

# CZEŚĆ I PART I

---

## PRZESTRZEŃ SPACE

---

**Bartosz Felski**

### TRADYCYJNA ARCHITEKTURA GLINIANA JAKO NARZĘDZIE MITYGACJI ZMIAN KLIMATYCZNYCH.

### STUDIUM PRZYPADKU NA PODSTAWIE HISTORYCZNEJ ZABUDOWY ZAGRODOWEJ Z POŁOWY XIX W.

#### Streszczenie

Niniejszy artykuł jest próbą przedstawienia architektury „low-tech” jako skutecznego narzędzia do regulacji gospodarki emisjami gazów cieplarnianych w przestrzeni zurbanizowanej. W przypadku coraz wyraźniej widocznego kryzysu klimatycznego wydaje się to być rozwiązaniem nie tyle nowatorskim, ale przede wszystkim pożądanym, gdyż przedstawione w *Porozumieniu Paryskim* scenariusze klimatyczne nie są w sposób wystarczający realizowane. Przy precyzyjnym stosowaniu architektury „low-tech”, wrażliwym na kwestie poszanowania dziedzictwa kulturowego oraz aspektu piękna w przestrzeni zurbanizowanej, może być ona skutecznym narzędziem, a nie tylko elementem negatywnie kojarzonej presji antropogenicznej na środowisko naturalne. Opisane w ramach studium przypadku działania z zakresu remontu i przebudowy historycznej, dziewiętnastowiecznej zabudowy mieszkaniowej pokazują zdaniem autora, że możliwe jest zachowanie dziedzictwa kulturowego, czy nawet odtworzenie jego zapomnianego fragmentu, przy jednoczesnym niskim reżimie śladu węglowego inwestycji w całym cyklu jej życia. Takie podejście do zachowania historycznej substancji architektonicznej miast i wsi pozwoli na zastosowanie rewitalizacji jako jednego z instrumentów do (samo)regulacji klimatu<sup>1</sup>.

**Słowa kluczowe:** rewitalizacja, architektura ekologiczna, architektura gliniana, kryzys klimatyczny, ślad węglowy, dziedzictwo, architektura historyczna.

---

<sup>1</sup> W dalszej części artykułu zostanie wykazane, że kompleksowe wyznaczenie śladu węglowego inwestycji, nie tylko w fazie użytkowej może zniwelować niedoszacowanie budżetu węglowego branży budowlanej i jej udziału w całym „długu” klimatycznym.



# TRADITIONAL CLAY ARCHITECTURE AS A TOOL FOR MITIGATION OF CLIMATE CHANGE.

## A CASE STUDY ON THE BASIS OF HISTORICAL RURAL BUILDING FROM THE HALF OF THE XIX C.

### Abstract

This article is an attempt to present "low-tech" architecture as an effective tool for regulating the management of greenhouse gas emissions in urbanized space. In the case of an increasingly visible climate crisis, this seems to be a solution not only innovative, but above all needed, as the climate scenarios presented in the Paris Agreement are not sufficiently implemented. With its precise application, sensitive to the issues of respect for cultural heritage and aspects of beauty in an urbanized space, this architecture can be an effective tool, not only an element of the negatively associated anthropogenic pressure on the natural environment.

In the author's opinion, the activities in the field of renovation and reconstruction of the historic nineteenth-century housing described in the case study show, that it is possible to preserve the cultural heritage, or even restore its forgotten fragment, with a simultaneous low carbon footprint regime throughout its life cycle. Such an approach to preserving the historical architectural substance of cities and villages will allow the use of revitalization as one of the instruments for (self) regulation of the climate.

**Keywords:** revitalization, ecological architecture, clay architecture, climate crisis, carbon footprint, heritage, historical architecture.

### Wstęp

Od wielu lat zmiany klimatyczne związane z nadmierną i niekontrolowaną emisją gazów cieplarnianych były podejmowane w dyskusjach naukowych i publicznych debatach. Niestety, inercja decyzyjna i złożoność zależności ekonomiczno-społecznych skutkują tym, że osiągnięcie zakładanych w uchwalonym w 2015 roku *Porozumieniu Paryskim* celów klimatycznych<sup>2</sup> jest poważnie zagrożone. Aby utrzymać poziom rozchwiania klimatycznego, należy zatrzymać wzrost globalnych średnich temperatur znacznie poniżej 2°C ponad poziom przedindustrialny, a finalnie doprowadzić do ograniczenia wzrostu temperatur do 1,5°C, co zawarto w raporcie Międzyrządowego Panelu ds. Zmiany Klimatu.

Tymczasem, po pięciu latach od podpisania porozumienia, widać jednoznacznie, że utrzymanie ścieżki „1,5 stopnia” jest mało prawdopodobne, przy

---

<sup>2</sup>„Adoption of The Paris Agreement”, Framework Convention on Climate Change, Paryż 2015, s. 4–6.

obecnym scenariuszu pomiędzy RCP6.0 a RCP8.5<sup>3</sup>, którym podążają największe światowe gospodarki. Jak zauważa Malinowski i in.<sup>4</sup> „do 2015 roku w rezultacie szybko rosnących emisji CO<sub>2</sub> podążaliśmy scenariuszem najwyższych rozpatrywanych przez IPCC emisji (scenariusz RCP8.5, określany mianem *Business-as-usual*). W ostatnich trzech latach wskutek spowolnienia tempa wzrostu emisji, podążamy ścieżką leżącą pomiędzy scenariuszem RCP8.5, a kolejnym pod względem sumarycznych emisji RCP6.0”. Współczesna architektura (w tym architektura ekologiczna z zakresu hi-tech) powoduje szacowaną emisję dwutlenku węgla o wielkości ponad 100 gigaton do 2060 roku<sup>5</sup>. Taki poziom wymuszenia radiacyjnego może oznaczać wzrost globalnej temperatury w przedziale 3,2°C–3,7°C.

Sytuacja wydaje się być o tyle złożona i godna uwagi, że szeroko rozumiana branża budowlana (a w niej architektura) jest odpowiedzialna za 41% emisji gazów cieplarnianych z terenu Unii Europejskiej<sup>6</sup>. Na zaistniałą sytuację ma wpływ produkcja cementu i związane z nią ogromne zużycie energii w procesach technologicznych<sup>7</sup>. Adaptacja do potencjalnych zmian klimatycznych prognozowanych w najbliższych kilku dekadach wymagać będzie nie tylko budowy nowej substancji architektonicznej, ale w dużej mierze przebudowy już istniejącej, często historycznej architektury wniesionej w technologii tradycyjnej, będącej elementem dziedzictwa kulturowego regionu, czy nawet kraju, która nie jest obecnie uwzględniana w szacunkach budżetu węglowego<sup>8</sup>. Jak zauważa Mania<sup>9</sup>, 15,3% emisji gazów cieplarnianych jest skutkiem samego tylko użytkowania substancji budowlanej, a więc trend termomodernizacji mającej na celu wzrost efektywności energetycznej budynków będzie stały, również w kontekście przekształceń budynków historycznych. Tu jednak nasuwa się kolejny aspekt związany z bilansem emisji w branży budowlanej – bowiem

---

<sup>3</sup> Fuss S., Canadell J., Peters G. i in., *Betting on negative emissions*, Nature Climate Change 4 (10), 2014, <https://doi.org/10.1038/nclimate2392>, s. 850–853.

<sup>4</sup> <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/porownanie-nastepstw-zmiany-klimatu-306> [dostęp: 03.09.2020].

<sup>5</sup> Pasanen P., Sipari A., Terranova E., Castro R., Bruce-Hyrkäs T., Katasonova A., *The embodied carbon review*, [https://www.oneclicklca.com/wp-content/uploads/2018/12/Embodied\\_Carbon\\_Review\\_2018.pdf](https://www.oneclicklca.com/wp-content/uploads/2018/12/Embodied_Carbon_Review_2018.pdf), s. 15–18 [dostęp: 12.06.2020].

<sup>6</sup> Żurawski J., *Optymalizacja energetyczna istniejących budynków do poziomu nZEB*, <http://architektura.info.pl/2020/01/09/optimalizacja-energetyczna-istniejacych-budynkow-do-poziomu-nzeb/> [dostęp: 10.07.2020].

<sup>7</sup> Kurtz-Orecka K., Cierzniewski P., *Poprawa standardu energetycznego budynków historycznych*, Izolacje 11/12/2014, 2014.

<sup>8</sup> Felski B., *Architecture as a tool for mitigating climate change. Case study on the example of selected project*, V Interdyscyplinarna Akademicka Konferencja Ochrony Środowiska, Gdańsk 2020.

<sup>9</sup> Mania T., *Efektywność energetyczna w rewaloryzacji budynków zabytkowych*, Konferencja Bałtyckiego Klastra Ekoenergetycznego oraz Gdańskiego Klastra Budowlanego nt. „Ekobudownictwo i Energetyka Odnawialna szansą na rozwój regionu pomorskiego w programie Horyzont 2020”, Gdańsk 2013.

pozostałe 25% uwalnianych do atmosfery gazów skutkujących kryzysem klimatycznym związane jest z samym procesem wznoszenia i utylizacji obiektów budowlanych. Znaczący to zatem, że ¼ śladu węglowego jest pochodną wzniesionej wokół nas substancji architektonicznej.

W sferze naukowo-badawczej niewiele jest publikacji traktujących o renowacji i rewitalizacji tradycyjnej substancji architektonicznej<sup>10</sup> wybudowanej w technologii glinianej, natomiast w kwestii związku tradycyjnej architektury wernakularnej, (a w jej ramach właśnie tradycyjnej architektury glinianej) z mitygacją zmian klimatu i adaptacją do nowych warunków, problematyka ta jest niemalże nierozpoznana<sup>11</sup>. Trwała tendencja zanikania tej jakże interesującej tradycji budowlanej jest zatem zagrożeniem dla zachowania fragmentu kultury. Z drugiej zaś strony postępująca wymiana zasobów budowlanych na współczesne, powoduje rosnące obciążenie środowiska i skutkuje zwiększeniem się śladu węglowego.

Mając na uwadze powyższe, w niniejszym artykule autor stara się opisać problematykę szeroko pojętej rewitalizacji (w tym przypadku: przebudowy i remontu) historycznych obiektów glinianych pod kątem wykorzystania ich jako swoistego narzędzia, które z powodzeniem można by stosować do absorpcji i magazynowania CO<sub>2</sub> lub substytuowania cementu jako jednego z głównych czynników globalnego ocieplenia i związanego z nim kryzysu klimatycznego<sup>12</sup>. Co więcej, uratowanie od zapomnienia architektury wernakularnej w aspekcie zachowania jej wartości kulturowych jako elementu dziedzictwa, jest przy współczesnych oczekiwaniach w zakresie adekwatności funkcji i walorów użytkowych nie lada wyzwaniem. Te na pozór przeciwstawne priorytety można ze sobą pogodzić zachowując zarówno wartości historyczne tradycyjnej architektury, a przy tym tworząc nową jakość funkcjonalną, adekwatną do stawianych im wymagań i oczekiwań społecznych. Jak bowiem słusznie zauważają Szymanowska-Gwiżdż i in<sup>13</sup>. projektowana modyfikacja budynków o charakterze zabytkowym, w tym poprawa ich właściwości termicznych, musi dodatkowo uwzględniać postulaty zachowania wartości historycznych i kulturowych. Należy bowiem mieć na uwadze, że rewitalizacja istniejącej substancji architektonicznej – zwłaszcza tej cennej pod względem historycznym, jest procesem obciążony ogromnym ryzykiem. O ile obiekty objęte ścisłą ochroną konserwatorską znajdują się pod profesjonalnym nadzorem i pieczą, o tyle niedoceniane dziedzictwo w postaci budynków zawartych w gminnych rejestrach zabytków

---

<sup>10</sup> Wise F., Moncaster A., Jones D., Dewberry E., *Considering embodied energy and carbon in heritage buildings – a review*, „Towards SBE: from Policy to Practice”, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 329 (2019) 012002, s. 4.

<sup>11</sup> Ibidem s. 4, 5.

<sup>12</sup> Artykuł powstał w ramach prowadzonego projektu badawczego „Architecture as a mitigation tool in climate change”.

<sup>13</sup> Szymanowska-Gwiżdż A., Orlik-Koźdź B., Krause P., Steidl T., *Zmiana zawilgocenia przegród budynkowa) historycznych przy zadanych warunkach klimatu zewnętrznego*, JCEEA, t. XXXIII, z. 63 (4/16), październik–grudzień 2016, s. 590.

lub nie objęte ochroną w ogóle, znajduje się często w sytuacji wręcz dramatycznej. Z jednej strony substancja zdegradowana o niskich walorach użytkowych, bez ingerencji i przeprowadzenia modernizacji (w tym termomodernizacji) przestanie być atrakcyjna w kontekście społecznym i spodziewać się można, że użytkowana przez inwestorów o niskich zasobach finansowych stosunkowo szybko ulegnie śmierci moralnej, a następnie degradacji technicznej<sup>14</sup>. Z drugiej zaś strony, źle przeprowadzona modernizacja skutkować będzie utratą autentyczności i walorów zabytkowych, a co się z tym wiąże – również spadkiem ich atrakcyjności w aspekcie społecznym. Tak stworzona w ramach działania inwestycyjnego „nowa – stara” architektura po krótkim okresie akceptacji będącej wynikiem profitów płynących z termomodernizacji, staje się po prostu architekturą banalną, pozbawioną cech indywidualnych, tak utożsamianych z zabytkiem; następuje śmierć moralna budynku. Co więcej, nieumiejętne (przeważnie tanie) wykonanie modernizacji budynku historycznego doprowadzić może w szybkim czasie również do śmierci technicznej. Widać to zwłaszcza przy remontach obiektów wznoszonych w technologii szkieletu drewnianego z wypełnieniem elementami murowanymi, gdzie na styku różnych materiałów budowlanych istnieje ryzyko niekorzystnej kompensacji wilgoci w przegrodzie<sup>15</sup>, a starzenie się konstrukcji drewnianej powoduje nieszczelności, których skutkiem jest zaburzony bilans ciepło-wilgotnościowy.

## **1. Tradycyjna architektura gliniana – charakterystyka stanu istniejącego**

Historyczne budownictwo w Polsce kojarzone jest przeważnie z architekturą ceglana i kamienną (w zależności od rejonu, w którym powstawała i związanym z nim zasobów budulca) oraz z architekturą drewnianą jako ogólnonarodowym dziedzictwem (ze względu na stopień zalesienia i prostotę obróbki drewno było dość powszechnym materiałem budowlanym). Jak słusznie zauważa Szewczyk<sup>16</sup> dominacja drewna w budownictwie ludowym i architekturze większości miasteczek, zwłaszcza na wschodzie kraju jest mocno zauważalna, a wpłynęła na nią malowniczość wiejskich i miejskich domów drewnianych. Historyczna architektura kamienna i ceglana jest zaś na tyle spektakularna, że odcisnęła swoje piętno w dokumentach historycznych, opisujących ówczesne życie społeczne i sakralne. Zdecydowanie inaczej jest w kwestii budownictwa ludowego, związanego ściśle z funkcją mieszkaniową i budownictwem zagrodowym. Jak zauważa Szewczyk<sup>17</sup> można je podzielić „na architekturę reprezentowaną przez wytwory wykształconego twórczego umysłu architekta i bu-

---

<sup>14</sup> Świątek L., *Formuła evergreen leasing w budownictwie mieszkaniowym – trend w projektowaniu zrównoważonym i zarządzaniu nieruchomościami*, „Studia i Prace” 45/1, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 2016.

<sup>15</sup> Szymanowska-Gwiżdż A., Orlik-Koźdźoń B., Krause P., Steidl T., *Zmiana zawilgoceń...*, op. cit. s. 590, 594.

<sup>16</sup> Szewczyk J., *Budownictwo z gliny w dawnej polskiej literaturze technicznej*, ARCHITECTURAE et ARTIBUS, 1/2009, Białystok, s. 85.

<sup>17</sup> Ibidem s. 84.

downictwo pozostające raczej w sferze kultury materialnej, której wytwory kreują użytkownicy-niearchitekci. Jednakże w terminologii międzynarodowej obie sfery zaliczane są obecnie do architektury, w tym drugim przypadku z przymiotnikiem: wernakularna”. Budownictwo gliniane na tle wspomnianej architektury sakralnej i obronnej, jak również wiejskiego budownictwa drewnianego nie wydaje się być tak spektakularnym, pozostając tym samym w cieniu głównego nurtu architektury. Niewątpliwie wpłynęło to na stosunkowo skromne jej udokumentowanie w kontekście technik i tradycji budowlanej oraz wiedzy naukowej. To zdecydowanie dziedzictwo nieodkryte i niedoceniane, a niestety ginące.

Pierwsze podręczniki traktujące w sposób techniczny o wznoszeniu budynków z gliny datowane są na drugą połowę XVIII wieku. Pierwsze polskie publikacje dotyczące budownictwa z gliny to *Dzieła ekonomiczno-patryotyczne*<sup>18</sup> z 1774 roku i *Budowanie wiejskie dziedzicom dóbr y possessorom, toż wszystkim, iakżkolwiek zwierzchność po wsiach y miasteczkach r. maiącym, do uwagi y praktyki podane* Piotra Świtkowskiego z 1782r<sup>19</sup>. To o tyle zaskakujące, że do połowy XX wieku dużą część zasobów budowlanych Polski stanowiły budynki wzniesione z niewypalanej gliny<sup>20</sup>, a dopiero połowa XX wieku okazała się okresem masowej likwidacji tego typu architektury i zastępowania jej współczesną, murowaną i prefabrykowaną substancją mieszkaniową. Co więcej, współcześnie szacuje się, że 30%, a w krajach rozwijających się połowa światowych zasobów mieszkaniowych to właśnie obiekty wzniesione z niewypalanej gliny<sup>21</sup>.

Z punktu widzenia historii architektury w udokumentowane przykłady techniki budownictwa glinianego najobszerniej obfituje wiek XVIII, gdzie w ówczesnej literaturze przedmiotu pojawia się konstrukcja z ubijanej ziemi<sup>22</sup>, konstrukcja szkieletowo-ryglowa z wypełnieniem „surówką”<sup>23</sup> lub szachulcem (pochodną jest tzw. mur pruski, będący odpowiedzią na potrzebę ochrony

---

<sup>18</sup> Aigner P., *Budownictwo wiejskie z cegły glino-suszzonej*, Drukarnia Piotra Zawadzkiego, Warszawa 1791 (reprint: Artys, Warszawa 1978).

<sup>19</sup> Cykalewicz Tymbalska A., Cykalewicz M., Cykalewicz T., Witek W., *Przewodnik po lokalnej tradycji architektonicznej Puszczy Drawskiej*, Drawno 2013, s. 89; <https://dbc.wroc.pl/dlibra/publication/26639/edition/24086/content> [dostęp:04.10.2020].

<sup>20</sup> Wg niektórych źródeł w okolicach Kartuz z gliny zbudowane było 50% budynków, a na pograniczu Wielkopolski i Kujaw (pow. kolski i mieszkowski) ponad 70%.

<sup>21</sup> Minke G., *Podręcznik budowania z gliny*, tłum. Bieliński Z., Fundacja Cohabitat, Łódź, 2015, s.15.

<sup>22</sup> Termin „Pisé” pochodzi z języka francuskiego i oznacza „glinobitkę”, czyli ubijaną – zagęszczaną drewnianymi deszczułkami surową, niewypalaną glinę.

<sup>23</sup> Surówką nazywano surową glinę, która w ścianie podlegała wyłącznie procesom fizycznym (wysychanie). Surówkę czasami wzbogacano o sieczkę słomianą, igliwie („surówka kolcata”) lub inne materiały pochodzenia organicznego.

przeciwpożarowej w ówczesnej tkance miejskiej) oraz mur z surowej cegły<sup>24</sup>. Dość ciekawym sposobem budowania jest również spotykana często na obszarze Kaszub i Pomorza oraz Pomorza Zachodniego<sup>25</sup> technika budownictwa strychulcowego (szkielet z płycinami wypełnionymi strychułami, czyli „warkoczami” z żytniej słomy na drewnianych żerdkach [Fot.1]. Takie warkocze żytniej słomy moczone były w glinianym zaczynie i oblepiane następnie gliną zbrojoną wrzosami, plewami, igliwem lub nawet bydłą sierścią).

**Fotografia 1.** Strychulcowe wypełnienie z „warkorzy” – wyplatanie z łoży.



Źródło: Fotografia Autora.

Strychulcowa metoda wypełniania płycin międzyryglowych jest zresztą jedną z najstarszych technik wznoszenia budynków, a przy tym dość efektywną jak na tamte czasy pod względem izolacyjności cieplnej; choć problematyka fizyki budowli nie była wówczas brana pod uwagę (a przynajmniej nie ma zapisów świadczących o tym), to jednak cieplejsza ściana niewątpliwie miała swoje

---

<sup>24</sup> Szewczyk J., *Budownictwo...*, op. cit. s. 85.

<sup>25</sup> Cykalewicz Tymbalska A., Cykalewicz M., Cykalewicz T., Witek W., *Przewodnik po lokalnej tradycji ...*, op. cit. s. 60, 67, 78.

zalety<sup>26</sup>. Choć technik wznoszenia budowli glinianych jest dużo więcej, to te właśnie zdaniem autora są najbardziej interesujące, a wiele z nich zachowało się do dnia dzisiejszego (co ciekawe, glina jako materiał pochodzenia mineralnego nie ulega korozji biologicznej jak drewno, a że często budynki te powstawały jako zasób mieszkaniowy biednej części społeczeństwa, to i potencjał do ich wymiany na nowe był przez długi czas nikły). Obecnie z racji ich stanu technicznego i zbliżającej się nieubłaganej śmierci moralnej i technicznej, ich rewitalizacja wydaje się być zagadnieniem niezmiernie istotnym w kwestii zachowania dziedzictwa i tradycji budownictwa ludowego. Gлина jest materiałem budowlanym o jednym z najniższych parametrów energii wbudowanej i najniższym śladzie węglowym<sup>27</sup>. Z punktu widzenia problematyki niniejszego artykułu – również mitygacja zmian klimatycznych jest istotnym atrybutem architektury glinianej.

Gwałtowny rozwój techniki budowlanej, jak również obowiązujące aktualne normatywy powodują, że mało kto współcześnie podejmuje się remontu historycznych budynków glinianych tradycyjnymi metodami. To dość znamienne, gdyż współcześnie budownictwo gliniane, jako jedna z najbardziej zrównoważonych technologii szeroko pojętego nurtu architektury ekologicznej przeżywa swoisty renesans<sup>28</sup>, choć budownictwo to coraz mniej ma wspólnego z jej historycznym odpowiednikiem. Paradoks ten jest o tyle wytłumaczalny, że historyczne obiekty budownictwa ludowego obciążone są wieloma specyficznymi właściwościami, które nie zawsze są adekwatne z punktu widzenia współczesnych wymogów prawnych. Poza tym, budownictwo ludowe rzadko znajduje się w centrum zainteresowania inwestorów ze względu na stan techniczny, otoczenie i - co rzadko jest poruszane, ze względu na mankamenty niematerialne jakimi są kontekst, najbliższe sąsiedztwo i związane z nim problemy społeczne oraz recesja „przypisana” do głębokiej wsi. To niestety spuścizna „popegeerowskiego” modelu funkcjonowania wsi, który do tej pory generuje szereg deficytów we wspomnianych obszarach problemowych.

Z tego właśnie względu brakuje na rynku budowlanym specjalistów zajmujących się tradycyjnym budownictwem glinianym. Efektem tego jest powolna, aczkolwiek stała tendencja zanikania tej jakże interesującej tradycji budowlanej.

---

<sup>26</sup> Niewierowicz M., *Wznoszenie budynków z gliny. Poradnik według metody M. Niewierowicza z 44 szczegółowymi tablicami*, Wilno 1930 (reprint: Wydawnictwo GÓRNOLESIE, Milanówek 2014) s.5–12.

<sup>27</sup> Hammond G.P., Jones C.I., 2008, *Embodied Energy and carbon in construction materials*, Proc. Instn Civil. Engrs: Energy, in press; Kamieniarz M., *Nowe rozwiązania z zakresu wznoszenia domów z gliny*, „Architektura. Czasopismo techniczne” 8-A/2010, zeszyt 18, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010, s. 283.

<sup>28</sup> Ibidem, s. 288.



## 2. Architektura jako narzędzie do szacowania śladu węglowego i mityzacji zmian klimatycznych w cyklu życia budynku

Architektura to nie tylko element kompozycji służący zapewnieniu ładu przestrzennego w otoczeniu człowieka. Budownictwo – zwłaszcza mieszkaniowe, to nie tylko użyteczne zapewnienie podstawowych potrzeb społecznych jakimi są potrzeba schronienia, bezpieczeństwo, czy też w dalszej kolejności zapewnienie wyższych potrzeb natury estetycznej i emocjonalnej (bliższe architekturze jako dziedzinie aktywności ludzkiej pozostającej na rubieży sztuki, niż stricte budownictwu).

Każdy obiekt budowlany to efekt pewnego złożonego procesu inwestycyjnego, na stałe wpisujący się w kontekst przestrzeni zurbanizowanej i trwale przekształcający przestrzeń naturalną. To również czynnik znacząco wpływający na presję antropogeniczną; teren raz zabudowany pozostaje bowiem trwale wyłączony z przestrzeni aktywnej biologicznie<sup>29</sup>.

W tym kontekście należy zdać sobie sprawę, że wywierając tak ogromne piętno na środowisko naturalne, architektura może być ważnym narzędziem w regulowaniu wzajemnych relacji w obszarze architektura-natura, a w kontekście niniejszego artykułu – gospodarki gazami cieplarnianymi poprzez ich magazynowanie w cyklu inwestycyjnym.

Większość obecnie podejmowanych działań mających zmniejszyć obciążenie środowiska będącego skutkiem działalności branży budowlanej zakłada poprawę efektywności energetycznej i minimalizowanie śladu węglowego wyłącznie w okresie użytkowania budynku. Faza powstania i utylizacji budynku jest w tej kwestii pomijana, co skutkuje niedoszacowaniem budżetu CO<sub>2</sub> w całym cyklu życia budynku. To o tyle znamienne, że dynamika rozwoju budownictwa stale wzrasta, a faza użytkowania ulega skróceniu; architektura dewaluuje się coraz szybciej, co oznacza, że skoro efektywność energetyczna jest w dużej mierze funkcją długości czasu, w jakim obiekt jest użytkowany<sup>30</sup>, a stopień przetworzenia i ślad węglowy stosowanych materiałów stale rośnie, to problem wpływu na budżet węglowy staje się coraz bardziej istotnym. W tym kontekście ciekawa wydaje się analiza normy Europejskiego Komitetu Standaryzacji EN15978<sup>31</sup>; jak widać faza użytkowa jest tylko jednym z czterech cykli gene-

---

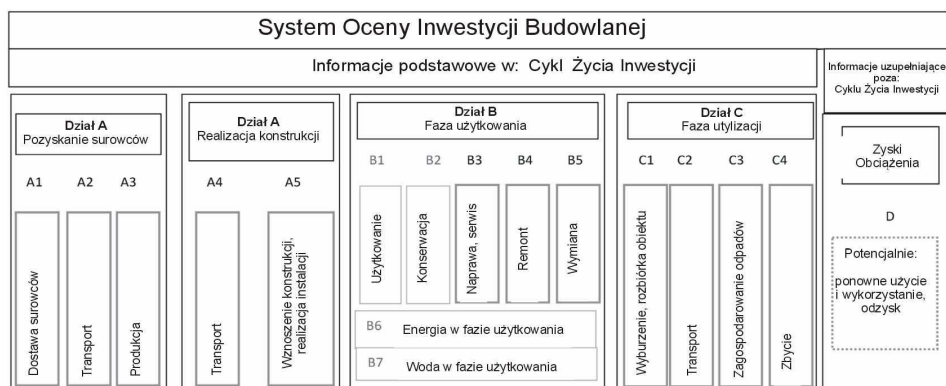
<sup>29</sup> Pasanen P., Sipari A., Terranova E., Castro R., Bruce-Hyrkäs T., Katasonova A., *The embodied carbon...* op. cit.; <https://www.oneclicklca.com/low-carbon-refurbishment/> [dostęp: 28.09.2020].

<sup>30</sup> Felski B., *Efektywność energetyczna a cykl życia budynku w kontekście działań mitygujących wobec zmian klimatycznych. Studium przypadku na przykładzie budynku przedszkola we wsi Sierakowice*, „Przestrzeń, Ekonomia, Społeczeństwo” 14/II, Sopot 2018, s.43–57.

<sup>31</sup> Mancaster A, Symons K, *A method and tool for 'cradle to grave' embodied energy and carbon impacts of UK buildings in compliance with the new TC350 standards*, Energy and Buildings 66(11), 2013, DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.07.046, s. 525; European

rujących ślad węglowy budynku [rys.1]. Dość znamienne jest fakt, że w literaturze przedmiotu tak kompleksowe podejście do cyklu życia inwestycji znaleźć można jedynie w 35 publikacjach<sup>32</sup>, a zaledwie kilka z nich traktuje *stricto* o budownictwie historycznym.

**Rysunek 1.** Szacowanie Cyklu Życia inwestycji wg EN 15978:2011.



Źródło: Mancaster A, Symons K., *A method and tool ...*<sup>33</sup>

Powyższe założenia i postulany znalazły zastosowanie przy przebudowie i remoncie historycznego budynku mieszkalnego z XIX wieku. Działania opisane zostały poniżej i posłużyły jako studium przypadku wykorzystania architektury w ramach narzędzi mitygujących problemy klimatyczne. Jak zauważa Yin<sup>34</sup> studia przypadku, podobnie jak eksperymenty można „uogólnić do twierdzeń teoretycznych, ale nie da się ich rozszerzyć na populację czy uniwersa. Należy podkreślić, że celem generalizacji analitycznej jest zawsze uogólnienie na inne konkretne sytuacje”. To oznacza, że przedstawione poniżej studium przypadku może być sposobem na prowadzenie prac rewitalizacyjnych przy obiektach historycznych, gdzie celem będzie osiągnięcie lub utrzymanie minimalnego śladu węglowego, choć niewątpliwie każdy budynek jest dziełem autorskim, a każdy proces inwestycyjny jest przedsięwzięciem jednostkowym.

### 3. Mieszkalna „glinianka” – stadium przypadku

Budynek będący przedmiotem niniejszego artykułu to historyczny obiekt mieszkalny powstały w połowie XIX wieku, prawdopodobnie na przestrzeni lat 1850–1870. Budynek o wymiarach ok. 15×8m wzniesiono w technologii mieszanej, strychulcowej i szachulcowej, gdzie wypełnieniem płyt międzyrygło-

Committee for Standardization, EN 15978:2011 *Sustainability for construction works - Assessment of environmental performance of buildings.*

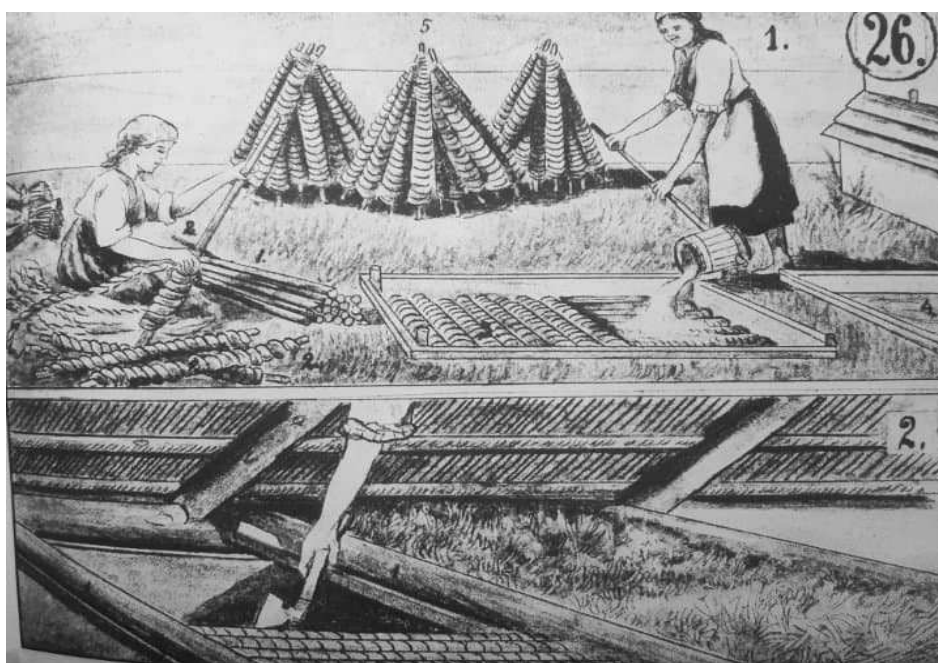
<sup>32</sup> Wise F., Moncaster A., Jones D., Dewberry E., *Considering...*, op. cit. s. 5, 7.

<sup>33</sup> Mancaster A., Symons K., *A method and tool ...* op. cit., s. 515.

<sup>34</sup> Yin R. K., *Studium przypadku w badaniach naukowych. Projektowanie i metody*, tłum. Gilewicz J., Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2015, s.52, 73.

wych były zarówno warkocze słomiane maczane w zaprawie glinianej i następnie wykończone obrzutką glinianą (ściany zewnętrzne) jak również bitka gliniana z sieczką słomianą zastosowane w ścianach wewnętrznych. W miejscu pierwotnego trzonu kuchennego tzw. „czarnej izby” (kuchni, nad którą znajdowała się „baba”, czyli zwężający się ku górze gliniany dymnik)<sup>35</sup> zastosowano technologię murowania z suszonych cegieł glinianych o wymiarach ok. 35x20x10cm łączonych na zaprawę piaskowo-wapienną. Również wewnętrzne ściany nośne częściowo zrealizowano z suszonych cegieł glinianych, a częściowo w technologii szachulcowej. Strop w budynku wykonano w technologii ogniotrwałego sufitu plecionego, pokrytego gliną, analogicznie do technologii opisanej przez Niewierowicza<sup>36</sup> [rys2].

**Rysunek 2.** Tablica pokazująca sposób wykonania przeciwpożarowego sufitu wyplatane z łoży.



Źródło: Niewierowicz M, *Wznoszenie budynków z gliny. Poradnik według metody M. Niewierowicza z 44 szczegółowymi tablicami.*

Ocieplenie podłogi wykonane było zasypem z plewów gryki pomiędzy legarami. Te technologie zachowały się do dnia dzisiejszego, poza miejscami, które uległy przebudowie w latach 1910 i 1932–33. W latach 1910 budynek

<sup>35</sup> Cykalewicz Tymbalska A., Cykalewicz M., Cykalewicz T., Witek W., *Przewodnik* op. cit., s. 58.

<sup>36</sup> Niewierowicz M, *Wznoszenie budynków...*, op. cit. s. 64.

został rozbudowany w kierunku północnym poprzez przedłużenie istniejącego układu ścian z wykorzystaniem cegieł ceramicznych na ścianach zewnętrznych oraz cegieł glinianych niewypalanych zastosowanych do wzniesienia ściany wewnętrznej. Analiza zastosowanego materiału sugeruje, że cegły te prawdopodobnie powstały z rozbiórki pierwotnej ściany szczytowej budynku. O dacie rozbudowy świadczy oznaczenie „1910” na jednej z cegieł. Kolejne przebudowy zrealizowane w okresie przed II wojną światową to korekta układu funkcjonalnego wewnątrz, tj. przesunięcie otworów drzwiowych prowadzących do izb. O dacie remontu świadczą zachowane „kapsuły czasu” znalezione w ścianach.

150 lat użytkowania budynku odcisnęło piętno na jego strukturze konstrukcyjnej. Główne elementy szkieletu ryglowego szachulca uległy poważnym degradacjom, zwłaszcza w ścianie zewnętrznej. Zmiany objętościowe elementów drewnianych wynikające ze zmian wilgotnościowych oraz degradacja biologiczna drewna spowodowały rozszczelnienie płycin i tym samym dalszą degradację struktury drewnianej konstrukcji ryglowej narażonej na warunki atmosferyczne.

**Fotografia 2.** Zniszczona ściana ryglowa z widocznymi próbami naprawy.



Źródło: Fotografia Autora.

Nieumiejętne próby ratowania podejmowane na przestrzeni ostatnich dekad skutkowały dalszymi zniszczeniami. To niestety typowe dla ścian glinianych realizowanych w szkielecie drewnianym, o czym pisze Szymanowska-

Gwiżdż i in.<sup>37</sup> Dodatkowym mankamentem było wadliwe posadowienie budynku; fundamenty kamienne wykonane na głębokości 30 cm poniżej poziomu terenu narażone były na negatywny wpływ przemarzania, a przy ciągłym obciążeniu więźbą dachową podlegały systematycznemu przemieszczeniu pionowemu na skutek procesu wysadzania i konsolidacji gruntu. Ten błąd starano się ratować wykonaniem w latach 70. XX w. opaski betonowej, która spina obecnie podstawę budynku wzdłuż ścian zewnętrznych.

Skutkiem przemieszczeń pionowych ścian było ugięcie belek stropowych i zapadnięcie się ścian zewnętrznych o blisko 20 cm względem poziomu ścian wewnętrznych. Ze względu na małą rozpiętość stropów belki nie ugięły się w środku rozpiętości izb, a opadły w kierunku ścian frontowej i tylnej, pozostawiając pierwotną wysokość 2 m kondygnacji przy ścianie wewnętrznej. Ugięcie stropu natomiast pociągnęło za sobą niszczenie więźby dachowej, co w połączeniu z nieszczelnościami pokrycia poskutkowało korozją biologiczną elementów nośnych więźby oraz całkowitą degradacją elementów drugopłanowych – łąt dachowych.

Przeprowadzone prace remontowe miały doprowadzić do odbudowy z wykorzystaniem w maksymalnym stopniu istniejącej struktury budowlanej i założeniu, że ewentualne prace budowlane prowadzone będą w technologii tradycyjnej i z poszanowaniem zastosowanych pierwotnie rozwiązań inżynierskich [fot.3,4]. W trakcie planowania inwestycji postanowiono, że w procesie prowadzonej rewitalizacji materiały budowlane powinny w maksymalnym stopniu być autentyczne i pochodzić z okresu powstania budynku. Takie założenia uzgodniono z konserwatorem zabytków, pod którego ochroną znajduje się przedmiotowy budynek. W aspekcie założeń proklimatycznych poczynionych w celu minimalizacji śladu węglowego inwestycji znalazły się opisane poniżej działania, które dla ułatwienia usystematyzowano w cykle zgodne z EN 15978:2011 *Sustainability for construction works – Assessment of environmental performance of buildings*.

### **3.1. Dział A – Pozyskanie materiałów**

Podczas realizacji inwestycji starano się w maksymalny sposób wykorzystać istniejącą strukturę budowlaną, a ewentualne prace budowlane prowadzone były z wykorzystaniem materiałów z odzysku (opisane w dziale B). W ramach materiałów wbudowanych na nowo zastosowano przede wszystkim beton do wykonania stóp fundamentowych; aby zachować istniejące ściany i stropy, a zapobiec dalszej degradacji ścian zewnętrznych zdecydowano się na wykonanie wewnątrz budynku, wzdłuż konstrukcji ryglowej słupów drewnianych pozyskanych z rozbiórki stodoły pochodzącej z tego samego okresu, a będącej w znacznym stopniu degradacji. Przedmiotowe słupy wsparto na nowoprojektowanych stopach żelbetowych posadowionych na odpowiedniej głębokości

---

<sup>37</sup> Szymanowska-Gwiżdż A., Orlik-Koźdź B., Krause P., Steidl T., *Zmiana zawilgoce-  
nia ...*, op. cit. s. 595.

poniżej poziomu przemarzania, przez co odciążono istniejącą konstrukcję. Zastosowanie drewna z odzysku pozwoliło na uzyskanie wyrazu architektonicznego spójnego z pierwotną stylistyką budynku.

Dodatkowo nowoprojektowanymi materiałami wykorzystanymi w budynku były materiały izolacyjne oraz wykończeniowe w postaci okładzin podłogowych i ściennych w pomieszczeniu sanitarnym. Wymiana okładzin drewnianych na szczycie budynku wykonana została z użyciem drewna. W fazie budowy ważnym elementem była praca własna inwestora i lokalnej społeczności pozwalająca na minimalizację energii związanej z transportem.

**Fotografia 3.** Budynek przed remontem.



Źródło: Fotografia Okła M.

**Zdjęcie 4.** Budynek po zakończeniu inwestycji.



Źródło: Fotografia Autora.

### **3.2. Dział B – Faza użytkowania**

Ze względu na fakt, że budynek nie jest jeszcze zamieszkały, opisane zostaną wyłącznie elementy B3-B5, tj. prace związane z remontem istniejącej struktury.

Przedmiotowy obiekt to budynek mieszkalny użytkowany od około 1,5 wieku i naturalnym było, że duża część elementów struktury budowlanej, jak i instalacji będzie wymagała remontu<sup>38</sup>. Poza wspomnianymi przy okazji opisu podjętych działań w ramach działu A pracami, (tj. wzmocnienie konstrukcji nośnej nowoprojektowanymi słupami z odzyskanego drewna i wymiana elementów więźby), wewnątrz budynku przeprowadzono szereg działań mających na celu odtworzenie istniejącej pierwotnie struktury (zdjęcie tynków cementowych i wyeksponowanie struktury szachulcowej oraz murarki z suszonej gliny), likwidacja ścian działowych powstałych pod koniec XX wieku, wraz z demontażem instalacji nieadekwatnych do założonego układu funkcjonalnego, tj. instalacji elektrycznej grożącej pożarem, nieszczelnej instalacji wodno-kanalizacyjnej oraz gliniano-ceglanego komina nad paleniskiem, do którego prowizorycznie podłączone były piece. Również piece, z racji ich stanu oraz wątpliwej wartości historycznej i technicznej zostały rozebrane, a pozyskany w ten sposób materiał posłużył do budowy nowych elementów wystroju wnętrza w pomieszczeniach kuchennych. Cegły rozbiórkowe, zarówno ceramiczne, wypalone, jak i gliniane zostały ponownie użyte do odtworzenia ścian szachulcowych oraz wykonania nowych elementów wnętrza. Dodatkowo część cegieł z rozbiórki wewnątrz domu, jak i częściowej rozbiórki stodoły została użyta do odbudowy obiektów drugoplanowych (tarasu i szklarni). W budynku zostały zdemontowane istniejące okna PCV, które docelowo zostaną przekazane osobom zainteresowanym ich ponownym wykorzystaniem. W miejscu istniejących otworów okiennych zamontowano pochodzące z odzysku okna zespolone drewniane, wraz z okiennicami drewnianymi. Dach budynku został pokryty dachówką ceramiczną pochodzącą częściowo z remontu innego budynku mieszkalnego, a częściowo pozyskaną ze zbiórki pozostałych, niepotrzebnych dachówek w najbliższej okolicy remontowanego obiektu. Ideą wszak było, aby dach pokryty był elementami historycznymi i autentycznymi z okresu wzniesienia obiektu. W ten sposób pozyskana została ręcznie formowana dachówka „sercówka”, jak się później okazało pochodząca z 1902 roku z cegielni Stolpen (okolice Słupska) [fot.5].

Elementami wykonanymi ze współczesnych materiałów atestowanych były kominy dymowe. Również posadzki wraz z okładzinami wykonano na nowo. W jednym z pomieszczeń dokonano nowych podziałów funkcjonalnych (wydzielając toaletę), co miało na celu spełnienie wymagań inwestora w zakresie adekwatności układu funkcjonalnego do współczesnych wymagań higieniczno-sanitarnych.

Co ciekawe, pomysł rehabilitacji historycznej substancji architektonicznej znalazł głębokie poparcie zarówno wśród lokalnej społeczności, jak i wykonawców oraz inwestorów - do tego stopnia, że finalnie również zdecydowana część umeblowania i ruchomego wyposażenia wewnątrz została pozyskana w ramach recyclingu i ponownego ich użycia. To w sposób znamieny obniżyło

---

<sup>38</sup> Felski B., *Architecture as a tool...*, op. cit. s. 1.

śląd węglowy inwestycji w ramach działań B4: *Refurbishment*, B5: *Replacement* [fotografia 6].

**Fotografia 5.** Zastosowanie ręcznie formowanej dachówki.



Źródło: Fotografia Autora.

Warto w tym miejscu wspomnieć o potencjalnej potrzebie wprowadzenia działań z zakresu podniesienia efektywności energetycznej inwestycji, jak choćby obniżenie zapotrzebowania na energię elektryczną poprzez montaż instalacji fotowoltaicznej. Choć z punktu widzenia efektywności takie działanie byłoby wysoce zalecanym, to po wnikliwej analizie zdecydowano się na rezygnację z tego przedsięwzięcia. Przyczyną tej decyzji był fakt, że instalacja paneli na dachu pokrytym ręcznie formowaną dachówką byłaby niewskazana ze względu na wartość i autentyczność zabytku<sup>39</sup>. Dodatkowo warto zaznaczyć, że inwestorzy posiadają również inną, współczesną nieruchomości, na której zdecydowano się na montaż instalacji fotowoltaicznej, co bilansuje zużycie energii elektrycznej w trakcie użytkowania budynku historycznego. Takie holistyczne myślenie pozwoliło na uchronienie przed „dewastacją” przestrzeni o walorach kulturowych przy jednoczesnym zbilansowaniu zapotrzebowania na energię elektryczną niejako „pod innym adresem”.

**Fotografia 6.** Aranżacja wnętrza po odbudowie.

---

<sup>39</sup> Pęczek G., Felski B., *Estetyka i efektywność w polskiej przestrzeni architektonicznej w aspekcie instalacji solarnych i fotowoltaicznych*, [w:] *Piękno i Energia: Współczesny model budowania dzielnic mieszkaniowych w Europie*, Polska Akademia Nauk, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Warszawa 2018.





Źródło: opracowanie własne. Fotografia autora.

### 3.3. Dział C – Faza rozbiórki

Faza rozbiórki jest dość istotnym etapem inwestycji, zwłaszcza przy remoncie istniejących obiektów o walorach historycznych. Pamiętać należy, że remont takich budynków jest procesem specyficznym. Aby zachować walory autentyczności stosowanie współczesnych materiałów należy ograniczyć do niezbędnego minimum, posługując się w miarę możliwości materiałami historycznymi; te jednak pozyskać można wyłącznie z odzysku. Z tego względu działania Inwestora nastawione były przez cały okres trwania inwestycji na poszukiwania dostępu do historycznych elementów wyposażenia i materiałów budowlanych, co było sprawą o tyle trudną, że nie istnieje żadna baza dostępnych materiałów pochodzących z recydingu. Każdorazowo działania te miały charakter bardzo indywidualny. Deficyt dostępnych materiałów, jak również kwestia ograniczenia transportu (A4: *Transport*) poskutkowały decyzją o odzyskaniu

materiału z zawalonych częściowo budynków gospodarczych (stodoła). Z tego źródła pozyskano drewno konstrukcyjne oraz cegły ceramiczne. Takie działania skutecznie zniwelowały wpływ inwestycji na produkcję odpadów budowlanych, gdyż większość materiałów udało się pozyskać do ponownego wbudowania. Bloczki piaskowo-cementowe, z których częściowo wykonane były ściany stodoły, z racji ich stanu uniemożliwiającego ponowne wykorzystanie posłużyły do zasypania nieużytkowanych piwnic pod poziomem stodoły, po wcześniejszej ich inwentaryzacji. Takie działanie było jednym z elementów mitygacji klimatycznej poprzez zmniejszenie śladu węglowego w zakresie transportu (C2: *Transport*) i utylizacji (C3: *Wast Processing*).

#### **4. Wyjście poza cykl życia, jako wniosek końcowy eksperymentu**

Warto zatrzymać się przy dziele opisanym w normie EN 15978 jako „Beyond Building LifeCycle”. Zawarte w nim działania wychodzą bowiem poza standardowe podejście do inwestycji budowlanej; co więcej, wychodzą poza sam zamknięty cykl życia inwestycji, gdyż dopuszczają one sytuację, w której dekompletacja jednego budynku staje się przyczynkiem do zaistnienia innego pełnoprawnego obiektu budowlanego. To o tyle znamienne, że przez wiele wieków w ten właśnie sposób – cyrkulacyjny, architektura wypełniała tkankę przestrzenną miast i wsi. Dopiero XX wiek przyczynił się do wytworzenia w świadomości użytkowników przeświadczenia, że wszystko co po budynku pozostanie, nadaje się wyłącznie do utylizacji.

Eksperyment, którym niewątpliwie była opisana powyżej inwestycja dobiegł końca. Zdaniem autora udało się przeprowadzić rewitalizację mającą na celu zachowanie i uratowanie niedocenianego dziedzictwa jakim była 150-letnia mieszkalna glinianka, a przy okazji wykazanie, że sam proces odbudowy może być metodą na przedłużenie życia budynku, a więc odsunięcie w czasie etapów budowy i utylizacji, które są jednym z bardziej obciążających środowisko naturalne i klimat etapów inwestycji. Co więcej, umiejętne wykorzystanie istniejących zasobów budowlanych może skutkować niemal śladowym obciążeniem środowiskowym, a za to pozyskaniem pełnowartościowej substancji architektonicznej; co więcej, takim działaniem można „zarazić” lokalną społeczność pokazując, że rehabilitacja obszarów problemowych nie musi polegać na bezmyślnej wymianie historycznej zabudowy na nową, a wręcz przeciwnie - zachowanie tejże autentycznej substancji może stać się motorem do rozwiązania problemów degradacji przestrzennej i segregacji społecznej.

Architektura bowiem jest bardzo precyzyjnym i skutecznym narzędziem do mitygacji problemów – zarówno społecznych, jak i środowiskowych a w szerszym kontekście – klimatycznych.

## Bibliografia

1. *Adoption of The Paris Agreement*, Framework Convention on Climate Change, Paryż 2015.
2. Aigner P. (1978), *Budownictwo wiejskie z cegły glino-suszoney*, Drukarnia Piotra Zawadzkiego, Warszawa 1791 (reprint: Artys, Warszawa 1978).
3. Cykalewicz Tymbalska A., Cykalewicz M., Cykalewicz T., Witek W., *Przewodnik po lokalnej tradycji architektonicznej Puszczy Drawskiej*, Drawno 2013.
4. European Committee for Standardization, EN 15978:2011 *Sustainability for construction works – Assessment of environmental performance of buildings*.
5. Felski B., *Architecture as a tool for mitigating climate change. Case study on the example of selected project*, V Interdyscyplinarna Akademicka Konferencja Ochrony Środowiska, Gdańsk 2020, /RG.2.2.13224.60161.
6. Felski B., *Efektywność energetyczna a cykl życia budynku w kontekście działań mitygacyjnych wobec zmian klimatycznych. Studium przypadku na przykładzie budynku przedszkola we wsi Sierakowice*, „Przestrzeń, Ekonomia, Społeczeństwo” 14/II, Sopot 2018.
7. Fuss, S., Canadell, J., Peters G. i In. *Betting on negative emissions*, Nature Clim. Change 4 (10), 2014, <https://doi.org/10.1038/nclimate2392>
8. Hammond G.P., Jones C.I., 2008, „*Embodied Energy and carbon in construction materials*”, Proc. Instn Civil. Engrs: Energy, in press.
9. <http://architektura.info.pl/2020/01/09/optimalizacja-energetyczna-istniejacych-budynkow-do-poziomu-nzeb/> [dostęp:10.07.2020].
10. <https://dbc.wroc.pl/dlibra/publication/26639/edition/24086/content> [dostęp: 04.10.2020].
11. <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosciporownanie-nastepstw-zmiany-klimatu-306> [dostęp 03.09.2020].
12. <https://www.oneclicklca.com/low-carbon-refurbishment/> [dostęp: 28.09.2020].
13. Kurtz-Orecka K., Cierzniewski P., *Poprawa standardu energetycznego budynków historycznych*, „Izolacje” 11/12/2014.
14. *Mancaster A., Symons K.: A method and tool for ‘cradle to grave’ embodied energy and carbon impacts of UK buildings in compliance.*
15. Mania T., *Efektywność energetyczna w rewaloryzacji budynków zabytkowych*, Konferencja Bałtyckiego Klastra Ekoenergetycznego oraz Gdańskiego Klastra Budowlanego nt. „Ekobudownictwo i Energetyka Odnawialna szansą na rozwój regionu pomorskiego w programie Horyzont 2020”, Gdańsk 2013.

16. Minke G., „*Podręcznik budowania z gliny*”, tłum. Bieliński Z., Fundacja Cohabitat, Łódź 2015.
17. Niewierowicz M, *Wznoszenie budynków z gliny. Poradnik według metody M. Niewierowicza z 44 szczegółowymi tablicami*, Wilno, 1930 (reprint: Wydawnictwo GÓRNOLESIE, Milanówek 2014.
18. Kamieniarz M., *Nowe rozwiązania z zakresu wznoszenia domów z gliny*, „Architektura. Czasopismo techniczne” 8-A/2010, zeszyt 18, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.
19. Pasanen P., Sipari A., Terranova E., Castro R., Bruce-Hyrkäs T., Katasonova A., *The embodied carbon review*, [https://www.oneclicklca.com/wp-content/uploads/2018/12/Embodied\\_Carbon\\_Review\\_2018.pdf](https://www.oneclicklca.com/wp-content/uploads/2018/12/Embodied_Carbon_Review_2018.pdf), s. 15–18 [dostęp: 12.06.2020].
20. Pęczek G., Felski B., *Estetyka i efektywność w polskiej przestrzeni architektonicznej w aspekcie instalacji solarnych i fotowoltaicznych*, [w:] „*Piękno i Energia: Współczesny model budowania dzielnic mieszkaniowych w Europie*”, Polska Akademia Nauk, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Warszawa 2018.
21. Szewczyk J., *Budownictwo z gliny w dawnej polskiej literaturze technicznej*, „ARCHITECTURAE et ARTIBUS”, 1/2009, Białystok.
22. Szymanowska-Gwiżdż A., Orlik-Koźdź B., Krause P., Steidl T., *Zmiana zawilgocenia przegród budynków historycznych przy zadanych warunkach klimatu zewnętrznego*, JCEEA, t. XXXIII, z. 63 (4/16), październik-grudzień 2016.
23. Świątek L., *Formuła evergreen leasing w budownictwie mieszkaniowym – trend w projektowaniu zrównoważonym i zarządzaniu nieruchomościami*, „Studia i Prace” 45/1, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2016.
24. Wise F., Moncaster A., Jones D., Dewberry E., *Considering embodied energy and carbon in heritage buildings – a review, Towards SBE: from Policy to Practice*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 329 (2019) 012002.
25. Yin R. K., *Studium przypadku w badaniach naukowych. Projektowanie i metody*, tłum. Gilewicz J., Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2015.
26. Żurawski J., *Optymalizacja energetyczna istniejących budynków do poziomu nZEB*.

#### **Informacje o autorze**

dr inż. arch. Bartosz Felski  
Sopocka Szkoła Wyższa,  
Wydział Architektury, Polska  
e-mail: felski.bartek.cam@gmail.com