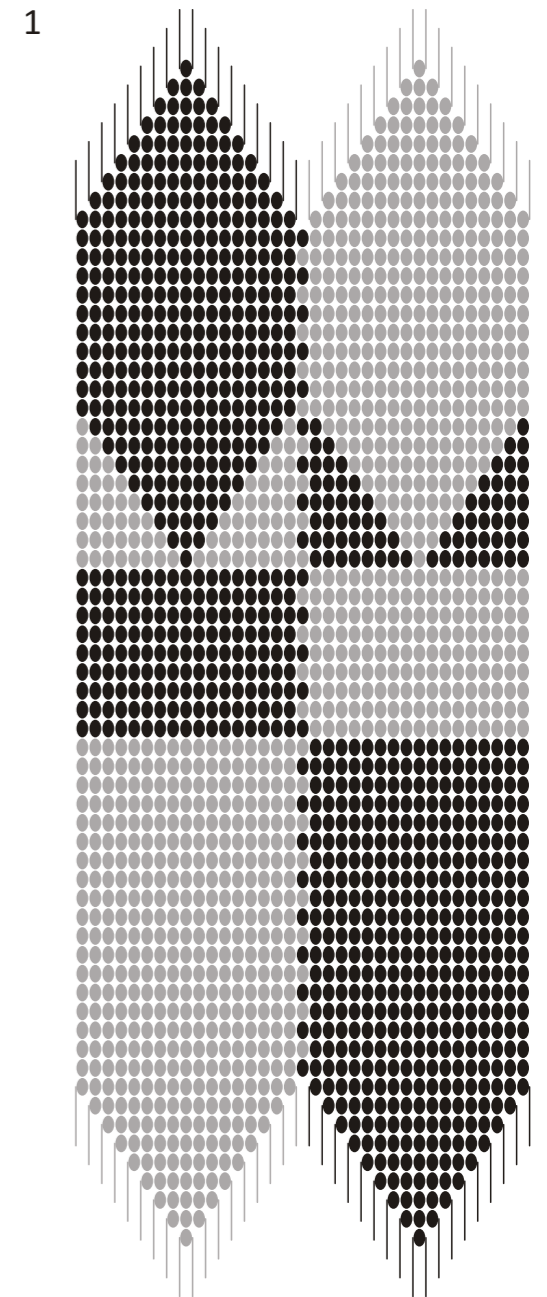
36 sznurków  
oczek prawe  
35 oczek × 63 oczka



## SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

2 KOLORY

■ kolor 1  
■ kolor 2

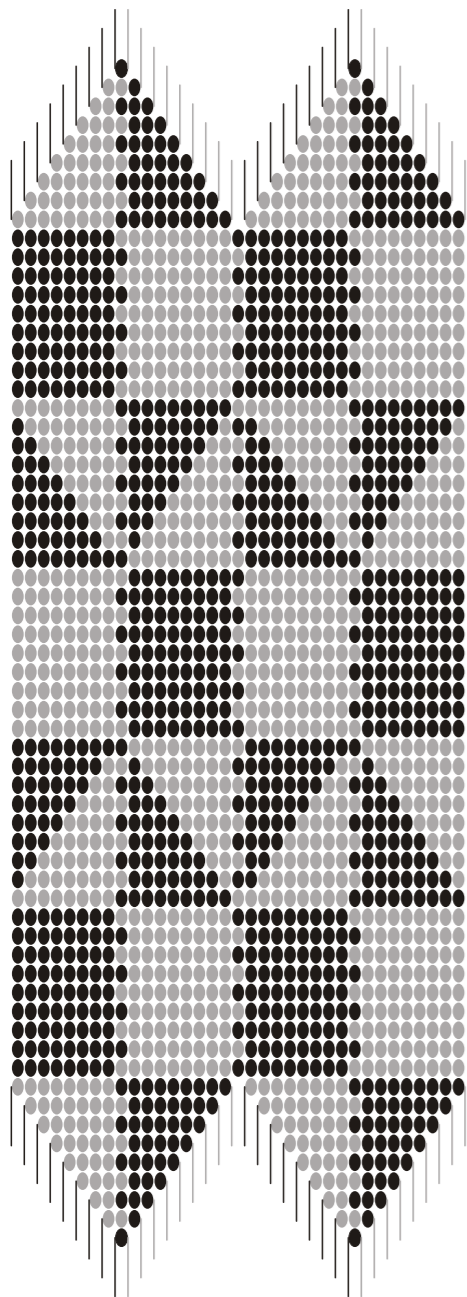


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

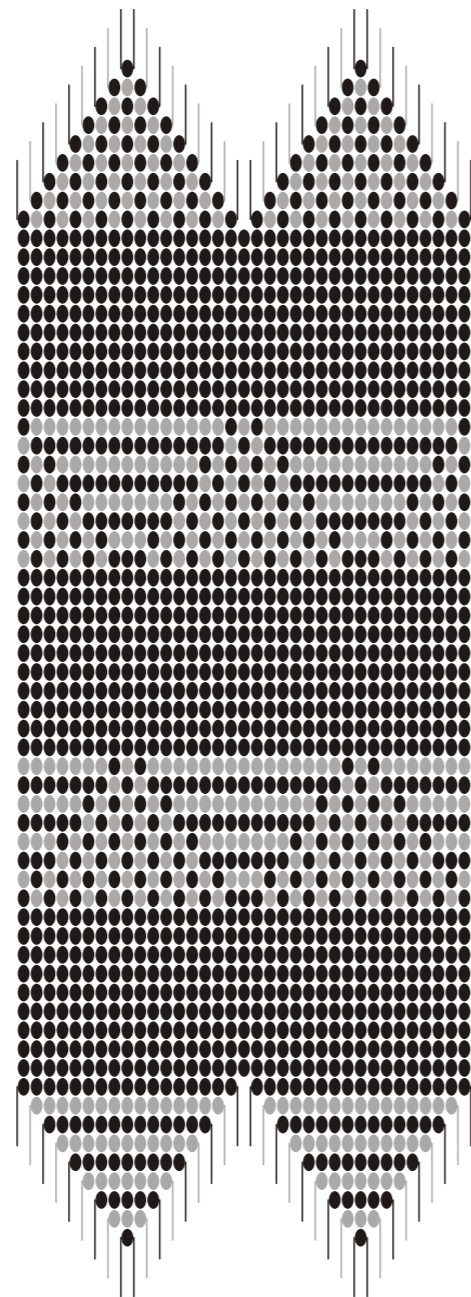
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

2



3

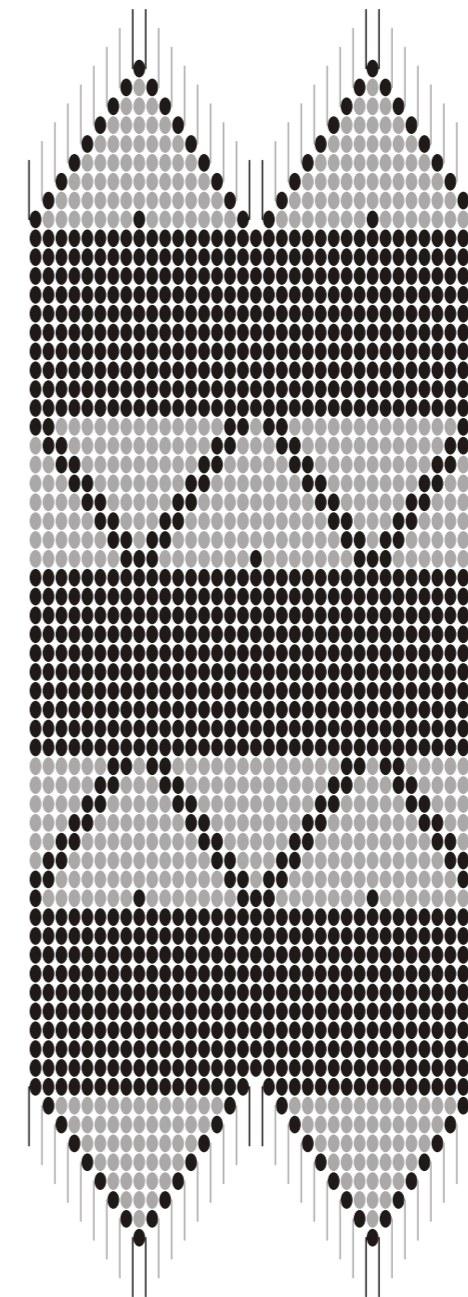


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

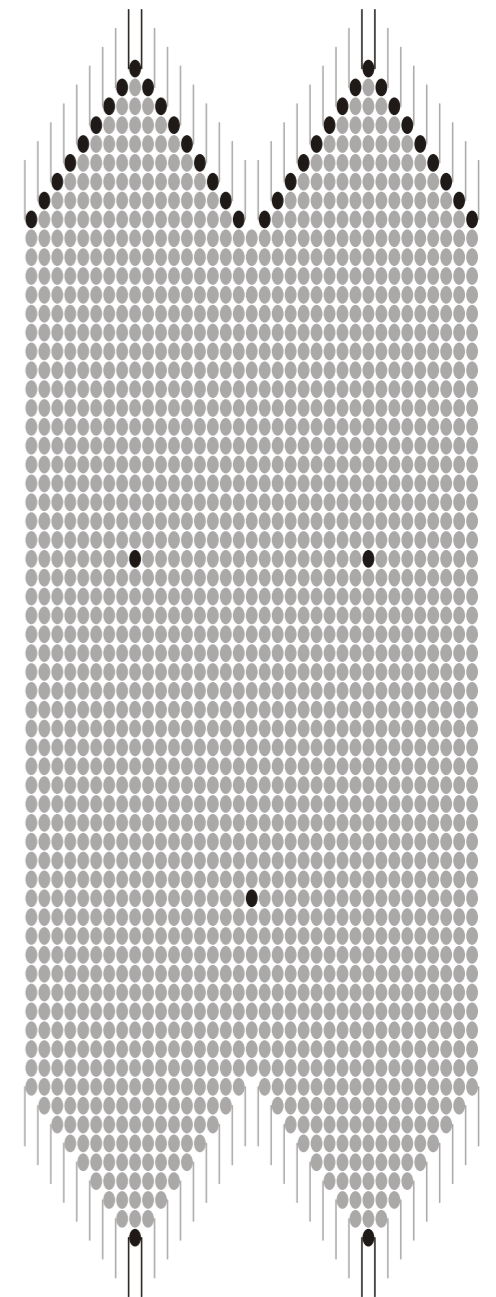
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

4



5



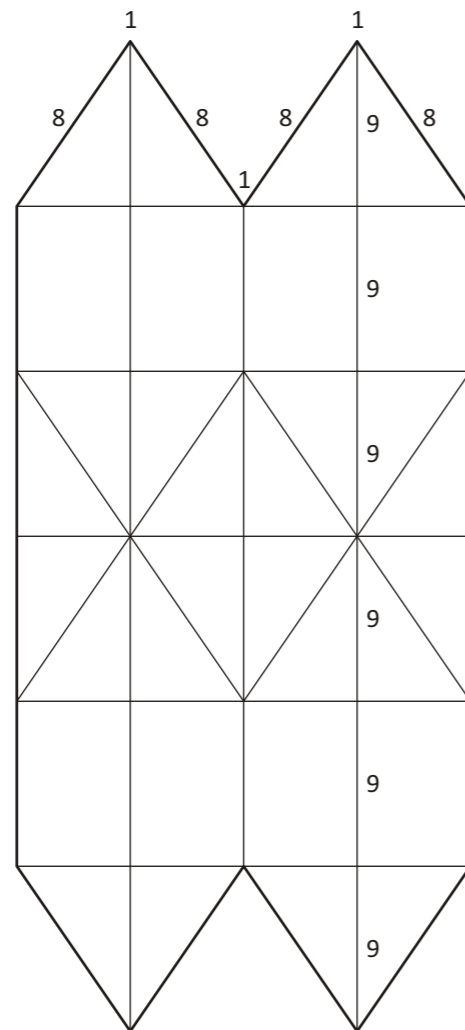
## WZÓR\_6.2

SKALA 1:1



### SCHEMAT GRAFICZNY

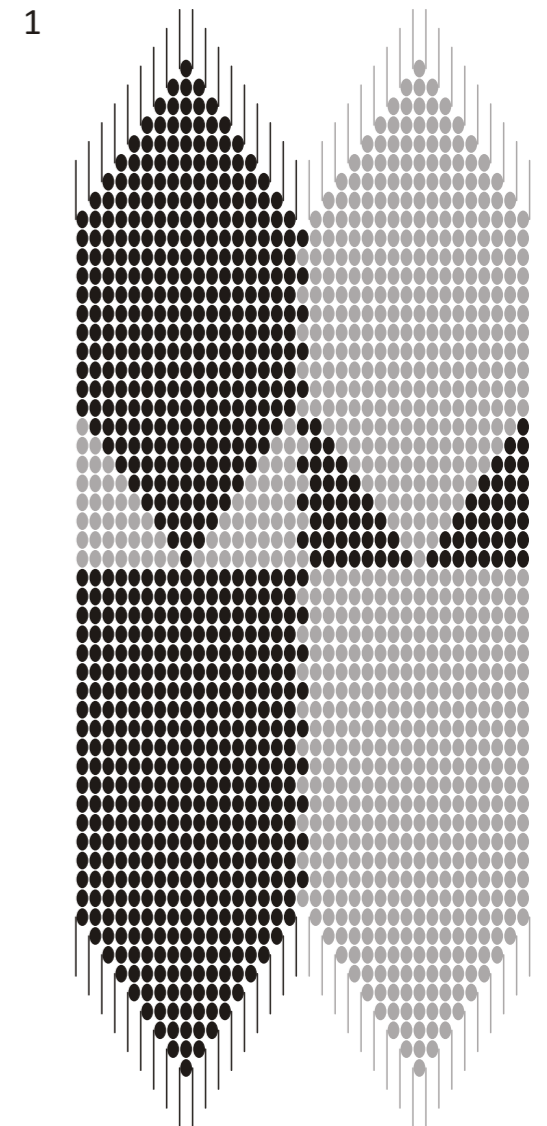
36 sznurków  
oczka prawe  
35 oczek × 54 oczka



### SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

2 KOLORY

■ kolor 1  
■ kolor 2

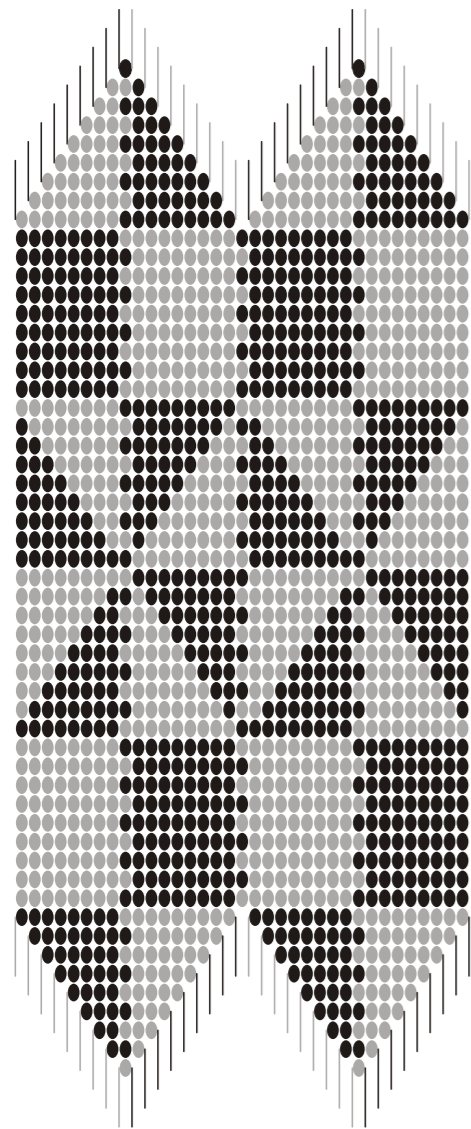


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

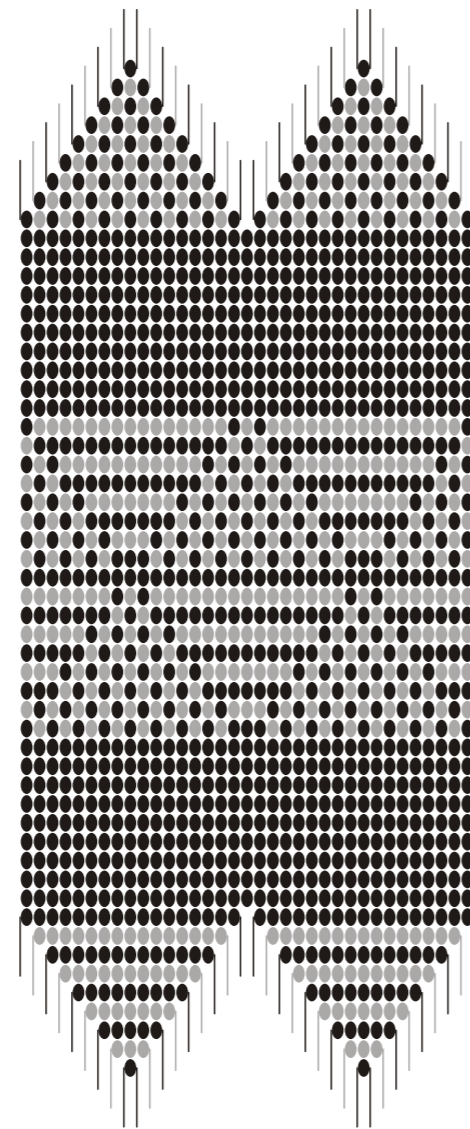
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

2



3

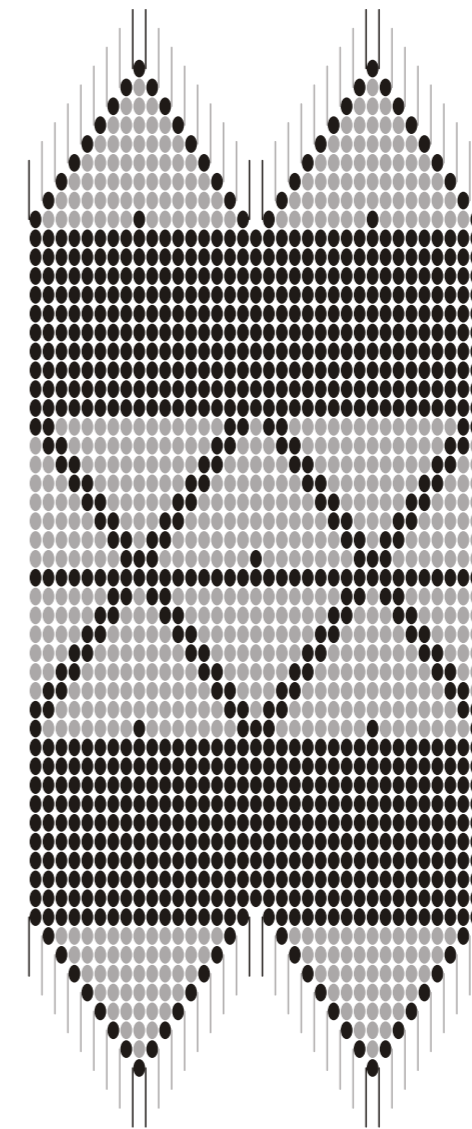


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

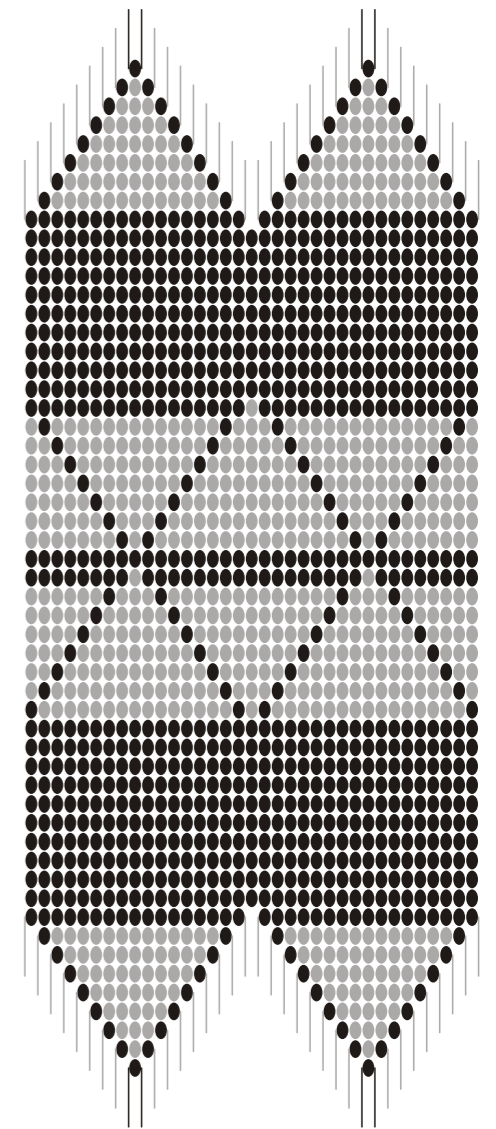
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

4



5

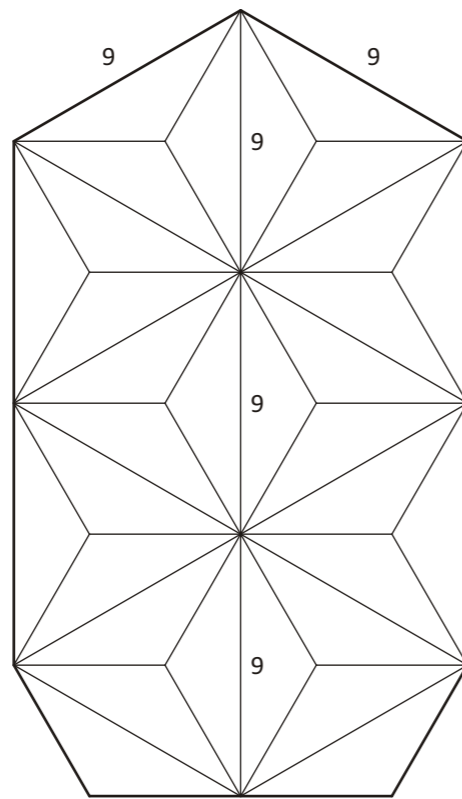


# WZÓR\_7

SKALA 1:1

## SCHEMAT GRAFICZNY

36 sznurków  
oczek prawe  
18 oczek × 27 oczek

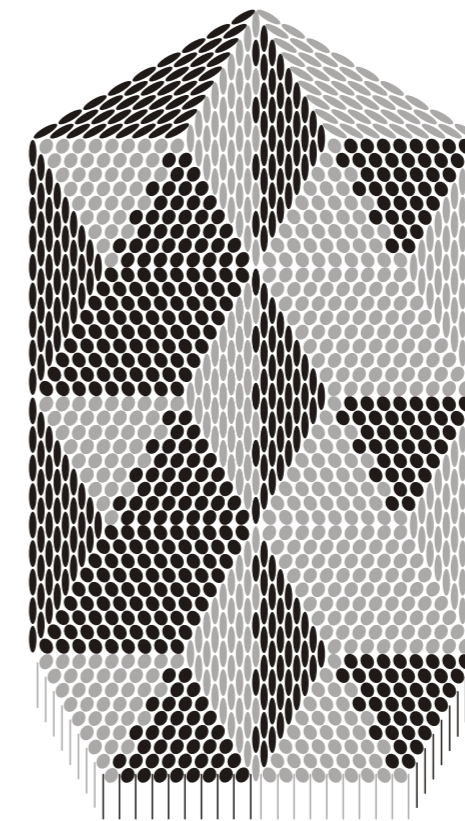


## SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

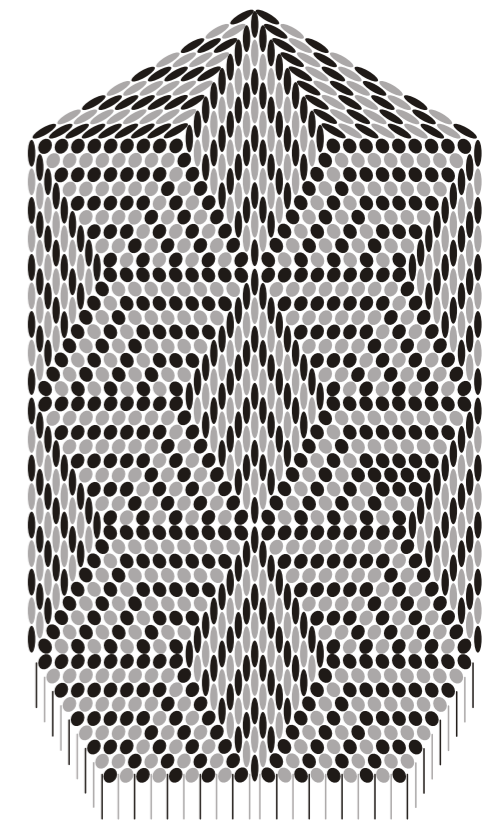
### 2 KOLORY

■ kolor 1  
■ kolor 2

1



2

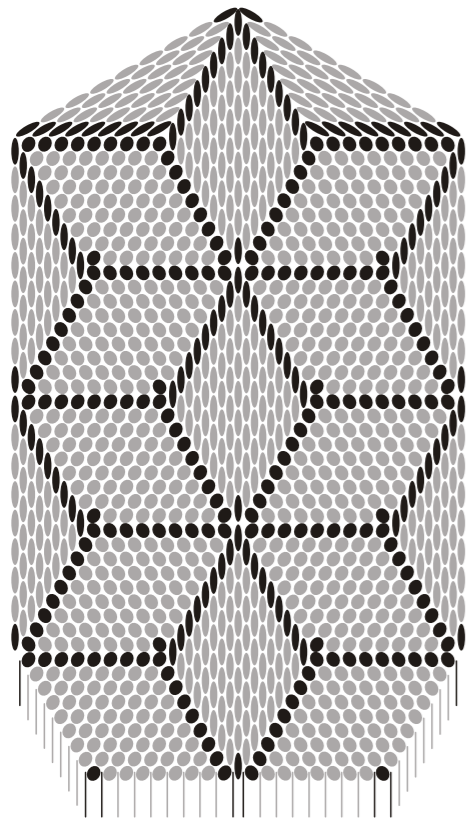


SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

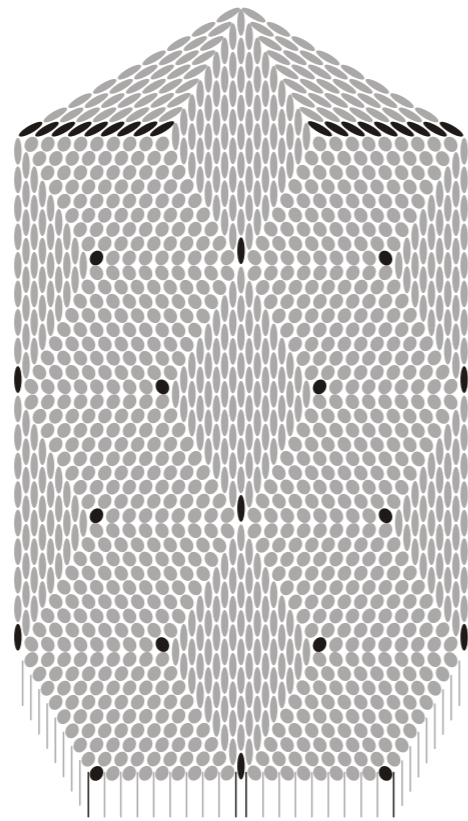
2 KOLORY

- kolor 1
- kolor 2

3



4





### 3.4. PRODUKT

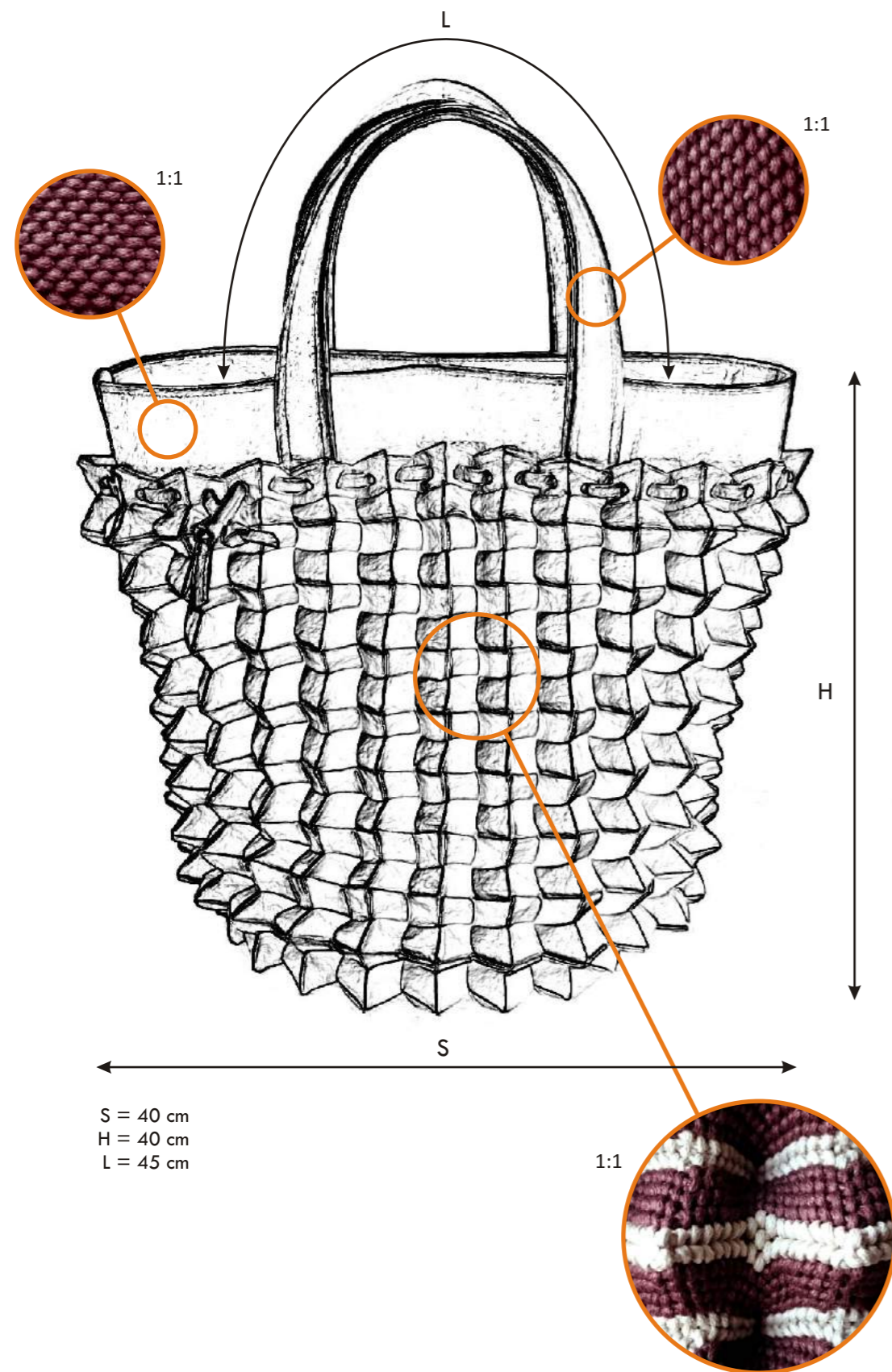
Po analizie wykonanych próbek materiałowych i przygotowanych wzorów skupiłam się na znalezieniu możliwych zastosowań do skonstruowanych w ten sposób tkanin trójwymiarowych. Możliwości są rozmaite, od wykorzystania w ubraniach, akcesoriach, biżuterii, scenografii, instalacjach przestrzennych, lampach, wystroju wnętrz, a nawet w elementach architektury. Wszystko zależy od wybranego rodzaju materiału („sznurka”), a przede wszystkim jego grubości i sztywności oraz od skali samej struktury. Splot żeberkowy skośny może być wykonywany z nici cienkich i delikatnych w przypadku tkanin niewielkich rozmiarów. Przy wykonywaniu form większych lepiej sprawdzają się sznurki sztywne, np. woskowane, oraz grube wełny. W pracach o dużej skali stosować można grube liny, przez co uzyska się solidne i proporcjonalnie większe węzły. Wykorzystać też można bardziej trwałe i odporne na działanie warunków atmosferycznych linki stalowe czy druty metalowe.

W rozdziale tym zamieściłam projekt torebki damskiej jako przykład takiego produktu. Możliwości zastosowań poszukiwałam, kierując się własnymi doświadczeniami i wypracowanymi metodami pracy. Od 2008 roku zajmuję się projektowaniem toreb i jest to temat szczególnie mi bliski.

Przedstawiony projekt torebki powstał według opracowanej wcześniej dokumentacji wykonawczej torebki Zigzagbag mojego autorstwa w wersji mini z krótkimi uchwytemi o wymiarach 40 × 40 cm. Zdecydowałam się na opracowanie nowej metody i technologii wykonania formy zewnętrznej torby, wykorzystując jeden z zaprojektowanych wzorów i schematów kolorystycznych. Rozwiązanie to pozwala na bardziej swobodne operowanie paletą barw i daje więcej możliwości różnicowania wzorów i faktur samej struktury. Minusem opracowanej metody jest czasochłonność wykonania.

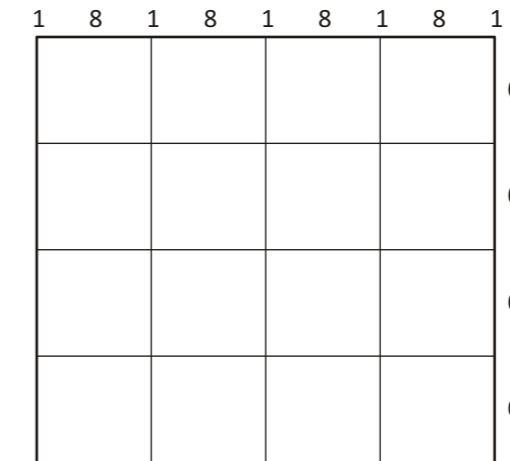
**Wzór\_1**

**Schemat kolorystyczny: 4 – ciemny brąz i kremowy**



SCHEMAT GRAFICZNY

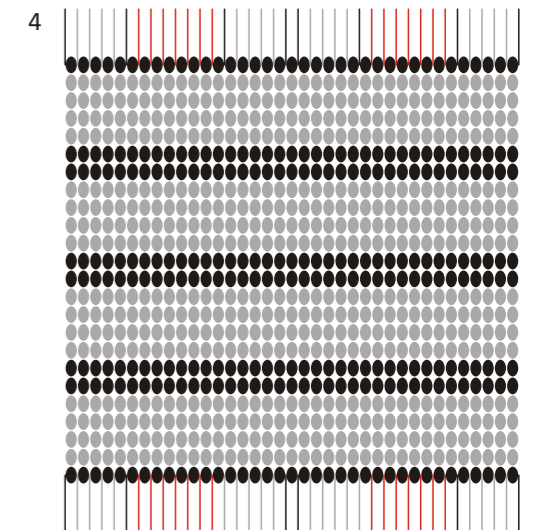
38 sznurków  
oczek prawe  
37 oczek × 24 oczka



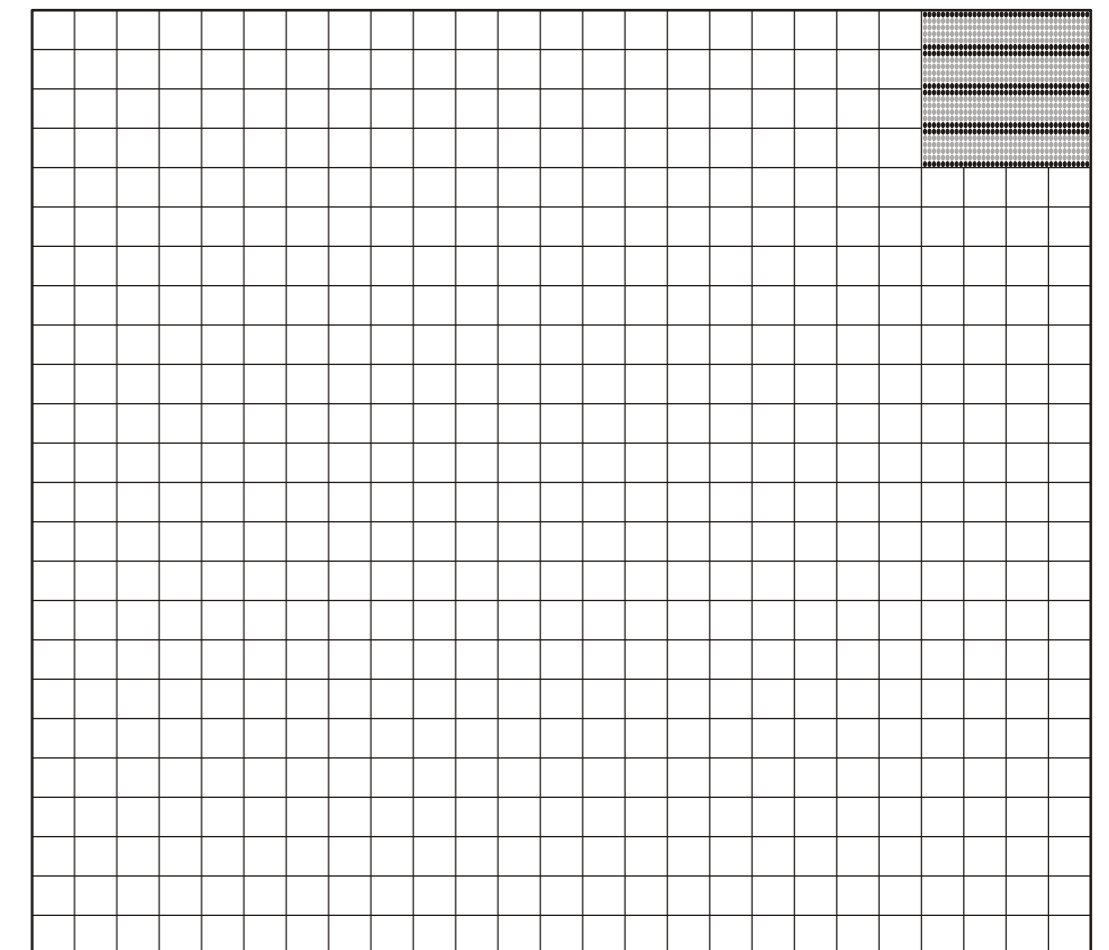
SCHEMAT KOLORYSTYCZNY

2 KOLORY

■ kolor 1 ■ kolor bez znaczenia  
■ kolor 2



225 oczek × 144 oczka / 2 sztuki połączone ze sobą





## 4. PODSUMOWANIE

### INSPIRACJA – INNOWACJA – MATERIAŁY – ZASTOSOWANIE

Opracowując trzy lata temu propozycję tematu pracy doktorskiej, założyłam, że „celem projektu jest zaprojektowanie i wykonanie form przestrzennych wynikających z analizy tradycyjnych oraz współczesnych technik wytwarzania oraz pozyskiwania materiałów, opartych na prawach geometrii, których funkcję użytkową narzucają forma i konstrukcja, które mają bezpośrednie wykorzystanie w szeroko rozumianym dizajnie, architekturze wnętrz oraz architekturze”.

Uwagę swoją skierowałam w stronę poszukiwań **nowego sposobu wykonania tkanin przestrzennych**, które mogłabym wykorzystać przy opracowywaniu koncepcji toreb (punktem odniesienia był projekt i realizacja serii toreb Zigzagbag, które zaprojektowałam w 2009 roku).

**Konstruowanie tkanin** jest tym, co mnie najbardziej pasjonuje – stąd tytuł pracy: KONSTRUKCJE TKANE, TKANINY KONSTRUOWANE. Świadome zrozumienie struktury tkaniny i sposobu, w jaki jest konstruowana, jest podstawowym elementem procesu projektowego, powodującym raczej świadomy wybór niż przypadkowe decyzje oparte na powierzchownym wrażeniu.

Natomiast lejtmotywem niezmiennie przewijającym się w mojej twórczości jest **geometria**. Problem wykorzystania geometrii, jej logicznych zasad oraz ciekawych rozwiązań tworzących zaskakujące i zarazem piękne formy, jest elementem w procesie projektowania, na który zwracam szczególną uwagę. Jest źródłem **INSPIRACJI**, motorem do działań, wyznacznikiem kierunków poszukiwań. Umiejętne wykorzystanie zasad geometrii, podporządkowywanie się im, a jednocześnie poszukiwanie indywidualnego języka powoduje, że efektem procesu projektowego jest satysfakcjonujące rozwiązanie.

**Odpowiedź zawsze można znaleźć w geometrii. Logika i proste zasady są niezawodne.**

W procesie badawczym skupiłam się na zapoznaniu się ze współczesnymi metodami projektowania i wytwarzania tkanin oraz możliwościami ich zastosowania. Rozwój **nowych technologii** pozwala na posługiwanie się środkami wyrazu bazującymi na innowacyjnym podejściu do procesu projektowego i produkcyjnego. **INNOWACYJNOŚĆ** to nie tylko wykorzystywanie nowych zdobyczy techniki i nauki, ale także poszukiwanie sposobów rozwoju idei **zrównoważonego projektowania**, zwłaszcza w kontekście nasilających się obecnie globalnych problemów środowiskowych.

Szczególne znaczenie w idei zrównoważonego projektowania stanowi kwestia wyboru **MATERIAŁÓW**, przede wszystkim porównanie właściwości materiałów high-tech względem naturalnych. Materiały, które powszechnie uważamy za ekologiczne, często wytwarzane są w mało ekologiczny sposób, natomiast coraz więcej sztucznych materiałów powstaje w procesach przyjaznych środowisku.

Celem procesu projektowego było opracowanie możliwości **ZASTOSOWANIA** zdobytej wiedzy i wykorzystanie umiejętności przetworzenia idei projektowych na konkretny produkt. Hasła **INSPIRACJA, INNOWACJA, MATERIAŁY** i **ZASTOSOWANIE** połączyły się w zasadniczą całość projektową. Doświadczenie zdobyte podczas pracy nad tą rozprawą doktorską stanowi cenny wkład w kształtowanie mojej dalszej drogi projektowej, a opracowane metody badawcze i technologiczne są bazą do rozwoju kolejnych koncepcji.

**Rozwijanie własnych pasji jest prawdziwą przyjemnością.**

## 5. ŹRÓDŁA FOTOGRAFII

Okładka: fot. Magdalena Grenda

Str. 10: San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010

Str. 13: 01 / asknature.org; 02 / transmaterial.net

Str. 14: 01, 02 / medicaldevice-network.com; 03 / wormspit.com; 04 /

technologie.gazeta.pl; 05 / Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009

Str. 15: 01, 02 / Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009

Str. 17: 01, 02 / San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010

Str. 18: 01-04 / schoeller-textiles.com

Str. 19: 01 / San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010, 02-04 / schoeller-textiles.com

Str. 20: 01, 02 / schoeller-textiles.com

Str. 21: 01 / ifmachines.com

Str. 22: 01, 02 / metamo.sfc.keio.ac.jp; 03 / fabricarchitecturemag.com

Str. 23: 01 / smarttextiles.se; 02-04 / Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009

Str. 24: 01, 02 / San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010

Str. 25: 01-03 / pphotorepeats.com

Str. 26, 27: 01, 02 / loop.ph

Str. 28: 01 / transmaterial.net; 02 / Brownell b., *Transmaterial*, Princeton Architectural Press, New York 2006

Str. 29: 01-04 / San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010

Str. 30, 31: 01-04 / archello.com

Str. 32: 01, 02 / weglowe.com.pl

Str. 33: 01, 02 / wiekismers.com; 03 / domusweb.it

Str. 34: 01-04 / meadowbrookinventions.com

Str. 35: 01-04 / San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010

Str. 36: 01 / inntex.com

Str. 37, 38: 01-03 / fabricanltd.com

Str. 39: 01, 02 / samiraboon.com

Str. 40-43: 01, 03, 05-07 / czasawnetrze.pl; 02, 04, 08, 09 / San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010

Str. 45, 46: 01-06 / freedomofcreation.com

Str. 48: longboardgirlscrew.com

Str. 72: fot. Magdalena Grenda

Str. 76: fot. Magdalena Grenda

Str. 92: fot. Magdalena Grenda

Str. 124: fot. Magdalena Grenda

**6. BIBLIOGRAFIA**

- Baugh G., *The fashion designer's textile directory. The creative use of fabric in design*, Thames & Hudson Ltd, London 2011
- Bramston D., *Material thoughts*, AVA Publishing SA, Lausanne 2009
- Braungart M., McDonough W., *Cradle to cradle. Re-making the way we make things*, Vintage Publishing, London 2009
- Brown S., *Eco Fashion*, Laurence King Publishing, London 2010
- Brown T., *Zmiana przez design: jak design thinking zmienia organizacje i pobudza innowacyjność*, Libron 2013
- Brownell b., *Transmaterial*, Princeton Architectural Press, New York 2006
- Burchard-Dziubińska M., Rzeńcy A., *Zrównoważony rozwój na poziomie lokalnym i regionalnym. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2010
- Clarke Braddock E.S., O'Mahony M., *Techno Textiles 2. Revolutionary fabrics for fashion and design*, Thames & Hudson Ltd, London 2007
- Clarke S., *Textiles design*, Laurence King Publishing, London 2011
- Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009
- Cole D., *Textiles now*, Laurence King Publishing, London 2008
- Ekologia. Przewodnik Krytyki Politycznej*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2009
- Fletcher K., Grose L., *Fashion & Sustainability. Design for change*, Laurence King Publishing, London 2012
- Fuad-Luke A., *The eco-design handbook*, Thames & Hudson Ltd, London 2009
- Gordon B., *Textiles. The Whole Story*, Thames & Hudson Ltd, London 2011
- Hallett C., Johnston A., *Fabric for Fashion*, Laurence King Publishing, London 2010
- Howes P., Laughlin Z., *Material matters. New materials in design*, Black Dog Publishing, London 2012
- Hudson J., *Process 50 Product Designs from Concept to Manufacture*, Laurence King Publishing, London 2011
- Klein M., *No logo*, Świat Literacki 2004
- Krawiec F., *Odnawialne źródła energii. W świetle globalnego kryzysu energetycznego. Wybrane problemy*, Difin SA, Warszawa 2010
- Laskowska K., Adamczyk A., Gobelny P., *Design zrównoważony. Analiza dotycząca wpływu designu zrównoważonego na wzrost konkurencyjności regionu wielkopolskiego na rynku europejskim*, Poznań 2009
- Lee S., *Fashioning the future. Tomorrow's wardrobe*, Thames & Hudson Ltd, London 2005
- McQuaid M., *Extreme Textiles. Designing for high performance*, Princeton Architectural Press, New York 2005
- O'Mahony M., *Advanced Textiles for Health and Wellbeing*, Thames & Hudson Ltd, London 2011
- Papanek V., *Dizajn dla realnego świata*, Recto Verso, Łódź 2012

- Płonka M., *Etyka w modzie, czyli CSR w przemyśle odzieżowym*, Mskpu, Warszawa 2013
- Pochwicki K., *Cywilizacja traw*, Novae Res, Gdynia 2012
- Rodgers P., Milton A., *Product Design*, Laurence King Publishing, London 2011
- San Martin M., *Future Fashion. Innovative Materials and Technology*, Prompress, Barcelona 2010
- Sauer C., *Made of... New Materials Sourcebook for Architecture and Design*, Die Gestalten Verlag, Berlin 2010
- Siegle L., *Recycle. The Essential Guide*, Black Dog Publishing, London 2010
- Sudjic D., *Język rzeczy*, Karakter 2013
- Szosland J., *Podstawy budowy i technologii tkanin*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1968-1991
- Thackara J., *Na grzbiecie fali. O projektowaniu w złożonym świecie*, SWPS Academica 2010
- Vale R., Vale B., *Time to eat the dog? The real guide to sustainable living*, Thames & Hudson Ltd, London 2009
- Van Uffelen C., *Fine Fabric. Delicate Materials for Architecture and Interior Design*, Braun Publishing AG, Salenstein 2009

## 7. PRZYPISY

<sup>1</sup> [on-line] <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/3967502/rewolucja-przemyslowa.html>; data dostępu: kwiecień 2014

<sup>2</sup> McQuaid M., *Extreme textiles. Designing for high performance*, Princeton Architectural Press, New York 2005, s. 13

<sup>3</sup> Tamże, s. 36

<sup>4</sup> Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009, s. 36

<sup>5</sup> Fletcher K., Grose L., *Fashion & Sustainability. Design for change*, Laurence King Publishing, London 2012, s. 115

<sup>6</sup> Sauer C., *Made of... New Materials Sourcebook for Architecture and Design*, Die Gestalten Verlag, Berlin 2010, s. 6

<sup>7</sup> Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009, s. 36

<sup>8</sup> Brownell B., *Transmaterial 3. A catalog of materials that redefine our physical environment*, Princeton Architectural Press, New York 2010, s. 179

<sup>9</sup> [on-line] <http://laboratoria.net>; data dostępu: maj 2014

<sup>10</sup> Sauer C., *Made of... New Materials Sourcebook for Architecture and Design*, Die Gestalten Verlag, Berlin 2010, s. 118

<sup>11</sup> Colchester C., *Textiles Today. A global survey of trends and traditions*, Thames & Hudson Ltd, London 2009, s. 30

<sup>12</sup> Tamże

<sup>13</sup> Lee S., *Fashioning the future. Tomorrow's wardrobe*, Thames & Hudson Ltd, 2005, s. 186

<sup>14</sup> [on-line] <http://www.schoeller-textiles.com/en/home.html>; data dostępu: kwiecień 2014

<sup>15</sup> Sauer C., *Made of... New Materials Sourcebook for Architecture and Design*, Die Gestalten Verlag, Berlin 2010, s. 18

<sup>16</sup> Lee S., *Fashioning the future. Tomorrow's wardrobe*, Thames & Hudson Ltd, 2005, s. 27

<sup>17</sup> [on-line] <http://www.fabricanltd.com>; data dostępu: kwiecień 2014

<sup>18</sup> [on-line] <http://www.designfutures.pl/>; data dostępu: kwiecień 2014

<sup>19</sup> Hudson J., *Process: 50 Product Designs from Concept to Manufacture*, Second edition, Laurence King Publishing, London 2011, s. 7

<sup>20</sup> [on-line] <http://www.freedomofcreation.com/>; data dostępu: maj 2014

<sup>21</sup> Tamże

<sup>22</sup> Thackara J., *Na grzbiecie fali. O projektowaniu w złożonym świecie*, SWPS Academica 2010, s. 173

<sup>23</sup> *Ekologia. Przewodnik Krytyki Politycznej*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2009, s. 84

<sup>24</sup> Laskowska K., Adamczyk A., Grobelny P., *Design zrównoważony. Analiza dotycząca wpływu designu zrównoważonego na wzrost konkurencyjności regionu wielkopolskiego na rynku europejskim*, Poznań 2009, s. 5

<sup>25</sup> Krawiec F., *Odnawialne źródła energii. W świetle globalnego kryzysu energetycznego. Wybrane problemy*, Difin SA, Warszawa 2010, s. 11

<sup>26</sup> Burchard-Dziubińska M., Rzeńcy A., *Zrównoważony rozwój na poziomie lokalnym i regionalnym. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2010, s. 47

<sup>27</sup> Tamże, s. 12

<sup>28</sup> Tamże, s. 27

<sup>29</sup> Tamże, s. 52

<sup>30</sup> [on-line] Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej; <http://www.trybunal.gov.pl>; data dostępu: kwiecień 2014

<sup>31</sup> [on-line] Prawo ochrony środowiska; Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r.; Dział III, art.3.; <http://isap.sejm.gov.pl>; data dostępu: kwiecień 2014

<sup>32</sup> *Ekologia. Przewodnik Krytyki Politycznej*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2009, s. 163

<sup>33</sup> Tamże, s. 200

<sup>34</sup> Tamże, s. 432

<sup>35</sup> Krawiec F., *Odnawialne źródła energii. W świetle globalnego kryzysu energetycznego. Wybrane problemy*, Difin SA, Warszawa 2010, s. 27

<sup>36</sup> Tamże, s. 29

<sup>37</sup> Tamże, s. 30

<sup>38</sup> *Ekologia. Przewodnik Krytyki Politycznej*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2009, s. 200

<sup>39</sup> Tamże, s. 109

<sup>40</sup> Thackara J., *Na grzbiecie fali. O projektowaniu w złożonym świecie*, SWPS Academica 2010, s. 18

<sup>41</sup> Tamże

<sup>42</sup> Rodgers P., Milton A., *Product Design*, Laurence King Publishing, London 2011

<sup>43</sup> [on-line] [www.dwutygodnik.com](http://www.dwutygodnik.com); Estetyka jako nowa etyka. O projektowaniu zrównoważonym; data dostępu: maj 2014

<sup>44</sup> Papanek V., *Dizajn dla realnego świata*, Recto Verso, Łódź 2012, s. 184

<sup>45</sup> Tamże, s. 325

<sup>46</sup> Braungart M., McDonough W., *Cradle to cradle. Re-making the way we make things*, Vintage Publishing, London 2009, s. 125

<sup>47</sup> Rodgers P., Milton A., *Product Design*, Laurence King Publishing, London 2011, s. 176

<sup>48</sup> Thackara J., *Na grzbiecie fali. O projektowaniu w złożonym świecie*, SWPS Academica 2010, s. 151

<sup>49</sup> Siegle L., *Recycle. The Essential Guide*, Black Dog Publishing, London 2010, s. 11

<sup>50</sup> Tamże, s. 12

<sup>51</sup> Sauer C., *Made of... New Materials Sourcebook for Architecture and Design*, Die Gestalten Verlag, Berlin 2010, s. 193

<sup>52</sup> Siegle L., *Recycle. The Essential Guide*, Black Dog Publishing, London 2010, s. 21

<sup>53</sup> Płonka M., *Etyka w modzie, czyli CSR w przemyśle odzieżowym*, Mskpu 2013, s. 12

<sup>54</sup> Tamże

<sup>55</sup> Tamże, s. 20

<sup>56</sup> Tamże, s. 30

<sup>57</sup> Thackara J., *Na grzbiecie fali. O projektowaniu w złożonym świecie*, SWPS Academica 2010, s. 171

<sup>58</sup> Brown S., *Eco Fashion*, Laurence King Publishing, London 2010, s. 11

<sup>59</sup> [on-line] <http://sjp.pwn.pl>; data dostępu: czerwiec 2015