

# CYKL – sposoby na zrównoważone wykorzystanie materiałów stosowanych na wydziałach architektury

## Rafał Strojny

<https://orcid.org/0000-0002-2451-9152>  
[r.strojny@pollub.pl](mailto:r.strojny@pollub.pl)

*Katedra Architektury, Urbanistyki i Planowania Przestrzennego,  
Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska*

## Dominika Małys

<https://orcid.org/0009-0001-7682-4853>

*Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska*

## Marta Wachowska

<https://orcid.org/0009-0001-4329-1958>

*Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska*

---

**Streszczenie:** W dobie cyfryzacji oraz zmian klimatycznych ważne jest zrównoważone podejście do zarządzania materiałami – w tym przypadku wykorzystywanymi na wydziałach architektury. Celem badań była próba znalezienia zrównoważonych metod wykorzystania papieru i tektury przez studentów architektury, a także zwiększenie świadomości od najmłodszych lat. W badaniach wykorzystano technikę wywiadu pogłębionego, metodę badań ilościowych i statystycznych, heurystyczną oraz eksperymentalną. Na podstawie badań oszacowano, iż przez okres pięciu lat studiów architektonicznych zużywa się papier i tekturę w ilości wymagającej do ich produkcji wycięcia ponad 600 drzew. Podejście eksperymentalne obejmowało warsztaty i „burzę mózgów” podczas których studenci rozpatrywali sposoby bardziej zrównoważonego wykorzystania danych materiałów. Efektem tych rozważań jest wystawa CYKL otwarta 10 stycznia 2023 roku na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej przez Koło Naukowe Architektury i Budownictwa Ekologicznego „Archinature”. Obejmuje ona instalacje inżynierskie, architektoniczne i artystyczne przedstawiające w nieszablony sposób cykl produkcji papieru, cykl jego „życia” oraz przejście do ery cyfrowej w projektowaniu architektonicznym. Wystawę poprzedzały warsztaty dla dzieci ze szkoły podstawowej, które miały czynny wkład w budowę części instalacji. W związku z tym zaproponowano metody na zrównoważone podejście do materiałów wykorzystywanych na wydziałach architektury.

**Słowa kluczowe:** zrównoważone wykorzystanie materiałów, cykl, metody wykorzystania papieru

---

## Wprowadzenie

Studenci wydziałów architektury od pierwszych lat studiów rozpoczynają swoją przygodę z architekturą od rysowania, a następnie rozwijania wyobraźni poprzez tworzenie form przestrzennych, gdzie ich głównym budulcem jest papier i tektura. Pierwsze pomysły studenci, a później architektki, przelewają na papier. To na ich podstawie powstają niezwykle projekty, a niekiedy rewolucyjne idee odmieniające architekturę.

Prace studenckie w formie plansz, makiet oraz materiałów prezentacyjnych w ramach projektów po kilku latach w dużej części przeznaczane są do utylizacji. W związku z tym narodził się pomysł ich ponownego

wykorzystania. W tym celu 10 stycznia 2023 roku otwarto wystawę CYKL na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej, na której przedstawiono instalacje artystyczne, architektoniczne oraz inżynierskie przedstawiające główną ideą jaką jest wieloetapowość. Członkowie Koła Architektury i Budownictwa Ekologicznego „Archinature” w artystyczny sposób przedstawili na wystawie cykl produkcyjny papieru będącego głównym materiałem warsztatowym studentów architektury. Część instalacji powstała podczas warsztatów z dziećmi z wybranych szkół, co miało na celu szerzenie świadomości ekologicznej od najmłodszych lat.

Wystawa była graficznym i artystycznym przedstawieniem badań na temat wykorzystania papieru na wydziałach architektury. Głównymi celami badań było:

- Próba znalezienia zrównoważonych metod wykorzystania materiałów stosowanych przez studentów architektury i budownictwa, pierwotnie przeznaczonych do utylizacji,
- Uzyskanie równowagi pomiędzy tradycyjnymi oraz cyfrowymi metodami opracowania i prezentowania projektów studenckich,
- Zwiększenie świadomości na temat zrównoważonego wykorzystania materiałów.

## Stan badań

Niekonwencjonalne wykorzystanie papieru i tektury jest przedmiotem badań wielu naukowców w ostatnich latach. Jerzy Łątka jest autorem książki o papierze, jego właściwościach oraz sposobach na jego wykorzystanie w architekturze<sup>1</sup>. W innych publikacjach porusza on tematykę między innymi: papieru i tektury jako innowacyjnego materiału w konstrukcjach architektonicznych<sup>2</sup>, obiektach użytkowych<sup>3</sup> oraz przegród wewnętrznych i wytworów artystycznych wykonanych z materiałów pochodzenia celulozowego<sup>4</sup>. Papier jest także przedmiotem badań w kontekście jego właściwości jako budulca w architekturze<sup>5</sup>, budowy tymczasowego pawilonu<sup>6, 7</sup>, użycia go jako materiału do wykonywania papierowych przegród budowlanych w architekturze półtrwałej<sup>8</sup> oraz tekturowych elementów dźwiękochłonnych i izolacyjnych<sup>9</sup>. W innych publikacjach o podobnej tematyce poruszono także temat biodegradowalnych metod impregnacji tektury stosowanej jako materiału budowlanego<sup>10</sup>, prototypowych obiektów wykorzystywanych w przypadku wystąpienia klęsk żywiołowych<sup>11</sup> oraz budowy prefabrykowanych tekturowych elementów<sup>12</sup>.

Zrównoważony rozwój jest tematem niezwykle aktualnym w kontekście zmiany podejścia do środowiska oraz bardziej odpowiedzialnego wykorzystywania surowców. Z tematyką tą związane są między innymi publikacje o zrównoważonym rozwoju a globalnych dobrach publicznych<sup>13</sup>, idei zrównoważenia i jej przejawach<sup>14</sup>

1 J. Łątka, *Paper in architecture. Research by Design, Engineering and Prototyping*, Wydawca: abe.tudelft.nl, 2017, ISSN 2212-3202.

2 J. Łątka, *Archi-Tecture: Paper-based components as innovative material in architectural structures*, „Przegląd Papierniczy”, nr 12, 2014, s. 740–746.

3 J. Łątka, *Papierowy design Cz. 1. Studia przypadków obiektów użytkowych wykonanych z materiałów pochodzenia celulozowego*, „Przegląd Papierniczy”, nr 73(1), 2017, s. 45–50.

4 J. Łątka, *Papierowy design Cz. 2. Studia przypadków przegród wewnętrznych oraz wytworów artystycznych wykonanych z materiałów pochodzenia celulozowego*, „Przegląd Papierniczy”, nr 73(2), 2017, s. 63–68.

5 J. Łątka & inni, *Properties of paper-based products as a building material in architecture – An interdisciplinary review*, „Journal of Building Engineering”, vol. 50:104135, 2022.

6 J. Łątka, M. Świąciak, *The Obverse/Reverse Pavilion: An Example of a Form-Finding Design of Temporary, Low-Cost, and Eco-Friendly Structure*, „Buildings”, vol. 11(6), 2021, s. 226.

7 N. A. Megahed, *Origami Folding and its Potential for Architecture Students*, „The Design Journal”, vol. 20(2), 2017, s. 279–297.

8 A. Jasiołek, J. Łątka, M. Brzezicki, *Comparative Analysis of Paper-based Building Envelopes for Semi-permanent Architecture. Original Proposals and Suggestions for Designers*, „Journal of Façade Design and Engineering”, vol. 9(2), 2021, s. 47–72.

9 S. Secchi, F. Asdrubali, G. Cellai, E. Nannipieri, A. Rotili, I. Vannucchi, *Experimental and environmental analysis of new sound-absorbing and insulating elements in recycled cardboard*, „Journal of Building Engineering”, vol. 5, 2016, s. 1–12.

10 A. Jasiołek, J. Łątka, M. Brzezicki, *Biodegradable methods of impregnating paperboard for its use as a building material*, „International Journal of Sustainable Engineering”, vol. 14(1), 2021, s. 1–9.

11 M. Morales-Beltran, P. Eigenraam, J. Łątka, *Paper-based water tower for post-disaster emergency scenarios*, [w] *Advances in Engineering Materials. Structures and Systems: Innovations, Mechanics and Applications*, A. Zingoni (Ed.), London: CRC Press, 2020.

12 V. Sapienza, G. Rodono, A. Monteleone, S. Calvagna, *ICARO-Innovative Cardboard Architecture Object: Sustainable Building Technology for Multipurpose Micro-Architecture*, „Sustainability”, vol. 14(23):16099, 2022.

13 E. Latoszek, (Ed.), M. Proczek, (Ed.), M. Krukowska (Ed.), *Zrównoważony rozwój a globalne dobra publiczne w teorii i praktyce organizacji międzynarodowych*, Wydawca: Elipsa, Warszawa 2016.

14 A. Bać, *Idea of sustainability and its chosen manifestations*, „Architectus”, vol. 2(38), 2014.

oraz zarządzanie cyklem życia<sup>15</sup>. Podobna tematyka badawcza została poruszona także w kontekście gospodarki odpadami w instytucjach szkolnictwa wyższego<sup>16</sup>, potencjału odzysku papieru w jego cyklu życia<sup>17</sup> oraz recyklingu papieru<sup>18</sup>. Istnieją także publikacje związane z różnymi aspektami cyklu życia papieru<sup>19</sup> oraz podejściu opartym na gospodarce o obiegu zamkniętym do wykorzystania tektury w zrównoważonym budownictwie<sup>20</sup>.

Nie znaleziono badań dotyczących zrównoważonego wykorzystania materiałów wykorzystywanych na wydziałach architektury. Jest to przykład szczególny, gdyż przez wszystkie lata studiów, papier oraz tektura jest głównym materiałem wykorzystywanym przez studentów architektury. Poszukiwanie sposobów na zmianę podejścia na bardziej ekologiczne w kontekście maksymalnego wykorzystania papieru i tektury w oparciu o obieg zamknięty stanowiło przyczynek do przeprowadzenia badań przedstawionych w niniejszym artykule.

## Metodologia

Badania przedstawione w artykule podzielone zostały na trzy następujące po sobie etapy. Pierwszy krok obejmował wywiad pogłębiony. Przeprowadzono rozmowy ze studentami architektury reprezentującymi poszczególne roczniki (na studiach I oraz II stopnia, grupa 50 studentów) oraz kadrą (10 pracowników Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej). Rozmowy dotyczyły między innymi tego, w jaki sposób papier, tektura oraz podobne materiały są wykorzystywane w ciągu pięciu lat studiów, czy są używane ponownie oraz jakie byłyby potencjalne nowe metody na ich zrównoważone wykorzystanie.

Drugi etap obejmował metodę badań ilościowych i statystycznych. Polegał on na oszacowaniu ile papieru, tektury oraz podobnych materiałów jest wykorzystywanych w poszczególnych latach studiów, jaka ich część jest wykorzystywana ponownie, a jaka jest przeznaczona do utylizacji (oraz po jakim czasie). Dokonano także przeliczenia otrzymanego wyniku na ilość drzew przeznaczonych do produkcji potrzebnej liczby materiałów.

Ostatni etap obejmował podejście eksperymentalne oraz metody heurystyczne z zastosowaniem technik badawczych w postaci warsztatów i „burzy mózgów”. W pierwszej kolejności zebrano wszystkie materiały przeznaczone do utylizacji (makiety, plansze, materiały prezentacyjne, projekty etc.). Następnie grupa 25 studentów będących członkami Koła Architektury i Budownictwa Ekologicznego „Archinature” (Politechnika Lubelska) podczas warsztatów szukała pomysłów na to w jaki sposób wykorzystać ponownie te materiały. Opracowano sześć instalacji architektonicznych, artystycznych oraz inżynierskich o określonej symbolice, które zaprezentowano na wystawie w styczniu 2023 roku. Zbudowane przez studentów instalacje miały na celu uświadomienie zakresu i skali problemu oraz edukację społeczeństwa na temat sposobów niekonwencjonalnego wykorzystania materiałów, takich jak papier czy tektura, w celu osiągnięcia ich pełnego wykorzystania w obiegu zamkniętym. Etap ten był najbardziej czasochłonny i obejmował największy zakres prac. Angażował zarówno studentów, dzieci z zaproszonej szkoły, jak i pracowników Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej.

## Rezultaty – zużycie papieru i tektury przez studentów architektury

Funkcjonowanie uczelni wiąże się ze zużyciem ogromnej ilości wytworów papierniczych<sup>21</sup>. Podczas przygotowywania statystyk przeanalizowano liczbę studentów na kierunku architektura na Politechnice Lubelskiej oraz

15 S. Tkaczyk, J. Kuzincow, *Zarządzanie cyklem życia jako narzędzie zrównoważonego rozwoju*, [w] *Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Zrównoważony rozwój organizacji – odpowiedzialność środowiskowa*, T. Borys (Ed.), B. Bartniczak (Ed.), M. Ptak (Ed.), 2015, nr 377, s. 82–102.

16 E. Fagnani, J. R. Guimaraes, *Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model*, „*Journal of Cleaner Production*”, vol. 147, 2017, s. 108–118.

17 S. van Ewijk, J. Young Park, M. R. Chertow, *Quantifying the system-wide recovery potential of waste in the global paper life cycle*, „*Resources, Conservation and Recycling*”, vol. 134, 2018, s. 48–60.

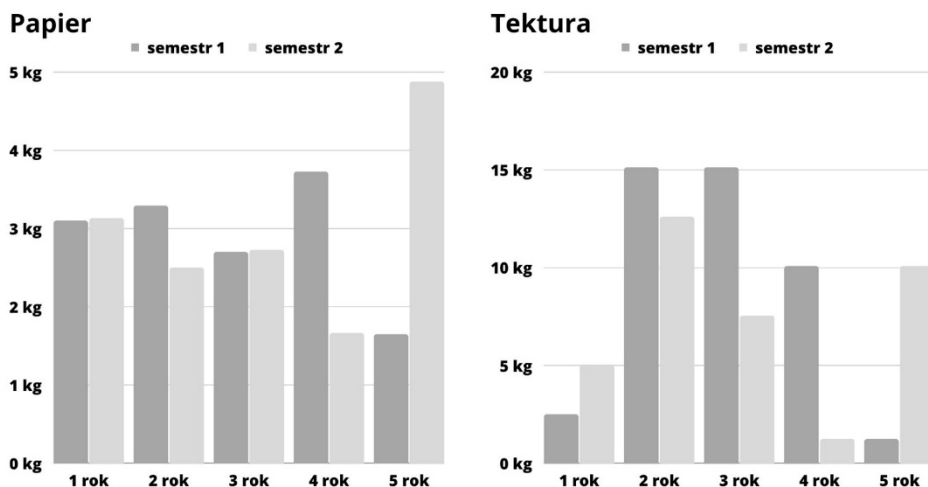
18 I. B. Mirkovic, I. Majnaric, Z. Bolanca, *Ecological Sustainability and Waste Paper Recycling*, „*Procedia Engineering*”, vol. 100, 2015, s. 177–186.

19 K. Godlewska, *Wybrane aspekty cyklu życia papieru*, „*Przegląd Papierniczy*”, nr 65(11), 2009, s. 653–654.

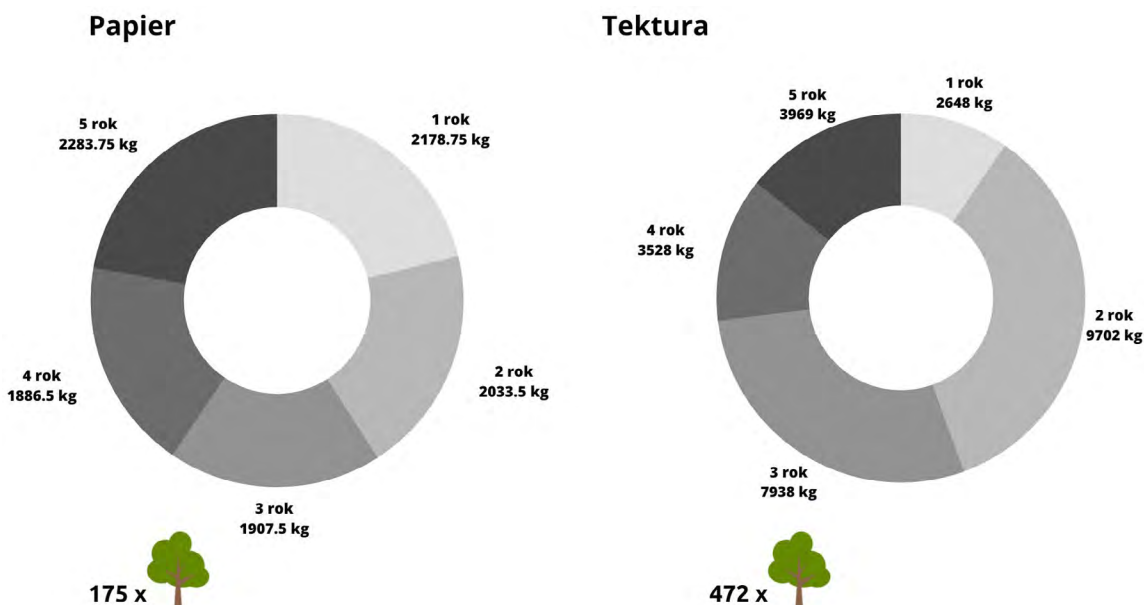
20 S. Venkatesan, M. Afroz, S. Navaratnam, R. Gravina, *Circular-Economy-Based Approach to Utilizing Cardboard in Sustainable Building Construction*, „*Buildings*”, vol. 13(1), 2023, s. 181.

21 A. Lewandowska, *Gospodarowanie papierem na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu. Kontekst środowiskowy, zadania i zasady 2021–2024*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2021, s. 3.

program omawianych studiów. Przyjęto średnio 70 studentów na każdy semestr nauki, czyli 250 studentów na całym wydziale.



**Ryc. 1.** Wykres przedstawiający średnie zużycie papieru oraz tektury w przeliczeniu na jednego studenta architektury podczas poszczególnych semestrów studiów. Oprac.: autorzy



**Ryc. 2.** Wykres przedstawiający średnie zużycie papieru oraz tektury w przeliczeniu na wszystkich studentów jednego roku architektury podczas poszczególnych lat studiów. Oprac.: autorzy

Analizując zużycie papieru na przykładzie Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej widoczne jest jego duże zużycie w szczególności na początkowych etapach studiów (Ryc. 1). Jest to związane z przedmiotami kierunkowymi obejmującymi przedmioty modelarskie, rysunkowe oraz projektowe podczas których nie stosuje się metod cyfrowych. Od drugiego roku przedmioty na kierunku architektura sukcesywnie obejmują coraz więcej kursów związanych z cyfrowymi metodami projektowania. Są to na przykład zajęcia związane z nauką programów Archicad i Revit. Na tym etapie studiów studenci zdobywając wiedzę z zakresu danych programów i wykonują kolejne projekty przechodząc z formy papierowej do cyfrowej. Przekłada się to

na mniejszą liczbę zużytego papieru zwłaszcza na trzecim i czwartym roku studiów. Największe zużycie papieru generują semestry obejmujące obronę pracy dyplomowej.

Przy przejściu z form papierowych do cyfrowych równocześnie zwiększa się zużycie tektury od drugiego roku studiów (Ryc. 1). Jest to związane z faktem, iż pomimo opracowywania projektów cyfrowo, studenci przygotowują fizyczne modele zaprojektowanych obiektów. Studia na kierunku architektura obejmują tworzenie makiet architektonicznych i urbanistycznych. W przypadku kursów związanych z projektowaniem urbanistycznym, studenci przygotowują nie tylko makiety końcowej wersji projektu, ale także podczas semestru pracują na makietach roboczych. W przypadku projektowania dużych obszarów miejskich jest to bardzo dobra metoda rozwijania kreatywności, która ułatwia tworzenie projektu z wycuciem skali obszaru i zabudowy.

Przyjmuje się, że na produkcję tony papieru potrzebne jest 17 drzew<sup>22</sup>. Zużycie papieru podczas studiów na kierunku architektura w przeliczeniu na wszystkich studentów to tysiące kilogramów makulatury (Ryc. 2). Na przykładzie analizowanych danych o zużyciu papieru obliczono, że przez okres 5 lat studiów wszyscy studenci zużywają ilość makulatury odpowiadającą około 175 drzewom. Zużycie tektury jest znacznie większe. W przeliczeniu jest to ilość odpowiadająca około 472 drzewom.

## Pierwsze kroki

Pierwszy etap pracy nad wystawą obejmowała miesięczna zbiórka makiet przeprowadzona na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej. Akcja pod nazwą „Makieta Poszukiwana” pozwoliła studentom pozbyć się w sposób zrównoważony starych i niepotrzebnych makiet, które miały szansę otrzymać „drugie życie”. Dzięki temu udało pozyskać się około 150 makiet. Dodatkowo zebrano materiały znajdujące się na wydziale, które były przeznaczone do utylizacji. W ten sposób udało się odzyskać niecałe 500 plansz podklejonych do tektury formatu 100×70 cm, które w dalszych etapach posłużyły razem z makietaми do budowy instalacji o nazwie „Makieta”. Plansze odklejono od tektur i wykorzystano do budowy instalacji o nazwie „Las”. Część materiałów obejmujących tekturę oraz elementy pozyskane z makiet przeznaczono dla studentów pierwszego roku architektury, aby mogli je ponownie wykorzystać do budowy makiet na różnego typu przedmiotach projektowych. Udało się także pozyskać około 600 projektów oprawionych w plastikowe skoroszyty, w których znajdowały się rysunki wykonane na papierze oraz na kalkach. Ich ilość odpowiadała około 60 ryzom papieru. Posłużyły one do budowy instalacjom o nazwie „Las”, „Drzewo” i „Kalka”. Do instalacji „Płyta” wykorzystano zebrane z wydziału 800 płyt CD przeznaczonych do utylizacji.



**Ryc. 3.** Początkowe etapy pracy nad organizacją wystawy obejmujące zbiór materiałów przeznaczonych do utylizacji, segregację oraz dobranie ich do poszczególnych instalacji. Fot. autorzy/studenti Koła „Archinature”

22 <https://www.lasy.gov.pl/pl/edukacja/blogi/blog-lesniczego/rolki-papieru-sa-z-walkow-drewna> (dostęp 10.02.2023)

Po zebraniu materiałów na potrzeby wystawy odbył się szereg spotkań studentów Koła „Archinature” na których dyskutowano na temat zużycia papieru, tektury i innych materiałów niezbędnych podczas studiów architektonicznych. Podczas spotkań szukano sposobów jak można byłoby ograniczyć marnowanie tych materiałów poprzez ich ponowne wykorzystanie. Przeprowadzono także rozmowy z wybranymi pracownikami wydziału oraz studentami, aby znaleźć optymalne rozwiązania na zrównoważone wykorzystanie materiałów podczas studiów. W ten sposób wypracowano pomysły na poszczególne instalacje, którym nadano konkretną symbolikę. Instalacje miały na celu przede wszystkim twórcze podejście do tematu i były akcją edukacyjną. Poprzez warsztaty oraz wystawę akcja ta miała zwrócić uwagę na skalę zużycia między innymi papieru i tektury oraz poruszenie dyskusji na temat tego w jaki lepszy sposób możemy uzyskać zamknięty cykl wykorzystania tych materiałów, który ograniczy odpady i będzie bardziej przyjazny środowisku.

## Budowa instalacji

Po zebraniu materiałów przystąpiono do budowy instalacji. Zaczęto od tworzenia instalacji „Drzewa”. Z kartek formatu A4 przeznaczonych do utylizacji stworzono mniejsze arkusze w kształcie kwadratów. Kartki nawleczono na przezroczyste żyłki mocując je klejem na gorąco w różnych odstępach. W ten sposób uzyskano dynamiczną i zwiewną formę mającą symbolizować drzewa.

Instalacja „Kalka” przewidziana została w narożniku holu budynku. Dało to możliwość zawieszenia żyłek na metalowych listwach. Kalki wykorzystane do budowy instalacji zostały odzyskane z prac semestralnych studentów, są to m.in. rysunki techniczne takie jak detale, rzuty przekroje itd. Instalacja ta powstała poprzez nawleczenie kalek różnych formatów (od A4 do A2) na przezroczystą żyłkę. Kolejny etap budowy instalacji obejmował równoległe nakładanie kolejnych warstw kalek. W celu zwiększenia dynamiki instalacji część rysunków zawieszona została wertykalnie. Uzyskano w ten sposób lekką i dynamiczną kompozycję – górna partia instalacji przypomina piętrzące się chmury, a dolna – w swej nieregularności może przypominać wyglądem fale.

Do budowy instalacji „Makieta” wykorzystane zostały mobilne ścianki przeznaczone typowo do prezentacji prac dyplomowych studentów. Pokryte zostały one arkuszami tektury odzyskanej z archiwalnych prac. Następnie na podkładzie z tektury zostały umieszczone makiety tworząc niekonwencjonalną mozaikę. Materiały przeznaczone na budowę tej instalacji zostały zgromadzone dzięki zbiorce poprzedzającej wystawę, są to makiety studentów Wydziału Budownictwa i Architektury przedstawiające „kulisy” pracy studentów architektury w różnej skali. Można tam zobaczyć zarówno duże makiety urbanistyczne przedstawiające układy zabudowy, modele budynków w różnej skali, makiety wnętrz oraz te najmniejsze przedstawiające meble.

Instalacja „Płyta” to ostatni punkt CYKLU. Tę część wystawy tworzą płyty umieszczone rytmicznie na żyłkach rozwieszonych z poziomu sufitu. Ekspozycja składa się z płyt zgromadzonych w trakcie zbiórki przeprowadzonej na Wydziale Budownictwa i Architektury, jak również dzięki współpracy z pracownikami Wydziału, którzy przekazali członkom koła materiały potrzebne do zrealizowania wystawy. Działania te pozwoliły na uniknięcie utylizacji materiałów i pozwoliły na ich ponowne wykorzystanie w nieszablonowy sposób.

Instalacja „Las” otwierająca CYKL została wykonana jako ostatnia, jednak miała szczególne znaczenie, ponieważ jest efektem pracy członków Koła „Archinature” z dziećmi z pobliskiej szkoły podstawowej (Ryc. 5). Bardzo ważne jest szerzenie świadomości ekologicznej od najmłodszych lat z tego względu otwarcie wystawy CYKL poprzedzały warsztaty z dziećmi. Zostały one rozpoczęte panelem dyskusyjnym z gośćmi na temat skali zużycia papieru. Po części edukacyjnej członkowie Koła „Archinature” pokazali dzieciom „warsztat” pracy studentów architektury oraz opowiedzieli jak wygląda ich praca. Następnie odbyła się część warsztatowa podczas której tworzona była kompozycja „Las”.



**Ryc. 4.** Zestawienie przedstawiające kolejne etapy budowy poszczególnych instalacji na potrzeby wystawy CYKL przez studentów Koła „Archinature”. Na górze znajduje się instalacja „Drzewo”, następnie „Kalka”, „Makieta” oraz na dole „Płyta”. Fot. autorzy/studentci Koła „Achinature”



**Ryc. 5.** Warsztaty poprzedzające wystawę CYKL na których dzieci z pobliskiej szkoły podstawowej wraz ze studentami Koła Naukowego „Architecture” wspólnie budowały instalację o nazwie „Las”. Fot. autorzy/studenti Koła „Architecture”

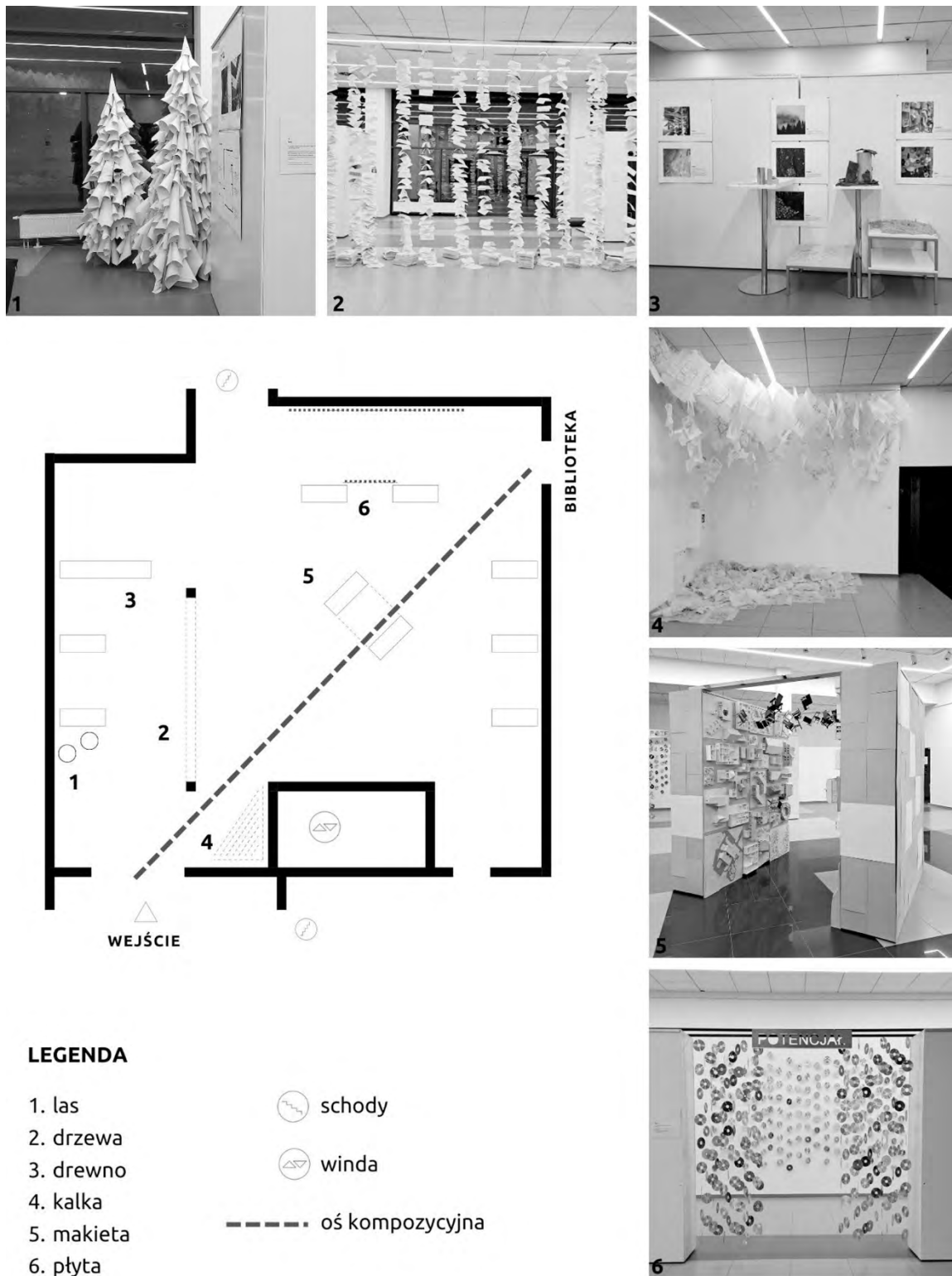
## Wystawa CYKL – forma i symbolika

Członkowie Koła Architektury i Budownictwa Ekologicznego „Architecture” w artystyczny sposób przedstawili cykl produkcyjny papieru, będącego głównym materiałem warsztatowym studentów architektury. Głównym wątkiem oraz budulcem prezentowanych na wystawie instalacji jest papier oraz tektura. CYKL to nie tylko piękne formy przestrzenne, lecz przede wszystkim wystawa skłaniająca do refleksji. Wystawa składa się z sześciu instalacji (Ryc. 6). Każda z nich odzwierciedla pewne etapy. Pierwszy etap to instalacja „Las” otwierająca cykl. Jest ona efektem współpracy studentów z dziećmi i symbolizuje naturalne surowe środowisko nie dotknięte ingerencją człowieka. Jest ona także symbolem edukacji ekologicznej od najmłodszych lat skutkującej poszanowaniem środowiska naturalnego.



Kolejną instalacją są „Drzewa” będące elementami składowymi lasu, z których pozyskuje się drewno do produkcji papieru. Obrazuje ona ogromną ilość drewna wykorzystywanego do produkcji papieru. W swojej bezpośredniej formie skłania odbiorcę do refleksji. Tuż obok znajduje się kompozycja „Drewno”, która przedstawia między innymi produkty powstające przy obróbce drzew i drewna – zręby, korę, trociny. Jej elementem są także surowe elementy drewniane z różnych gatunków drewna. Jest to instalacja sensoryczna, ponieważ



pobudza ona nie tylko zmysł wzroku, ale także dotyku – poprzez kontakt z fakturą drewna, kory i trociny. Pobudza ona także zmysł węchu poprzez unoszący się zapach drewna.



### LEGENDA

- |            |  |
|------------|--|
| 1. las     |  schody |
| 2. drzewa  |  windy  |
| 3. drewno  | ----- oś kompozycyjna  |
| 4. kalka   |  |
| 5. makieta |  |
| 6. płyta   |  |

Ryc. 6. Rzut wystawy CYKL ze zdjęciami instalacji. Oprac. autorzy

Instalacja „Kalka” jest próbą oddania charakteru materiału, cechującego się zwiewnością i transparentnością. Z lekkością jest ona używana często w nadmiarze, choć czasem niepotrzebnie. Każdy student zbiera w ten sposób nad sobą „ślad” – kalki których ponownie nie wykorzysta, przypominające unoszącą się chmurę.

Fizyczne modele projektów to pierwsze praktyczne doświadczenie z konstrukcją studentów architektury<sup>23</sup>. To poprzez makiety studenci architektury rozwijają swoje pomysły, niebanalne formy oraz kompozycje przestrzenne. Instalacja „Makieta” przedstawia zarówno modele architektoniczne, jak i urbanistyczne. Wielkoskalowe makiety są fundamentalnym narzędziem podczas zajęć z projektowania urbanistycznego<sup>24</sup>. Makiety, zebrane podczas miesięcznej zbiórki, tworzą bramę o wysokości ponad dwóch metrów. Nad bramą zawieszono zostały makiety foteli będących ikonami designu. Brama ustawiona została na osi głównego wejścia na Wydział Budownictwa i Architektury oraz wydziałowej biblioteki będącej „skarbnicą” literatury architektonicznej. Jest to ukryty symbol opisywanej konstrukcji.

Instalacja „Płyta” to ostatni punkt wystawy CYKL. Jest to twórcze przedstawienie rozwoju ery digitalizacji. Cyfrowe modele każdego dnia stają się coraz bardziej popularne zarówno na uczelniach, w edukacji, jak i w praktyce<sup>25</sup>. Standardem w obecnych czasach jest opracowywanie projektów cyfrowo. Jeszcze 40 lat temu praca architekta oparta była o kreślenie na papierze na desce kreślarskiej i budowaniu makiet. Około 30 lat temu nowym standardem stał się CAD obejmujący kreślenie 2D, ale już w formie cyfrowej. W ostatnich 10 latach nowym standardem staje się BIM (Building Information Modeling), który oparty jest o pracę na modelach 3D z których generowane są rysunki 2D. Jest to ogromne ułatwienie, ponieważ zapewnia jednocześnie wgląd na bieżąco w reprezentację obiektu w trzech wymiarach, a z drugiej strony po wprowadzeniu zmian uzyskuje się automatyczne zmiany w rysunkach 2D. Jest to rewolucja pracy architekta, która daje nowe możliwości i może wpłynąć ograniczenie zużycia papieru i tektury. W epoce nowoczesnych technologii, papier oraz makieta ewoluują do form cyfrowych, które zamykają CYKL.

## Zrównoważone podejście do materiałów wykorzystywanych na wydziałach architektury

Ze względu na znaczną liczbę zastosowań papieru w trakcie studiów na wydziałach architektury, niemożliwe jest jego całkowite wyeliminowanie. Co więcej, specyfika tego kierunku studiów wpływa na to, że papier jest elementem niezbędnym w procesie edukacji przyszłych architektów. Praca w programach 3D jest podstawą, jednak na etapie studiów, gdy ważne jest rozwijanie umiejętności technicznych, wyobraźni czy wycucia skali, równie ważna jest rysowanie na papierze oraz budowa modeli fizycznych. Mimo to można gospodarować tym budulcem w sposób bardziej zrównoważony wykorzystując go wiele razy, tam gdzie jest to możliwe. Pozwoli to uzyskać zamknięty cykl życia papieru i tektury na wydziałach architektury. W celu jak najlepszego gospodarowania zasobami konieczne jest poszukiwanie rozwiązań, które pozwolą w znacznym stopniu zminimalizować ilość materiałów nieodnawialnych obecnych w procesie nauczania.

Po przeanalizowaniu zasobów wykorzystywanych przez studentów w ramach zajęć zaproponowano następujące rozwiązania pozwalające na zrównoważone wykorzystanie materiałów (Ryc. 7):

1. Ograniczenie ilości makiet. W niektórych projektach ważne są makiety robocze na których studenci rozwijają swoją koncepcję oraz uczą się kształtować bryłę i przestrzeń. Makiety wykonywane na koniec projektu, służące jedynie prezentacji projektu na koniec semestru są bardzo często zbędne – jako, że projekty studenckie są tylko koncepcyjne, makieta fizyczna mogłaby być zastąpiona modelem cyfrowym będącym elementem oddania projektu. Makiety na koniec projektu mogłyby być wymagane jedynie w przypadku prac dyplomowych.
2. Ponowne wykorzystywanie makiet. Wiele materiałów wykorzystywanych w procesie wykonywania makiet może zostać ponownie wykorzystana. Makiety które po kilku latach przeznaczają się do utylizacji

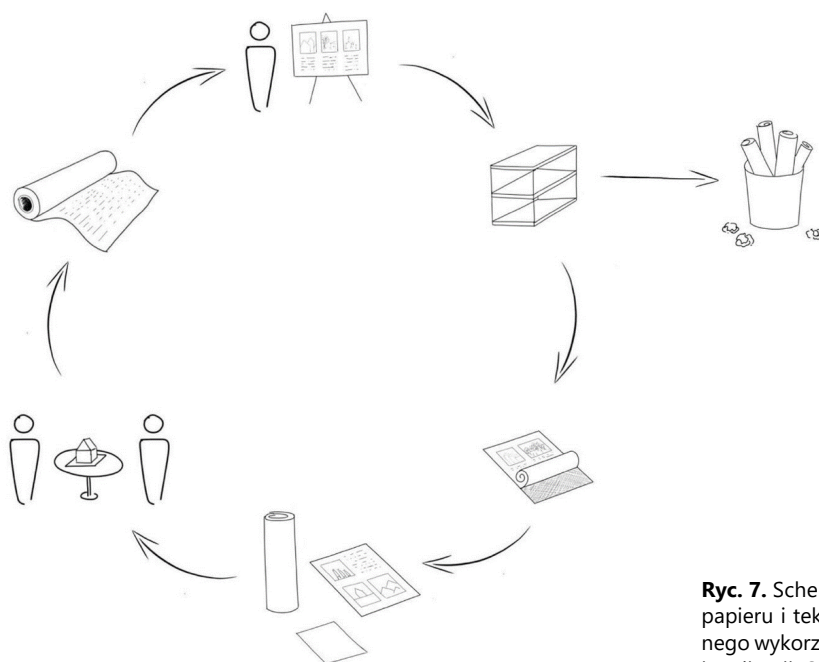
23 S. Acar, *Model Architecture: A Brief History Of Models As A Design Tool*, [w] *Architectural Models as Learning Tools*, J.D. Bekkering (Ed.), G.I. Curulli (Ed.), J.J.P.M. van Hoof (Ed.), Eindhoven University of Technology, 2020, s. 13.

24 F. Micocci, *Model-Making as Tool for Urban Design*, [w] *Architectural Models as Learning Tools*, J.D. Bekkering (Ed.), G.I. Curulli (Ed.), J.J.P.M. van Hoof (Ed.), Eindhoven University of Technology, 2020, s. 90.

25 B. Delikanli, *The Role of Digital Model-Making for Design Education*, [w] *Architectural Models as Learning Tools*, J.D. Bekkering (Ed.), G.I. Curulli (Ed.), J.J.P.M. van Hoof (Ed.), Eindhoven University of Technology, 2020, s. 15.

można przekazać studentom pierwszych lat, aby wykorzystali przynajmniej częściowo niektóre elementy do nowo tworzonych modeli.

3. Ograniczenie zbędnych wydruków. Na studiach architektonicznych większość przedmiotów projektowych obejmuje oddanie projektu lub projektów budynków, wnętrz, przestrzeni publicznych oraz dużych obszarów zabudowanych. Studenci poza pierwszym rokiem, gdy wykonują projekty ręcznie ćwicząc umiejętności techniczne, od drugiego roku studiów wykonują projekty w programach komputerowych 3D. Efektem końcowym są plansze prezentujące różnego typu rysunki i wizualizacje. Zamiast drukować te projekty i podklejać je na tekturę, można byłoby pozostawić je jedynie w wersji cyfrowej. Do wydruku można byłoby wybrać projekty wyróżniające się, które byłyby elementem promującym uczelnię podczas różnych wydarzeń. Taka forma znacząco ograniczyłaby zużycie papieru oraz ułatwiła formę archiwizacji prac studenckich.
4. Ponowne wykorzystanie tektur wykorzystanych do podklejania plansz. Mogą one służyć do wykonywania makiet na pierwszym roku studiów na przedmiotach modelarskich.



**Ryc. 7.** Schemat przedstawiający cykl życia papieru i tektury w przypadku jego ponownego wykorzystania zamiast magazynowania i utylizacji. Oprac. autorzy.

## Podsumowanie i wnioski

Studenci architektury podczas pięcioletniego okresu studiów zużywają ilość papieru i tektury odpowiadającą ponad 600 drzewom koniecznym do wyprodukowania tych materiałów. Jest to duża liczba patrząc w perspektywie długoterminowej. Era cyfrowa oraz rozwój technologii, który zaopatrzył studentów i architektów w nowe programy do projektowania 3D, budowania modeli 3D, wizualizowania oraz projektowania graficznego daje nieograniczone możliwości. Rysowanie na kartce i budowanie modeli fizycznych jest nieodzownym elementem pracy studentów architektury, jednak można ograniczyć ilość materiałów zużywanych do tego. W niektórych przypadkach model cyfrowy pozwala na więcej możliwości kreowania form przestrzennych w szybkim czasie, a w innych lepiej sprawdzi się fizyczny model roboczy. Zdefiniowanie tego czego potrzeba w procesie projektowania podczas studiów oraz jakie mają być efekty końcowe, a także powtórne wykorzystanie części materiałów wykorzystywanych przez studentów pozwolą na bardziej zrównoważone używanie tych materiałów oraz ograniczenie marnowania ich do niezbędnego minimum.

## Literatura

- [1] Łątka J., *Paper in architecture. Research by Design, Engineering and Prototyping*, Wydawca: abe.tudelft.nl, 2017, ISSN 2212-3202.
- [2] Łątka J., *Archi-Tecture: Paper-based components as innovative material in architectural structures*, „Przegląd Papierniczy”, nr 12, 2014, s. 740–746.
- [3] Łątka J., *Papierowy design Cz. 1. Studia przypadków obiektów użytkowych wykonanych z materiałów pochodzenia celulozowego*, „Przegląd Papierniczy”, nr 73(1), 2017, s. 45–50.
- [4] Łątka J., *Papierowy design Cz. 2. Studia przypadków przegród wewnętrznych oraz wytworów artystycznych wykonanych z materiałów pochodzenia celulozowego*, „Przegląd Papierniczy”, nr 73(2), 2017, s. 63–68.
- [5] Łątka J. & inni, *Properties of paper-based products as a building material in architecture – An interdisciplinary review*, „Journal of Building Engineering”, vol. 50:104135, 2022.
- [6] Łątka J., Świąciak M., *The Obverse/Reverse Pavilion: An Example of a Form-Finding Design of Temporary, Low-Cost, and Eco-Friendly Structure*, „Buildings”, vol. 11(6), 2021, s. 226.
- [7] Megahed N. A., *Origami Folding and its Potential for Architecture Students*, „The Design Journal”, vol. 20(2), 2017, s. 279–297.
- [8] Jasiołek A., Łątka J., Brzezicki M., *Comparative Analysis of Paper-based Building Envelopes for Semi-permanent Architecture. Original Proposals and Suggestions for Designers*, „Journal of Façade Design and Engineering”, vol. 9(2), 2021, s. 47–72.
- [9] Secchi S., Asdrubali F., Cellai G., Nannipieri E., Rotili A., Vannucchi I., *Experimental and environmental analysis of new sound-absorbing and insulating elements in recycled cardboard*, „Journal of Building Engineering”, vol. 5, 2016, s. 1–12.
- [10] Jasiołek A., Łątka J., Brzezicki M., *Biodegradable methods of impregnating paperboard for its use as a building material*, „International Journal of Sustainable Engineering”, vol. 14(1), 2021, s. 1–9.
- [11] Morales-Beltran M., Eigenraam P., Łątka J., *Paper-based water tower for post-disaster emergency scenarios*, [w] *Advances in Engineering Materials. Structures and Systems: Innovations, Mechanics and Applications*, A. Zingoni (Ed.), London: CRC Press, 2020.
- [12] Sapienza V., Rodono G., Monteleone A., Calvagna S., *ICARO-Innovative Cardboard Architecture Object: Sustainable Building Technology for Multipurpose Micro-Architecture*, „Sustainability”, vol. 14(23):16099, 2022.
- [13] Latoszek E., (Ed.), Proczek M., (Ed.), Krukowska M. (Ed.), *Zrównoważony rozwój a globalne dobra publiczne w teorii i praktyce organizacji międzynarodowych*, Wydawca: Elipsa, Warszawa 2016.
- [14] Bać A., *Idea of sustainability and its chosen manifestations*, „Architectus”, vol. 2(38), 2014.
- [15] Tkaczyk S., Kuzincow J., *Zarządzanie cyklem życia jako narzędzie zrównoważonego rozwoju*, [w] *Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Zrównoważony rozwój organizacji – odpowiedzialność środowiskowa*, T. Borys (Ed.), B. Bartniczak (Ed.), M. Ptak (Ed.), 2015, nr 377, s. 82–102.
- [16] Fagnani E., Guimaraes J. R., *Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model*, „Journal of Cleaner Production”, vol. 147, 2017, s. 108–118.
- [17] Van Ewijk S., Young Park J., Chertow M. R., *Quantifying the system-wide recovery potential of waste in the global paper life cycle*, „Resources, Conservation and Recycling”, vol. 134, 2018, s. 48–60.
- [18] Mirkovic I.B., Majnaric I., Bolanca Z., *Ecological Sustainability and Waste Paper Recycling*, „Procedia Engineering”, vol. 100, 2015, s. 177–186.
- [19] Godlewska K., *Wybrane aspekty cyklu życia papieru*, „Przegląd Papierniczy”, nr 65(11), 2009, s. 653–654.
- [20] Venkatesan S., Afroz M., Navaratnam S., Gravina R., *Circular-Economy-Based Approach to Utilizing Cardboard in Sustainable Building Construction*, „Buildings”, vol. 13(1), 2023, s. 181.
- [21] Lewandowska A., *Gospodarowanie papierem na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu. Kontekst środowiskowy, zadania i zasady 2021–2024*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2021, s. 3.
- [22] <https://www.lasy.gov.pl/pl/edukacja/blogi/blog-lesniczego/rolki-papieru-sa-z-walkow-drewna> (dostęp 10.02.2023)
- [23] Acar S., *Model Architecture: A Brief History Of Models As A Design Tool*, [w] *Architectural Models as Learning Tools*, J.D. Bekkering (Ed.), G.I. Curulli (Ed.), J.J.P.M. van Hoof (Ed.), Eindhoven University of Technology, 2020, s. 13.
- [24] Micocci F., *Model-Making as Tool for Urban Design*, [w] *Architectural Models as Learning Tools*, J.D. Bekkering (Ed.), G.I. Curulli (Ed.), J.J.P.M. van Hoof (Ed.), Eindhoven University of Technology, 2020, s. 90.
- [25] Delikanli B., *The Role of Digital Model-Making for Design Education*, [w] *Architectural Models as Learning Tools*, J.D. Bekkering (Ed.), G.I. Curulli (Ed.), J.J.P.M. van Hoof (Ed.), Eindhoven University of Technology, 2020, s. 15.

---

## CYCLE – ways to make sustainable use of materials used in the faculties of architecture

---

**Abstract:** In an era of digitization and climate change, it is important to have a sustainable approach to managing materials – in this case, those used in architecture departments. The aim of the research was to find sustainable methods of using paper and cardboard by architecture students, and to raise awareness from an early age. The research used an in-depth interview technique, a quantitative and statistical research method, a heuristic and an experimental method. Based on the research, it was estimated that during the five years of architectural studies, an amount of paper and cardboard consumed requires more than 600 trees to be cut down for their production. The experimental approach included workshops and “brainstorming” during which students considered ways to use the materials in question more sustainably. The result of these considerations is the “CYKL” exhibition opened on January 10, 2023 at the Faculty of Building and Architecture of Lublin University of Technology by the Koło Naukowe Architektury i Budownictwa Ekologicznego “Archinature”. It includes engineering, architectural and artistic installations depicting in an unconventional way the cycle of paper production, the cycle of its “life” and the transition to the digital era in architectural design. The exhibition was preceded by a workshop for elementary school children, who had active input into the construction of some of the installations.

**Keywords:** sustainable use of materials, cycle, methods of using paper

---