



**Jan Szot\***

## *Zastosowanie rozwiązań live-link w praktyce architekta a dziedzictwo Bauhausu*

### *Application of live-link solutions in the architect's practice and the Bauhaus heritage*

#### *Wprowadzenie*

Obecnie w pracy architekta narzędzia cyfrowe są nieodzownym elementem. Nieustający postęp w dziedzinie technologii informacyjnych owocuje wprowadzaniem na rynek kolejnych programów i aplikacji komputerowych. Stanowią one wsparcie dla projektanta na wszystkich etapach powstawania dokumentacji architektonicznej. W kolejnych stadiach korzysta się, w zróżnicowany sposób, z informacji powstałych we wcześniejszych fazach procesu. W większości przypadków wiąże się to z konwersją danych z formy natywnej dla narzędzia źródłowego do otwartego formatu wymiany danych, a następnie przekształceniem informacji na natywny format narzędzia docelowego. Proces ten, mimo iż jest częścią projektowania wspieranego komputerowo, mającego co do zasady usprawniać pracę twórcy, wymaga dodatkowych umiejętności oraz wiedzy dotyczącej otwartych formatów, a także ich właściwości, zastosowania oraz ograniczeń. Istotnym mankamentem jest niejednokrotna konieczność odtwarzania bądź korygowania części informacji na skutek ubytków podczas konwersji plików z formatów natywnych do formatów otwartych, pochłaniająca kolejne zasoby czasu na manualne odtwarzanie wykonanej już pracy. W rezultacie część czasu zyskanego dzięki stosowaniu nowych technologii w projektowaniu musi zostać poświęcona na obsługę niedociągnięć technologicznych procesu.

#### *Introduction*

Nowadays, digital tools are indispensable in architectural practice. Continuous progress in the field of information technologies results in the introduction of new programs and computer applications to the market. They support a designer at all stages of creating architectural documentation. In the following stages, the information generated in the earlier stages of the process is used in a variety of ways. In most cases, this involves converting the data from the native form for the source tool to the open data exchange format and then converting the information to the native format of the target tool. This process, although part of computer-aided design, which is generally intended to improve the work of the creator, requires additional skills and knowledge about open formats as well as their properties, applications, and limitations. A significant drawback is the frequent need to recreate or correct some information due to losses during the conversion of files from native formats to open ones, consuming further time resources for manual reproduction of work that is already completed at the former stage. As a result, part of the time gained by applying new technologies in design must be spent on handling technological flaws in the process.

An attempt to eliminate the need to export and import files includes the increasing number of application extensions operating on the live-link solution and enabling the transfer of information directly between tools, often belonging to different platforms and developers. The whole process assumes real-time cooperation and does

\* ORCID: 0000-0003-0718-7560. Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej / Faculty of Architecture, Poznan University of Technology, e-mail: jan.szot@put.poznan.pl

Próba eliminacji konieczności eksportowania i importowania plików są coraz liczniejsze rozszerzenia aplikacji, działające na zasadzie live-link i umożliwiające przesyłanie informacji bezpośrednio pomiędzy narzędziami niejednokrotnie należącymi do różnych platform oraz wydawców. Cały proces zakłada współpracę w czasie rzeczywistym i nie wymaga dodatkowego eksportowania oraz importowania informacji, a także mierzenia się z wynikającymi z tej konieczności problemami, co w rezultacie pozwala na pełniejszą i efektywniejszą automatyzację procesów.

Opisując postępującą cyfryzację branży budowlanej noszącą również miano rewolucji przemysłowej 4.0, warto odnieść się do książki Reynera Banhama opisującej proces wchodzenia architektury w wiek maszyny. Tak jak kiedyś, w epoce Bauhausu, rozwój przemysłu i technologii obróbki materiału dały architekturze widoczny do dzisiaj kształt [1], tak teraz postęp w dziedzinie technologii informacyjnych implikuje nowe możliwości opisu form oraz usprawnia samą pracę projektantów.

Niniejszy artykuł poświęcony jest analizie procesu tworzenia architektury ukutego przez Bauhaus, a także wybranych przykładów implementacji technologii live-link w projektowaniu. Autor podejmuje również kwestię roli architekta w procesie inwestycyjnym w kontekście zmieniających się technologii. W ramach prób badawczych skupił się na dwóch przykładowych połączeniach oprogramowania. Jak dotychczas rozwiązania oparte na pracy w czasie rzeczywistym w kilku narzędziach jednocześnie nie były odnoszone do praktyk szkoły weimarskiej.

### *Proces twórczy w edukacji Bauhausu*

Bauhaus od początku kreował akt tworzenia architektury jako zjawisko interdyscyplinarne w płaszczyźnie projektowej. Uwidacznia się to już w samym programie nauczania szkoły stawiającym na zróżnicowanie umiejętności rzemieślniczych adeptów przy jednoczesnym uwrażliwianiu studentów na kolor, kompozycję, fakturę, studia przestrzenne oraz formalne. Architekt musiał zatem być zarówno umiejętnym rzemieślnikiem, jak i wrażliwym artystą czy sprawnym matematykiem, aby nadawać przestrzeni trafne formy.

W kontekście tworzenia architektury ważne założenie, o którym pisali H. Bayer, W. Gropius oraz I. Gropius w książce *Bauhaus 1919–1928* [2], jest zawarte w następującym cytacie: *Architektura na przestrzeni ostatnich pokoleń osłabła, stała się sentymentalna, estetyczna i dekoracyjna. [...] Tego rodzaju architektury się wyrzekamy. Chcemy stworzyć przejrzystą architekturę organiczną, [...] chcemy architektury dostosowanej do naszego świata maszyn, radia oraz szybkich samochodów*<sup>1</sup> [2, s. 29].

W innym miejscu przeczytać można: *Bauhaus uważa maszynę za nasze współczesne medium projektowe i stara*

not require additional exporting and importing information, as well as facing the resulting problems, which in turn provides some opportunity for more complete and effective process automation.

Considering the progressive digitization of the construction industry, also known as the industrial revolution 4.0, it is worth referring to the book by Reynier Banham describing the process of architecture entering the age of the machine. Just like in the past, in the Bauhaus era, the development of industry and material processing technology gave architecture the shape which is visible until today [1], now the progress in the field of information technology implies new possibilities of describing forms and improves the work of designers.

This paper is devoted to the analysis of the architecture creation process developed by Bauhaus as well as to the selected examples of the implementation of live-link technology in design. The author also addresses the role of the architect in the investment process in the context of changing technologies. As part of his research trials, the author focused on two sample software combinations. So far, solutions based on working in real time in several tools at the same time have not been related to the practices of the Weimar School.

### *Creation process in Bauhaus education*

From the very beginning, Bauhaus perceived the act of creating architecture as an interdisciplinary phenomenon in terms of design. This is already visible in the school curriculum, which focuses on diversifying the craft skills of students, while sensitizing them to color, composition, texture, spatial and formal studies. Therefore, the architect had to be both a skilled craftsman and a sensitive artist as well as mathematician in order to give the space intended forms.

In the context of creating architecture, an important assumption described by H. Bayer, W. Gropius and I. Gropius in the book *Bauhaus 1919–1928* [2], is included in the following quote: *Architecture during last few generations has become weakly sentimental, esthetical and decorative [...]. This kind of architecture we disown. We want to create clear organic architecture [...] we want architecture adapted to our world of machines, radios and fast motor cars* [2, p. 29].

Elsewhere it states: *The Bauhaus believes the machine to be our modern medium of design and seeks to come to terms with it* [2, p. 27]. The awareness of changing times and the desire not only to adapt to the advancing technologies, but also to harness them and use them for own benefit can be clearly seen. However, there is no blind entrusting to novelties in the creative process but searching for a conscious balance between the use of machines and the workshop skills of craftsmen and artists. Open to progress, the Bauhaus became a kind of experimental center where attempts were made to implement the achievements of economic and technical sciences as well as formal considerations in order to respond to the problems faced by local architecture.

<sup>1</sup> Oryg.: *Architecture during last few generations has become weakly sentimental, esthetical and decorative [...]. This kind of architecture we disown. We want to create a clear organic architecture [...] we want architecture adapted to our world of machines, radios and fast motor cars* [tłum. na język polski J. Szot].

się dojść z nią do porozumienia<sup>2</sup> [2, s. 27]. Widać tu wyraźnie świadomość zmieniających się czasów oraz chęć nie tylko dopasowania się do postępujących technologii, lecz również do okiełznania ich i wykorzystania dla własnego pożytku. Nie można jednak mówić o ślepym zawierzeniu nowinkom w procesie twórczym, a o poszukiwaniu świadomego balansu pomiędzy zastosowaniem maszyn i warsztatowymi umiejętnościami rzemieślników oraz artystów. Otwarty na postęp Bauhaus stał się niejako ośrodkiem eksperymentalnym, gdzie podejmowano próby implementacji zdobyczy nauk ekonomicznych, technicznych oraz rozważań formalnych celem odpowiedzi na problemy, z jakimi mierzyła się lokalna architektura.

W cytowanej publikacji jest również mowa o potrzebie równoległego współlistnienia koncepcji z jej wizualizacją. Zaraz obok założeń płynnej pracy na wielu płaszczyznach twórczych przy projektowaniu budynków stanowi to kolejny postulat o bezszwowym łączeniu sfer procesu twórczego, czego przykładem są niezliczone szkice stanowiące ucieleśnienie idei rodzących się w szkole.

### *Live-link na etapie koncepcji*

Autor tego artykułu swoje badanie możliwości technologii live-link rozpoczął od analizy współpracy w fazie koncepcyjnej z zastosowaniem metod komputacyjnych oraz technologii BIM (Building Information Modeling). Przedstawił komunikację pomiędzy następującymi narzędziami – programem Rhinoceros 5 wraz ze środowiskiem Grasshopper oraz programem ArchiCAD 22. Pierwsze narzędzie ma obecnie szerokie zastosowanie zarówno przy tworzeniu form koncepcyjnych, jak i ich optymalizacji pod kątem kosztów budowy, eksploatacji oraz wpływu na środowisko. Metody oparte na algorytmach matematycznych pozwalają w łatwy sposób generować liczne warianty form celem znalezienia tej możliwie najlepszej. Przykładem zastosowania wspomnianych metod jest twórczość biur takich jak ZHA [3], Bjarke Ingels Group [4], Gensler [5], NBBJ [6] czy UNStudio [7]. Drugie oprogramowanie to narzędzie z założenia służące projektantom do wykonywania dokumentacji w technologii modelowania informacji o budynku – BIM. Technologia ta staje się standardem w zakresie realizacji inwestycji we wszystkich najbardziej rozwiniętych państwach świata [8]. Możliwości, jakie daje utworzenie „wirtualnego bliźniaka” projektowanego obiektu, mają zdecydowanie pozytywny wpływ na wzrost zainteresowania tym oprogramowaniem [8]. Z możliwości oferowanych przez tę technologię, poza wierną wizualizacją budynku, można wymienić wczesne wykrywanie kolizji i przeprowadzanie licznych symulacji dotyczących kosztów, czasu budowy, bezpieczeństwa oraz innych parametrów, również dla etapu użytkowania [8], [9].

Komunikację pomiędzy wspomnianymi narzędziami zapewniła wtyczka Grasshopper–ARHiCAD Live

The quoted publication also mentions the need for a parallel coexistence of a concept with its visualization. Along with the assumptions of smooth cooperation on many creative levels in the design of buildings, it is another postulate about the “seamless” connection of the spheres of the creative process, the example of which are the countless sketches that embody the ideas born at school.

### *Live-link on conceptual stage*

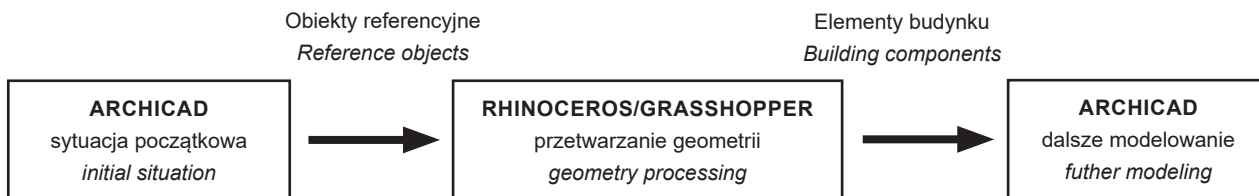
The author of this article began his research on the possibilities of live-link technology with an analysis of cooperation in the conceptual phase with the use of computational methods and BIM technology (Building Information Modeling). He presented communication between the following tools – Rhinoceros 5 program with the Grasshopper environment and ArchiCAD 22 program. The first tool is now widely used both in the creation of conceptual forms and their optimization in terms of construction costs, operation and environmental impact. Methods based on mathematical algorithms make it possible to easily generate numerous variants of forms in order to find the best possible one. An example of the application of these methods is the work of offices such as ZHA [3], Bjarke Ingels Group [4], Gensler [5], NBBJ [6] or UNStudio [7]. The second software is a tool intended for designers to prepare documentation in standards of the building information modeling technology – BIM.

This technology is becoming a standard in terms of investment implementations in all the most developed countries in the world [8]. The possibilities offered by the creation of a “virtual twin” of the designed object have a definitely positive impact on the increased interest in this software [8]. The possibilities offered by this technology, in addition to the accurate visualization of the building, include early collision detection and numerous simulations regarding costs, construction time, safety and other parameters, also for the exploitation phase [8], [9].

Communication between these tools was provided by the Grasshopper – ARHiCAD Live Connection plug-in. The plug and its use were already described in publications of W. Bonenberg, M. Giedrowicz and K. Radziszewski [10], F. Nassery and P. Sikorski [11] or M. Aydin and H. Yaman [12]. The discussed extension provides bidirectional communication between tools [13]. This means that information can be sent both from ArchiCAD to Grasshopper in the form of, e.g., a reference plot or room outline and from Grasshopper to ArchiCAD in the form of ready-made building components such as ceilings, walls or columns. Standard communication is shown in Figure 1.

Smooth “navigation” in the described environment requires both knowledge of the construction of native BIM software components and basic logical assumptions when preparing form-generating instructions in the space of a parametric tool. These skills give the designer unlimited freedom in creating complicated and complex forms, while at the same time giving them the form of native BIM components. This particularly refers to the structures which

<sup>2</sup> Oryg.: *The Bauhaus believes the machine to be our modern medium of design and seeks to come for terms with it* [tłum. na język polski J. Szot].



Il. 1. Schemat komunikacji pomiędzy programami Rhinoceros/Grasshopper a ArchiCAD-em (oprac. J. Szot na podstawie [12])

Fig. 1. Communication scheme between Rhinoceros/Grasshopper and ArchiCAD (elaborated by J. Szot based on [12])

Connection. Wtyczka i jej zastosowanie zostało już opisane w publikacjach W. Bonenberga, M. Giedrowicza i K. Radziszewskiego [10], F. Nassery’ego i P. Sikorskiego [11] czy M. Aydina i H. Yamana [12]. Omawiane rozszerzenie umożliwia dwukierunkową komunikację pomiędzy narzędziami [13]. Oznacza to, że informacje mogą być przesyłane zarówno z ArchiCAD-a do Grasshoppera w postaci np. referencyjnego obrysu działki lub pomieszczenia, jak i z Grasshoppera do ArchiCAD-a w postaci gotowych elementów budynku, takich jak stropy, ściany bądź słupy. Standardowa komunikacja została przedstawiona na ilustracji 1.

Płynne poruszanie się w opisywanym *środowisku* wymaga zarówno wiedzy w zakresie konstrukcji komponentów natywnych oprogramowania BIM, jak i podstawowych założeń logicznych przy konstruowaniu instrukcji formatwórczych w przestrzeni narzędzia parametrycznego. Wspomniane umiejętności dają projektantowi nieskrępowaną wolność w tworzeniu skomplikowanych i złożonych form, przy jednoczesnej możliwości ubierania ich w komponenty natywne *środowiska* BIM. Szczególnie wyraźnym manifestem tej technologii są struktury, które charakteryzuje tzw. *simplicity*<sup>3</sup>. Można je z powodzeniem odnieść do założeń Bauhausu odnośnie do standaryzacji i powielania modułu w kontekście projektowania urbanistycznego: *Architekt musi odnaleźć prostotę w różnorodności [...] i tworzyć formy składające się z elementów typowych powtarzanych w seriach*<sup>4</sup> [2, s. 30].

Mając kompletną strukturę logiczną algorytmu opisującego bryłę połączoną z programem ArchiCAD, projektant może w dowolnym momencie zmieniać parametry budynku, co pozwala w pełni kontrolować jego, doskonałą w założeniu, formę. Po wprowadzeniu zmian model obiektu zostanie zaktualizowany we wszystkich programach bez konieczności wykonywania dodatkowych operacji.

Autor w próbie badawczej wykorzystał prosty model koncepcyjny wieżowca. Pierwszym dużym krokiem było określenie nadrzędnej reguły formalnej obiektu, w tym przypadku „skręcenie” budynku (il. 2), będące w ostatnich latach popularnym zabiegiem przy tworzeniu budynków wysokościowych. Dzięki niedestruktywnej formie algorytmu projektant może wrócić do dowolnego kroku

are characterized by the so-called *simplicity*<sup>1</sup>. They can be successfully applied to the Bauhaus assumptions regarding the standardization and duplication of a module in the context of urban design: [...] *he [architect – J.S.] must recognize “simplicity in multiplicity” [...] form elements of typical shape should be repeated in series* [2, p. 30].

Having the complete logical structure of the algorithm describing the object connected with the ArchiCAD program, the designer can change the parameters of the building at any time, which allows for full control of its perfect form. After introducing any changes, the model will be updated in all other programs without any additional operations.

The author of this paper used a simple conceptual model of a skyscraper in a research attempt. The first big step was to define the overriding formal rule of the building, in this case “twisting” the building (Fig. 2), which in recent years has been a popular procedure for creating high-rise buildings. Thanks to the non-destructive form of the algorithm, the designer can return to any step of constructing the logical structure and modify it if necessary. Furthermore, the use of mathematical functions describing the twisting of the building allowed us to achieve an easy-to-read logic of the form, but extremely time-consuming to perform using conventional modeling.

The unique advantage of algorithms is the possibility of constructing them using a number of mathematical interdependencies, which allows us to automate the introduction of changes in the model. As a result, the modification of the number of stories or their height influenced the height of columns, the number of beams and façade elements.

The completed logical structure of the facility, shown in Figure 3, was then equipped with walls, columns and ceilings and sent to the BIM environment, where further development of the building took place. With an active connection between the programs, the architect still has the possibility to verify and change the design and formal assumptions (Fig. 4), allowing for unhindered artistic and craft expression, on which Bauhaus put strong emphasis.

In addition to the conceptual stage, the discussed plug can also be used in the preparation of complex assembly models in order to, for example, automate the modeling of complex connections of building components [10].

The combination of both tools allows us to create both concepts and technical documentation of objects having

<sup>3</sup> Ang. *simple* – prosty, *complexity* – złożoność, określenie to opisuje złożone struktury skonstruowane z prostych elementów charakterystycznych dla architektury parametrycznej.

<sup>4</sup> Oryg.: [...] *he [architect – J.S.] must recognize “simplicity in multiplicity” [...] form elements of typical shape should be repeated in series* [tłum. na język polski J. Szot].

<sup>1</sup> Combination of words Simple and Complexity is used for complex forms that consist of simple, modular elements.



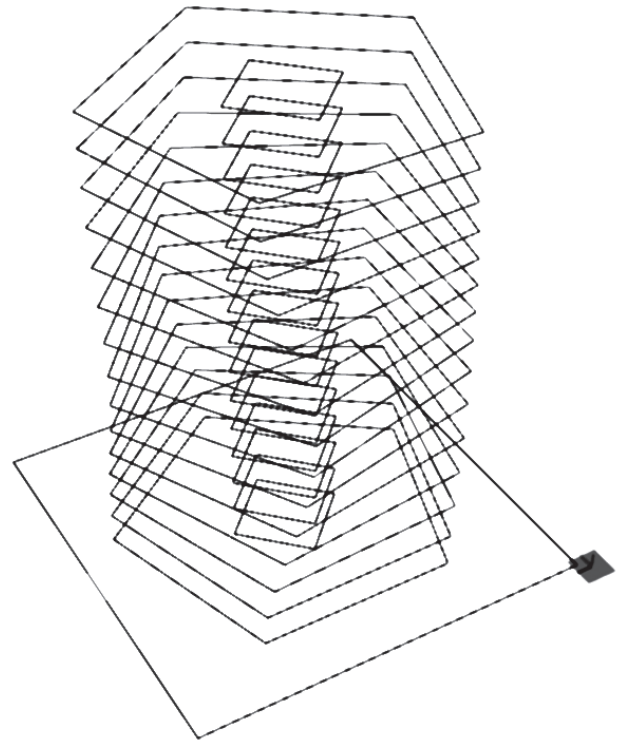
konstruowania struktury logicznej i zmodyfikować go w razie potrzeby. Dodatkowo zastosowanie funkcji matematycznych opisujących skręcenie budynku pozwoliło osiągnąć łatwą do rozczytania logikę formy, jednak wyjątkowo czasochłonna do wykonania za pomocą modelowania konwencjonalnego.

Wyjątkowym atutem algorytmów jest możliwość konstruowania ich przy wykorzystaniu szeregu współzależności matematycznych, co pozwala na zautomatyzowanie wprowadzania zmian w modelu. Dzięki temu modyfikacja liczby kondygnacji lub ich wysokości oddziaływała na wysokość słupów, liczbę belek oraz elementów elewacyjnych.

Gotowa struktura logiczna obiektu, pokazana na ilustracji 3, została następnie ubrana w ściany, słupy i stropy oraz przesłana do środowiska BIM, gdzie nastąpiło dalsze opracowanie budynku. Przy aktywnym połączeniu pomiędzy programami architekt cały czas ma możliwość weryfikacji oraz zmian założeń projektowych i formalnych (il. 4), pozwalając na nieskrępowany wyraz artystyczny, a także rzemieślniczy, na co Bauhaus kładł silny nacisk.

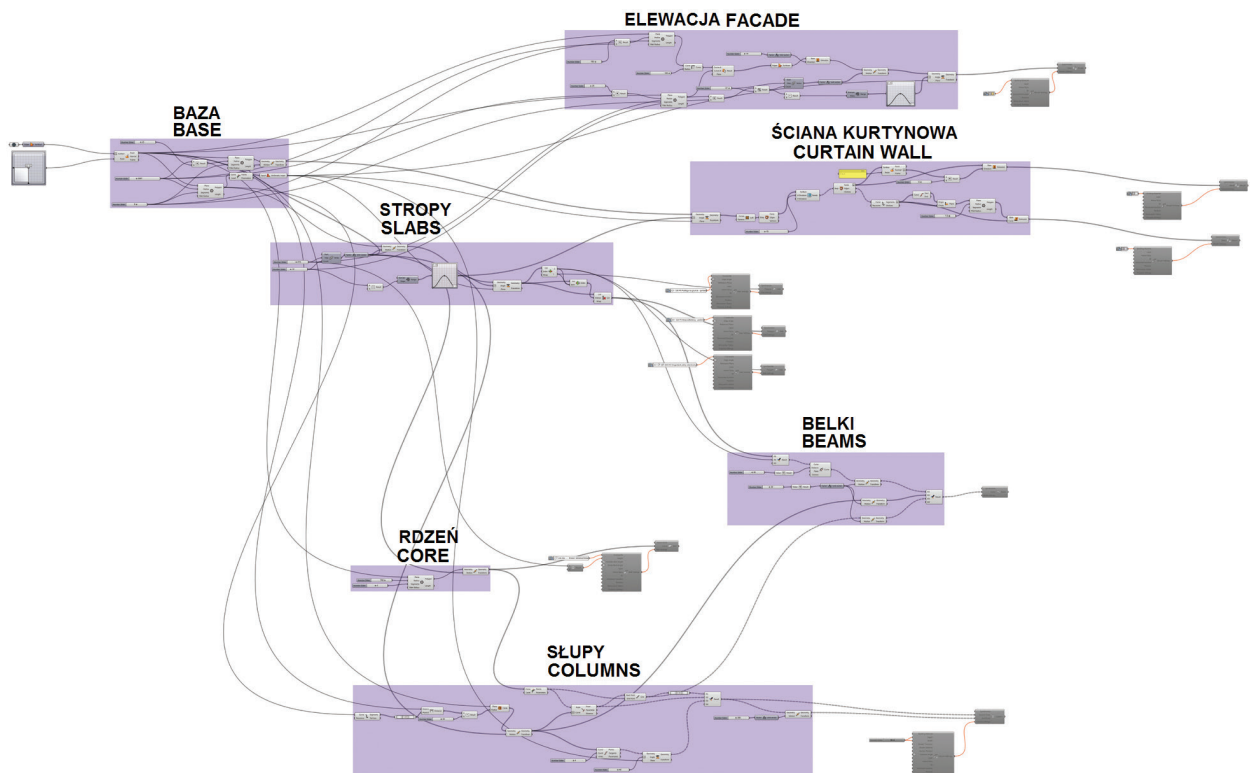
Poza etapem koncepcyjnym omawiana wtyczka może mieć również zastosowanie przy przygotowywaniu skomplikowanych modeli wykonawczych w celu np. automatyzacji modelowania złożonych łączów elementów montażowych [10].

Połączenie obydwu narzędzi pozwala na tworzenie zarówno koncepcji, jak i dokumentacji technicznych obiektów mających niebanalne i niestandardowe formy. Proces ten bez wspomnianego rozszerzenia wymagałby eksportowania i importowania modeli z programu Rhinoceros



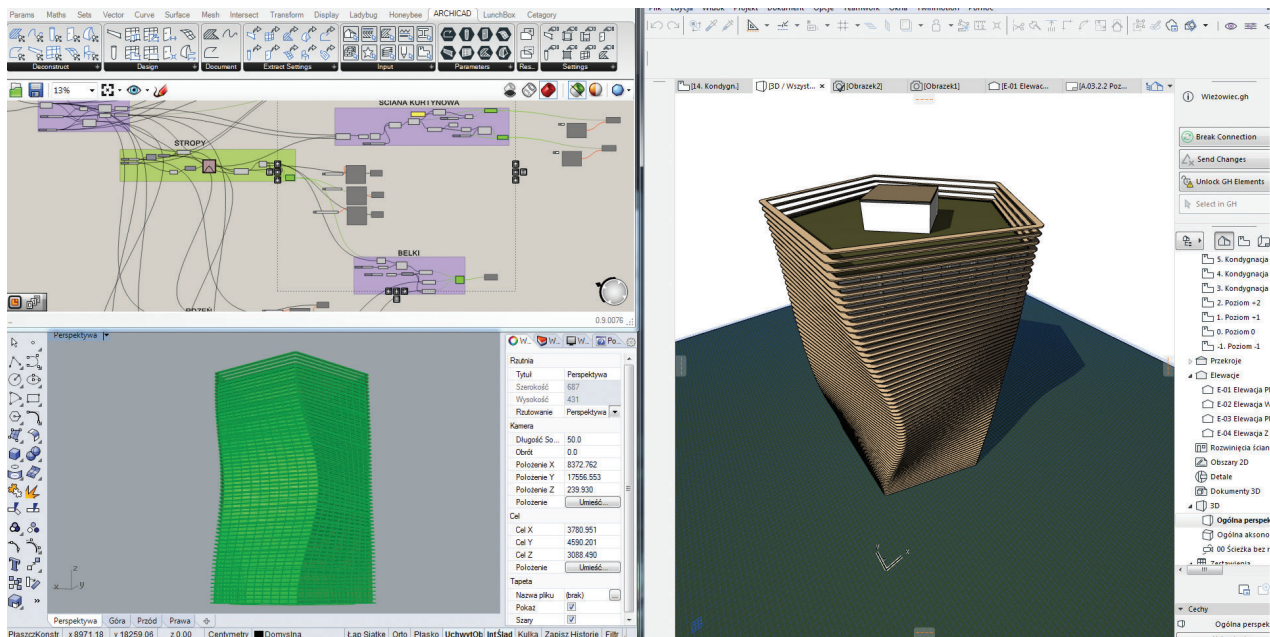
Il. 2. Wielokątne, skręcone „ramki” służące do opisu obrysu stropów oraz przebiegu ścian rdzenia budynku. U podstawy widać zarys działki zaciągnięty z programu ArchiCAD (oprac. J. Szot)

Fig. 2. Polygonal, twisted frames used for defining slab outline and course of building core walls. Site shape can be seen in the bottom (elaborated by J. Szot)



Il. 3. Algorytm opisujący model koncepcyjny wieżowca (oprac. J. Szot)

Fig. 3. Algorithm describing dorm of the skyscraper (elaborated by J. Szot)



Il. 4. Jednoczesna praca trzech programów: Rhinoceros z wtyczką Grasshopper oraz ArchiCAD (oprac. J. Szot)

Fig. 4. Simultaneous cooperation between ArchiCAD and Rhinoceros/Grasshopper (elaborated by J. Szot)

do ArchiCAD-a, również po każdej wprowadzonej zmianie w projekcie, a także ręcznego modelowania lub rysowania wszystkich detali. Przy bardziej zaawansowanych formalnie obiektach byłyoby to w zasadzie niewykonalne. Architekt staje się tutaj cyfrowym rzemieślnikiem korzystającym z zaawansowanych narzędzi do obróbki wirtualnej materii, co w połączeniu ze wspomnianym modelem *simplicity* nasuwa na myśl pryncypia twórcze Bauhausu.

Warto też wspomnieć o możliwościach, jakie daje środowisko parametryczne wzbogacane o kolejne rozszerzenia w kontekście przygotowywania modeli BIM. Poza modelowaniem architekt może przeprowadzić wiele analiz dotyczących powiązań budynku ze środowiskiem, konstrukcji, szeroko rozumianych optymalizacji [10] itp. Dzięki takiemu warsztatowi projektant ma szerszy obraz tworzonego obiektu nie tylko w zakresie wizualnym, lecz również w obszarach wydajnościowych, co zwiększa szanse podejmowania trafniejszych decyzji twórczych.

Powstające formy, będące w pewnym zakresie niewiadomą dla projektanta, wprowadzają do architektury nowy wymiar estetyki opartej na algorytmach matematycznych, gdzie transcendentna złożoność miesza się z podświadomym poczuciem reguły i porządku w obserwowanych obiektach. Można odnieść się w tym miejscu do ekspresjonistycznych wizji i dzieł powstających w czasach Bauhausu, w szczególności do szklanych wieżowców wybijających się ponad panoramy miast. Przedziwna jak na realia wczesnych dziesięcioleci XX w. lekkość łączyła się z twardym, formalnym racjonalizmem wynikającym z modularności projektowanych form. Zarówno sto lat temu, jak i obecnie pewna forma dysonansu poznawczego w percepcji architektury wzbudza u obserwatora zainteresowanie.

Interesującym przykładem praktycznego zastosowania opisanych metod jest Centrum Gimnastyki Rytmicz-

original and non-standard forms. This process without the mentioned extension would require exporting and importing models from Rhinoceros to ArchiCAD, also after each change, as well as manual modeling or drawing of all details. With more formally advanced facilities it would be practically impossible. The architect becomes here a digital craftsman using advanced tools for processing virtual matter, which, combined with the aforementioned *simplicity* model, brings to mind the creative principles of Bauhaus.

It is also worth mentioning the possibilities offered by the parametric environment enriched with additional extensions in the context of preparing BIM models. In addition to modeling, the architect can carry out many analyses regarding the relationship of the building with the environment, structure, and broadly understood optimization [10], etc. Thanks to such a workshop, the designer has a broader image of the created object not only visually, but also in the areas of efficiency, which increases the chances of making more accurate creative decisions.

The emerging forms, which are to some extent unexpected to the designer, introduce a new dimension to the architecture of aesthetics based on mathematical algorithms, where transcendent complexity is mixed with the subconscious sense of rule and order in the observed objects. We can refer here to expressionist visions and works created during the Bauhaus era, in particular to glass skyscrapers standing out above city panoramas. Strangely enough for the realities of the early decades of the 20<sup>th</sup> century, lightness was combined with a hard, formal rationalism resulting from the modularity of the designed forms. Both a hundred years ago and now, a certain form of cognitive dissonance in the perception of architecture arouses the observer's interest.

An interesting example of the practical application of the described methods is Irina Viner-Usmanova Rhythmic

nej im. Iriny Viner-Usmanovej w Moskwie. Ukończony w 2019 r. budynek charakteryzuje się niezwykle swobodną formą zadaszania przywodzącą na myśl wstążkę gimnastyczną.

Zastosowanie technologii live-link wniosło do projektu wiele korzyści. Po pierwsze umożliwiło utworzenie i kontrolę kształtu zadaszania. Nastawienie na nieskrępowaną wolność w tworzeniu form przywodzi tu na myśl dążenia Bauhausu ku wolności i otwartości planów. Pragnienia te dzięki nowym metodom generowania obiektów zostały przeniesione w trzeci wymiar. Kolejnym aspektem była możliwość automatyzacji modelowania stalowej kratownicy wspierającej dach. Udało się również dobrać optymalny układ paneli tak, aby pogodzić ze sobą estetykę, nośność elementów oraz ich wykonalność [13]. Osiągnięty witruiński konsensus pomiędzy formą doskonałą dla założeń projektanta, jej funkcjonalnością oraz konstrukcją jest wynikiem sprawnej adaptacji technologii na potrzeby wizji projektanta. Bez wątpienia następuje tu korelacja z podejściem do maszyny postulowanym przez Bauhaus.

### *Live-link na etapie wizualizacji*

Drugi etap przeprowadzonego przez autora niniejszego tekstu badania nad możliwościami rozwiązań live-link poświęcono procesowi wizualizacji zaprojektowanych budynków. Może on zostać podzielony na ogólne części przedstawione na ilustracji 5.

Wyszczególnione etapy mogą występować w różnej kolejności, ponadto nie wszystkie muszą zostać wykonane, aby wizualizację otrzymać. W badaniu założono pracę nad projektem realizowanym w technologii BIM, dlatego proces modelu przygotowywanego stricte na potrzeby wizualizacji został pominięty ze względu na fakt posiadania gotowego modelu powstałego w fazie projektowej. Kolejne etapy do renderingu włącznie zazwyczaj wiążą się z koniecznością eksportu modelu do otwartego formatu wymiany danych i importu do wyspecjalizowanego oprogramowania 3D takiego jak 3DSMax, Blender lub Cinema4D. Tam następuje proces tworzenia materiałów, ustawiania kadrów oraz renderingów. Niejednokrotnie jest to czasochłonne, po pierwsze ze względu na poszczególne ustawienia sceny, które wymagają licznych prób i poprawek, a po drugie z powodu samego procesu renderingu. Jest on wykonywany zazwyczaj w technologii

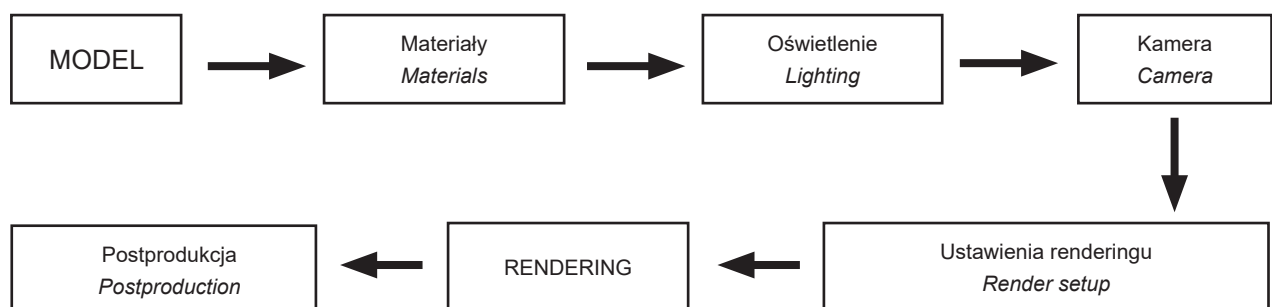
Gymnastic Center in Moscow. The building, completed in 2019, is characterized by an extraordinary free form of roofing reminiscent of a gymnastic ribbon.

The use of live-link technology brought many benefits to the project. First, it made it possible to create and control the shape of the roof. The attitude towards unrestricted freedom in creating forms brings to mind Bauhaus's aspirations towards freedom and openness of plans. These desires were transferred to the third dimension thanks to new methods of generating objects. Another aspect was the possibility of automating the modeling of the steel truss supporting the roof. It was also possible to select the optimal arrangement of the panels to reconcile the aesthetics, load-bearing capacity of the elements and their feasibility [13]. The achieved Vitruvian consensus between the form perfect for the designer's assumptions, its functionality and construction is the result of the efficient adaptation of technology to the designer's vision. Undoubtedly there is a correlation here with the approach to the machine postulated by Bauhaus.

### *Live-link on visualisation stage*

The second stage of the research on the possibilities of live-link solutions conducted by the author of this text was devoted to the process of visualization of designed buildings. It can be divided into the general parts shown in Figure 5.

The listed steps may appear in different order, moreover, not all of them have to be performed to receive the visualization. The study assumes work on a project implemented in BIM technology, therefore the process of the model prepared strictly for the purposes of visualization was omitted due to the fact of having a ready model created during the design phase. The subsequent stages, including rendering, usually involve the need to export the model to an open data exchange format and import to specialized 3D software such as 3DSMax, Blender or Cinema4D. There the process of creating materials, setting frames and renderings takes place. This is often time-consuming, firstly because of the individual scene settings that require numerous trials and corrections, and secondly because of the rendering process itself. It is usually performed in a raytracing technology, which often takes many hours. Combined with the complexity of the issue, this results in



II. 5. Standardowy proces przygotowania wizualizacji (oprac. J. Szot)

Fig. 5. Usual visualization process (elaborated by J. Szot)



raytracing, co trwa niejednokrotnie wiele godzin. W połączeniu ze złożonością zagadnienia skutkuje to koniecznością poświęcenia znacznego nakładu pracy, aby w pełni obsłużyć proces. Co gorsza, każda zmiana wprowadzona do projektu często wiązać się będzie z powtórzeniem części lub całości opisanego procesu.

Pierwszą próbą wyjścia naprzeciw opisanym kwestiom jest wprowadzanie na rynek kolejnych silników graficznych czasu rzeczywistego [14]–[16]. Operują one metodami przetwarzania obrazu, które znane są z gier komputerowych, gdzie obraz wraz ze wszystkimi efektami graficznymi jest przedstawiany odbiorcy w czasie rzeczywistym. Silniki te, takie jak Lumion, Twinmotion czy Enscape, dostarczane są razem z gotowymi bibliotekami elementów potrzebnych do wykonania wizualizacji. Pozwala to zatem oszczędzić dużo czasu niezbędnego do ich wcześniejszego przygotowania. Zastosowanie wspomnianych silników stanowi spore uwolnienie zasobów czasowych również z tytułu czasu renderingu, który w stosunku do klasycznych metod opartych na raytracingu jest w zasadzie zredukowany do minimum.

Pełen potencjał wpływu silników na praktykę architektoniczną widać jednak dopiero po wprowadzeniu do całego układu wtyczek live-link. Pozwalają one na przesłanie modelu BIM-owskiego bezpośrednio z oprogramowania źródłowego do silnika graficznego. Każda zmiana wprowadzona w modelu nie generuje już konieczności ponownego eksportu i importu modelu. Wszystko jest aktualizowane automatycznie za pomocą odpowiedniego przycisku w programie [17].

W tym przypadku obiektem badań został budynek wieżowca z poprzedniej próby wraz z wymodelowanym kontekstem. Zastosowano tu rozszerzenie łączące programy ArchiCAD oraz Twinmotion o nazwie Direct Link dla programu ArchiCAD. Mając budynek wraz z zarysowanym kontekstem, można przenieść go w łatwy sposób do silnika za pomocą odpowiedniej opcji dostarczanej we wtyczce.

Dalsza praca w silniku charakteryzuje się wyjątkową prostotą. Z jednej strony jest to wynik przemyślanej konstrukcji narzędzia, z drugiej zaś jest to zasługa bogactwa wbudowanych bibliotek elementów dopełniających przedstawianą przestrzeń. Sprawna i przystępna formuła kontroli warunków czasowych i pogodowych oraz efektów graficznych otwierają szerokie pole do poszukiwań estetycznych w zakresie prezentacji projektów. Dodatkowym atutem jest możliwość szybkiej konwersji suchego modelu zaprojektowanego budynku w tętniący życiem dynamiczny wycinek świata. Całość może być później źródłem zarówno statycznych obrazów, jak i filmów, animacji czy wirtualnych spacerów. Daje to niespotykane dotąd możliwości w zakresie zwiększania immersji projektowanej przestrzeni dla architektów, ale też – przede wszystkim – klientów, którzy mogą całkowicie zanurzyć się w wizji projektanta i dokonywać jej swobodnej eksploracji.

Wspomniana łatwość w działaniach graficznych wcale jednak nie musi być jednoznaczna ze spadkiem wartości prezentowanych obrazów. Szerokie możliwości graficzne, jakie daje program, są niejako pretekstem do poszukiwań własnego języka estetyki, który sam w sobie potrafi być wartością nie do przecenienia. Przywodzi to na myśl

the need to spend a significant amount of work to fully handle the process. What is worse, any change made to the design will often involve repeating a part or the whole of the described process.

The first attempt to address these issues is the introduction of new real-time graphics engines to the market [14]–[16]. They use image processing methods known from computer games, where the image with all graphic effects is presented to the recipient in real time. These engines, such as Lumion, Twinmotion or Enscape, are delivered together with ready libraries of elements needed to perform the visualization. Therefore, it saves a lot of time necessary for their earlier preparation. The use of the aforementioned engines is a significant release of time resources also in terms of rendering time, which is basically reduced to a minimum compared to the classic methods based on raytracing.

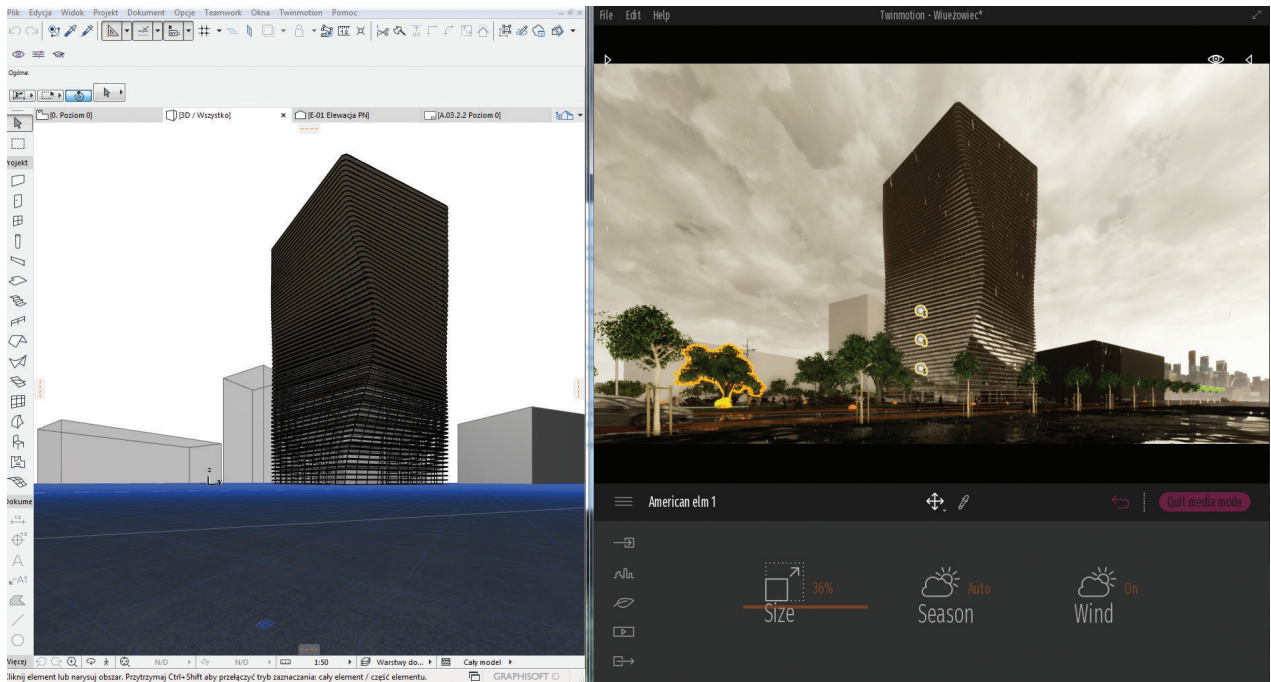
The full potential of the impact of engines on architectural practice, however, becomes apparent only after the introduction of live-link plugins to the workflow. They allow us to transfer the BIM model directly from the source software to the graphics engine. Each change made to the model no longer generates the need to re-export and import the model. Everything is updated automatically using the appropriate button in the program [17].

In this case, the object of research was the building of a skyscraper from the previous sample, with the modeled context. An extension connecting ArchiCAD and Twinmotion programs called Direct Link for ArchiCAD was used here. With the building and neighboring context, it can easily be transferred to the engine using the dedicated option provided in the application.

Further work in the engine is characterized by exceptional simplicity. On the one hand, it is the result of a well-thought-out design of the tool, on the other hand, it is due to the richness of built-in libraries of elements complementing the presented space. The efficient and accessible formula for controlling time and weather conditions as well as graphic effects opens up a wide field for aesthetic searches in the field of project presentation. An additional advantage is the ability to quickly convert a synthetic model of the designed building into a vibrant and dynamic part of the world. The whole thing can later be a source of static images as well as films, animations or digital walkthroughs. This gives unprecedented opportunities to increase the immersion of the designed space for architects, but also – above all – for clients who can completely immerse themselves in the designer's vision and freely explore it.

The aforementioned ease in graphic activities, however, does not necessarily mean a decrease in the value of the presented images. The extensive graphic possibilities offered by the program are a kind of a pretext to search for your own language of aesthetics, which in itself can be a great value. This brings to mind artistic considerations and the search for new languages of expression in the age of the machine, when Bauhaus, under the influence of changing technologies, actively created the foundations of today's aesthetic values based on technical achievements of that period or derived from them.





Il. 6. Jednoczesna praca w programie ArchiCAD oraz Twinmotion (oprac. J. Szot)

Fig. 6. Simultaneous cooperation between ArchiCAD and Twinmotion (elaborated by J. Szot)

artystyczne rozważania i poszukiwanie nowych języków wyrazu w wieku maszyny, kiedy Bauhaus pod wpływem zmieniających się technologii aktywnie kreował podwaliny dzisiejszych wartości estetycznych opartych na dokonaniach technicznych z tamtego okresu lub będących ich pochodną.

Łączenie narzędzi do modelowania BIM z renderowaniem czasu rzeczywistego (il. 6) umożliwia w sposób niewymagający dodatkowych kwalifikacji realistyczną prezentację projektu dzięki wierności formalnej modeli BIM-owskich [8] połączonej z ich sprawnym oraz atrakcyjnym przedstawieniem wizualnym (il. 7). Należy jednak wspomnieć, że przygotowywanie wizualizacji nie zwalnia ich twórcy z posiadania wiedzy i umiejętności w zakresie kompozycji czy pracy z kolorem. Ustawienie kamery, korekcja tonalna czy dobór tła oraz innych parametrów obrazu leżą po stronie projektanta.

Przykładem zastosowania omawianego rozwiązania w praktyce są prace Scenario Architecture, londyńskiego

Combining BIM modeling tools with real-time rendering (Fig. 6) enables realistic presentation of the project in a way that does not require any additional qualifications thanks to the formal accuracy of BIM models [8] combined with their efficient and attractive visual presentation (Fig. 7). However, it should be mentioned that the preparation of visualizations does not exempt their creator from having knowledge and skills in the field of composition or color management skills. correction or the choice of background and other image parameters are the responsibility of the designer.

An example of the application of the discussed solution in practice are the works of Scenario Architecture, a London design office dealing with residential architecture, laureate of 2018 RIBA London Award. The office is known for its openness to new technologies in the field of communication with clients. By using the Direct Link plugin at all stages of the investment, designers can quickly, easily and relatively effectively turn their visions



Il. 7. Przykładowe wizualizacje (oprac. J. Szot)

Fig. 7. Sample visualizations (elaborated by J. Szot)

biura projektowego zajmującego się architekturą mieszkaniową, laureata m.in. nagrody 2018 RIBA London Award. Biuro znane jest z otwartości na nowe technologie w zakresie komunikacji z klientami. Poprzez zastosowanie wtyczki Direct Link na wszystkich etapach realizacji inwestycji projektanci mogą w szybki, łatwy i relatywnie efektywny sposób ubierać swoje wizje w obrazy, co znacznie usprawnia pracę z klientem [18].

Redukcja czasu renderingu pozwala tutaj na pozyskanie dodatkowych zasobów na dopracowanie projektów, a co za tym idzie potencjalnego wzrostu jakości kreowanej przestrzeni. Ponadto możliwość szybkiej wizualizacji projektów daje możliwość lepszej kontroli aranżowanych przestrzeni.

Chociaż obrazy powstałe z wykorzystaniem omawianego silnika graficznego są bez wątpienia atrakcyjne wizualnie, wyraźnie jednak odbiegają wiernością naśladowania rzeczywistości od konwencjonalnych metod opartych na raytracingu. Technologie bazujące na renderingu czasu rzeczywistego pozostają zatem w cieniu metod konwencjonalnych na poziomie narzędzi dedykowanych projektantom.

### *Inne przykłady zastosowania wtyczek live-link*

Artykuł w części badawczej nie wyczerpuje zastosowania wszystkich możliwych połączeń narzędzi opartych na wtyczkach live-link. Spośród pozostałych narzędzi warto wymienić takie połączenia jak:

- Rhinoceros/Grasshopper–Tekla Structures: połączenie projektowania algorytmicznego z programem do wykonywania modeli konstrukcji w technologii BIM [19];
- Rhinoceros/Grasshopper–Revit: wtyczka o nazwie Grevit umożliwiająca połączenie projektowania parametrycznego w środowisku BIM [20];
- Dynamo dla programu Revit: połączenie architektury parametrycznej ze środowiskiem programu Revit; rozwiązanie dedykowane platformie Autodesk [21];
- Twinmotion–pozostałe programy do tworzenia koncepcji oraz modeli obiektów: można tu wyróżnić programy takie jak Sketchup Pro, Revit czy RikCAD [17];
- Lumion–oprogramowanie BIM: połączenie kolejnego silnika graficznego czasu rzeczywistego z programami takimi jak Sketchup Pro, ArchiCAD, Revit, Rhinoceros czy Vectorworks [15];
- Enscape–oprogramowanie BIM: połączenie silnika graficznego czasu rzeczywistego z programami takimi jak ArchiCAD, Revit, Sketchup Pro, Rhinoceros [16].

Zróżnicowana paleta narzędzi pozwala na dobór najlepszego oprogramowania dla projektanta. Każde z połączeń poprzez synergę potencjału różnych narzędzi otwiera nowe możliwości w zakresie tworzenia oraz prezentacji projektów.

### *Wnioski i dyskusja*

Wnioski z przeprowadzonych badań zostały podzielone na trzy części. Poświęcono je kolejnym aspektom: zastosowaniu łączy narzędzi parametrycznych ze środowiskiem BIM, współpracy środowiska BIM z silnika-

into images, which significantly improves work with the client [18].

Reducing the rendering time allows us to obtain additional resources for refining projects, and thus a potential increase in the quality of the created space. In addition, the possibility of quick visualization of projects gives the possibility of better control of the arranged spaces.

Although the images created with the use of the discussed graphics engine are undoubtedly visually attractive, they clearly differ from the fidelity of imitating reality from conventional methods based on raytracing. Real-time rendering technologies are therefore overshadowed by conventional methods at the designer tool level.

### *Other examples of live-link extensions*

The article in the research part does not exhaust the application of all possible combinations of tools based on live-link plugins. Among the remaining tools, it is worth mentioning such connections as:

- Rhinoceros/Grasshopper–Tekla Structures: combination of algorithmic design with a program for making construction models in BIM technology [19];
- Rhinoceros/Grasshopper–Revit: a plugin called Grevit that allows to combine parametric design in a BIM environment [20];
- Dynamo for Revit software: combination of parametric architecture with the Revit environment; a solution dedicated to the Autodesk platform [21];
- Twinmotion– other software for creating concepts and models of objects: programs such as Sketchup Pro, Revit or RikCAD [17];
- Lumion– BIM software: combining another real-time graphics engine with programs such as Sketchup Pro, ArchiCAD, Revit, Rhinoceros or Vectorworks [15];
- Enscape– BIM software: a combination of a real-time graphics engine with programs such as ArchiCAD, Revit, Sketchup Pro, Rhinoceros [16].

The diverse selection of tools allows us to choose the best software for the designer. Each of the connections, through the synergy of the potential of various tools, opens up new possibilities in terms of creating and presenting projects.

### *Conclusions and discussion*

The conclusions from our research were divided into three parts. They were devoted to other aspects such as the use of combining parametric tools with the BIM environment, cooperation of the BIM environment with real-time graphics engines and the role of the architect in the entire creative process in the face of the intensified digitization of the design process.

The combination of parametric architecture and BIM modeling environments gives designers almost complete freedom in the field of building formation, with the possibility of their automated documentation, implementing the designer's vision while remaining faithful to his ideas. In addition to wide freedom of generating forms, the parametric environment also creates many additional

mi graficznymi czasu rzeczywistego oraz roli architekta w całym procesie twórczym w obliczu zintensyfikowanej cyfryzacji procesu projektowego.

Połączenie środowisk architektury parametrycznej oraz modelowania BIM daje projektantom niemalże całkowitą wolność w zakresie formowania budynków, przy jednoczesnej możliwości zautomatyzowanej ich dokumentacji urzeczywistniającej wizję projektanta z zachowaniem wierności jego idei. Poza szeroką swobodą generowania form, środowisko parametryczne stwarza również wiele dodatkowych opcji poświęconych analizie modelu, a co za tym idzie – ewentualnych zmian związanych z poprawianiem wyników tych analiz. Mowa tu o analizach strukturalnych, środowiskowych czy energetycznych. Środowisko programu Grasshopper wzbogacone o różnego rodzaju dodatkowe wtyczki pozwala na testowanie rozwiązań projektowych pod wieloma kątami. Skutkiem jest podejmowanie możliwie najlepszych decyzji dla danego przypadku. Wymaga to nie tylko sprawności w zakresie zręczności matematycznej, ale też artystycznej wrażliwości pozwalającej na wydobywanie piękna z algorytmu. Wszelchność ta przywołuje na myśl wymagania stawiane adeptom szkoły weimarskiej. Architekt poza rzemieślniczą umiejętnością posługiwania się narzędziem musi również potrafić wydobyć transcendentne piękno poprzez synergię wiedzy i umiejętności ze zróżnicowanych dziedzin.

Zastosowanie rozwiązań typu live-link na etapie wizualizacji niesie za sobą przede wszystkim korzyści związane ze sprawniejszą komunikacją z klientem. Praktycznie zerowe wymagania w zakresie kompetencji w dziedzinie grafiki 3D oraz obszerne biblioteki sprawiają, że tworzenie wizualizacji nie trwa godzinami, co pozwala na poświęcenie odzyskanego czasu na dopracowywanie projektu nie tylko pod względem jego funkcjonalności, lecz również w sferach sztuki nadającego projektowi indywidualny charakter oraz autorskie piękno, będące wyrazem myśli twórczej projektanta. Trzeba tu zwrócić uwagę na fakt, że mimo wszystko rendering w technologii raytracing nadal daje najlepsze efekty wizualne i silniki graficzne czasu rzeczywistego, pomimo uzyskiwania dobrych efektów wizualnych, nadal nie dorównują wierności w naśladowaniu rzeczywistości konwencjonalnym metodom wykonywania wizualizacji. Omawiane narzędzie jest zatem skierowane bardziej w stronę projektantów jako narzędzie usprawniania komunikacji z klientami aniżeli substytut narzędzi do tworzenia wizualizacji przez profesjonalnych grafików. Wskazuje to kierunek, w jakim poszło rzemiosło cyfrowe w architekturze, oraz potrzebę udziału sprawnego rzemieślnika dla osiągnięcia najlepszych efektów. W ten sposób architekt, wynosząc swoją pracę do rangi sztuki, nadawać będzie nowy wymiar przekazowi swoim wizjom, obrazom architektury, a co za tym idzie – samej architektury. Bez wątplenia jednak prostota narzędzi oraz bogaty zbiór środków wyrazu zawarty w tych silnikach dają projektantom większe niż dotychczas możliwości w zakresie prezentacji wizualnych autorskich idei.

Zastosowanie nowoczesnych technologii w projektowaniu ma na celu przede wszystkim automatyzację powtarzalnych czynności wykonywanych zwykle przez architekta. Zmiany w procesie twórczym skłaniają do

opcji związanych z analizą modelu, a tym samym – możliwe zmiany związane z poprawianiem wyników tych analiz. Strukturalne, środowiskowe i energetyczne analizy są tutaj omówione. Środowisko Grasshopper, wzbogacone o różne dodatkowe wtyczki, umożliwia testowanie rozwiązań z wielu perspektyw. Kluczem jest podjęcie najlepszych decyzji dla danego przypadku. Wymaga to nie tylko sprawności matematycznej, ale także artystycznej wrażliwości pozwalającej na wydobycie piękna z algorytmu. Ta wszechstronność przypomina wymagania stawiane studentom szkoły weimarskiej. Architekt, oprócz umiejętności technicznych, musi być także w stanie wydobycie transcendentnego piękna poprzez synergię wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin.

Użycie rozwiązań typu live-link na etapie wizualizacji przynosi wiele korzyści związanych z lepszą komunikacją z klientem. Praktycznie zerowe wymagania w zakresie kompetencji w dziedzinie grafiki 3D oraz obszerne biblioteki sprawiają, że tworzenie wizualizacji nie trwa godzinami, co pozwala na poświęcenie odzyskanego czasu na dopracowywanie projektu nie tylko pod względem jego funkcjonalności, lecz również w sferach sztuki nadającego projektowi indywidualny charakter oraz autorskie piękno, będące wyrazem myśli twórczej projektanta. Trzeba tu zwrócić uwagę na fakt, że mimo wszystko rendering w technologii raytracing nadal daje najlepsze efekty wizualne i silniki graficzne czasu rzeczywistego, pomimo uzyskiwania dobrych efektów wizualnych, nadal nie dorównują wierności w naśladowaniu rzeczywistości konwencjonalnym metodom wykonywania wizualizacji. Omawiane narzędzie jest zatem skierowane bardziej w stronę projektantów jako narzędzie usprawniania komunikacji z klientami aniżeli substytut narzędzi do tworzenia wizualizacji przez profesjonalnych grafików. Wskazuje to kierunek, w jakim poszło rzemiosło cyfrowe w architekturze, oraz potrzebę udziału sprawnego rzemieślnika dla osiągnięcia najlepszych efektów. W ten sposób architekt, wynosząc swoją pracę do rangi sztuki, nadawać będzie nowy wymiar przekazowi swoim wizjom, obrazom architektury, a co za tym idzie – samej architektury. Bez wątplenia jednak prostota narzędzi oraz bogaty zbiór środków wyrazu zawarty w tych silnikach dają projektantom większe niż dotychczas możliwości w zakresie prezentacji wizualnych autorskich idei.

Użycie nowoczesnych technologii w projektowaniu ma na celu przede wszystkim automatyzację powtarzalnych czynności wykonywanych zwykle przez architekta. Zmiany w procesie twórczym skłaniają do

opcji związanych z analizą modelu, a tym samym – możliwe zmiany związane z poprawianiem wyników tych analiz. Strukturalne, środowiskowe i energetyczne analizy są tutaj omówione. Środowisko Grasshopper, wzbogacone o różne dodatkowe wtyczki, umożliwia testowanie rozwiązań z wielu perspektyw. Kluczem jest podjęcie najlepszych decyzji dla danego przypadku. Wymaga to nie tylko sprawności matematycznej, ale także artystycznej wrażliwości pozwalającej na wydobycie piękna z algorytmu. Ta wszechstronność przypomina wymagania stawiane studentom szkoły weimarskiej. Architekt, oprócz umiejętności technicznych, musi być także w stanie wydobycie transcendentnego piękna poprzez synergię wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin.



przemysła nad jego rolę w projektowaniu. Automatyzacja kolejnych czynności stawia projektanta w roli menedżera procesu twórczego. Jest on źródłem idei oraz osobą kontrolującą proces twórczy. Już John Frazer w swojej futurystycznej publikacji *An Evolutionary Architecture* opisał projektanta jako katalizatora procesu twórczego [22]. Za przykładem Bauhausu warto jednak poszukiwać balansu pomiędzy technologią a czynnikiem ludzkim w projektowaniu, tak aby uczynić je sprawniejszym i bardziej dopasowanym do obecnych czasów, zachowując jednak indywidualny ślad jej twórcy.

Cały czas głównym medium wyrażania wizji projektanta jest przecież obraz. Choć wykonywanie go w nowych technikach z zastosowaniem komputera z całą pewnością pozwala na przyspieszenie i uproszczenie pewnych procesów, to nadal wymagane są te same umiejętności, jakimi są kompozycja, zarządzanie kolorem czy czytelność przekazu, aby trafnie ilustrować swoje pomysły. Komputer, aby móc stać się skutecznym akcesorium do projekcji myśli twórczej projektanta, wymaga rzemieślniczego opanowania, nie mniej niż malarstwo czy rysunek. Wrażliwość, wyobraźnia, rozumienie przestrzeni to czynniki, które w procesie kreacji obecne były, są i będą, by konteksty naszej egzystencji pozostawały na odpowiednim poziomie, dając satysfakcję i architektowi, i użytkownikowi. Generowane za pomocą elektronicznych mediów obrazy architektury, przy konfrontacji z rzeczywistością, mają bowiem nadal pozostawać w sferze piękna i wygody w użytkowaniu.

sage are still required to accurately illustrate our ideas. To be able to become an effective accessory for the projection of a designer's creative thought, a computer requires a skill of craftsmanship, no less than painting or drawing. Sensitivity, imagination, and understanding of space are factors that were, are and will be present in the process of creation, so that the contexts of our existence remain at the appropriate level, giving satisfaction to both the architect and the user. Images of architecture generated with the use of electronic media, when confronted with reality, are to remain in the sphere of beauty and convenience in use.

Translated by  
Jan Szot

### Bibliografia/References

- [1] Banham R., *Rewolucja w architekturze*, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1979.
- [2] Bayer H., Gropius W., Gropius I., *Bauhaus 1919–1928*, The Museum of Modern Art, New York 1938.
- [3] *The Morpheus Hotel: From Design to Production: Live Webinar*, <https://vimeo.com/203509846#t=35m36s> [accessed: 20.03.2020].
- [4] Fontan E., *Archicad and Rhino & Grasshopper connection*, <http://www.weareenzyme.com/archicad-and-rhinograsshopper-connection/> [accessed: 20.03.2020].
- [5] Zeljic A., *Shanghai Tower Façade Design Process*, [w:] B.A. Baskaran (ed.), *International Conference on Building Envelope Systems and Technologies, Vancouver 2010*, British Columbia Building Envelope Council, Vancouver 2010, [https://www.gensler.com/uploads/document/242/file/Shanghai\\_Tower\\_Façade\\_Design\\_Process\\_11\\_10\\_2011.pdf](https://www.gensler.com/uploads/document/242/file/Shanghai_Tower_Façade_Design_Process_11_10_2011.pdf) [accessed: 12.01.2020].
- [6] [b.a.], *NBBJ: Parametric Strategies in the Design of Hangzhou Stadium*, <http://www.theprovingground.org/2009/12/parametric-strategies-in-design-of.html> [accessed: 20.03.2020].
- [7] Henriksen R., *Optimisation vs. Adaptation: Multi-Parameter Optimisation*, <https://www.unstudio.com/en/page/8629/optimisation-vs-adaptation-multi-parameter-optimisation> [accessed: 20.03.2020].
- [8] Tomana A., *BIM – innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy, standardy, narzędzia*, Andrzej Tomana, Kraków 2016.
- [9] Kasznia D., Magiera J., Wierzowiecki P., *BIM w praktyce. Standardy, wdrożenie, case study*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
- [10] Bonenberg W., Giedrowicz M., Radziszewski K., *Współczesne projektowanie parametryczne w architekturze*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2019.
- [11] Nassery F., Sikorski P., *Nowe możliwości kształtowania elewacji z wykorzystaniem projektowania parametrycznego*, „Środowisko Mieszkanio-we” 2018, nr 23, 110–121, doi: 10.4467/25438700SM.18.040.9205.
- [12] Aydin M., Yaman H., *An Analysis of Dynamic Live Connection Workflow between Building Information Modeling and Algorithmic Design with Grasshopper® & ArchiCAD® Software*, [https://www.researchgate.net/publication/323425218\\_An\\_Analysis\\_of\\_Dynamic\\_Live\\_Connection\\_Workflow\\_between\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_and\\_Algorithmic\\_Design\\_with\\_GrasshopperR\\_ArchiCAD\\_Software?fbclid=IwAR3-bpWy-g8XmdjWa22e977sk4C-8t27ep0g2EQpESOUfyiP2tdA-M1ZNVXo](https://www.researchgate.net/publication/323425218_An_Analysis_of_Dynamic_Live_Connection_Workflow_between_Building_Information_Modeling_and_Algorithmic_Design_with_GrasshopperR_ArchiCAD_Software?fbclid=IwAR3-bpWy-g8XmdjWa22e977sk4C-8t27ep0g2EQpESOUfyiP2tdA-M1ZNVXo) [accessed: 4.01.2020].
- [13] Graphisoft, *Case study – Irina Viner-Usmanova Rhythmic Gymnastics Center in the Luzhniki Complex, Moscow, Russia*, [https://www.graphisoft.com/users/bim-case-studies/crg-cpu-pride.html?fbclid=IwAR0pjO0DmrAjqikLaQLi1J4\\_AxdxiOZtOujPziMd5nW-16nN3FTvvELd47vw](https://www.graphisoft.com/users/bim-case-studies/crg-cpu-pride.html?fbclid=IwAR0pjO0DmrAjqikLaQLi1J4_AxdxiOZtOujPziMd5nW-16nN3FTvvELd47vw) [accessed: 12.01.2020].
- [14] <https://www.unrealengine.com/en-US/twinmotion> [accessed: 20.03.2020].
- [15] <https://lumion.pl/> [accessed: 20.03.2020].
- [16] <https://enscape3d.com/> [accessed: 20.03.2020].
- [17] <https://www.unrealengine.com/en-US/twinmotion/plugins> [accessed: 12.01.2020].
- [18] Unreal Engine, *Real-time archviz helps Scenario Architecture win clients and speed up sign-offs*, <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/real-time-archviz-helps-scenario-architecture-win-clients-and-speed-up-sign-offs> [accessed: 13.11.2019].
- [19] [https://teklstructures.support.tekla.com/not-version-specific/en/ext\\_grasshopperteklalink](https://teklstructures.support.tekla.com/not-version-specific/en/ext_grasshopperteklalink) [accessed: 20.03.2020].
- [20] <http://grevit-dev.github.io/Grevit/> [accessed: 20.03.2020].
- [21] <https://dynamobim.org/> [accessed: 20.03.2020].
- [22] Frazer J., *An Evolutionary Architecture*, Architectural Association Publications, London 1995.

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono możliwości, jakie niosą ze sobą rozwiązania typu live-link w warsztacie architekta. Punktem odniesienia były zarówno obecne praktyki projektowe, jak i model procesów twórczych uformowany przez Bauhaus. W opracowaniu przeanalizowano możliwości zastosowania nowych technologii na etapie formowania bryły koncepcyjnej budynku oraz tworzenia wizualizacji zaprojektowanego obiektu.

Testy związane z konceptualizacją budynku zostały wykonane z zastosowaniem metod komputacyjnych sprzężonych ze środowiskiem BIM (Building Information Modeling) na przykładzie roboczego modelu przygotowanego na potrzeby badania. Przedstawiono przepływ informacji oraz możliwość pracy na kilku narzędziach w czasie rzeczywistym, co stanowi znaczne usprawnienie dla weryfikacji różnych wariantów formalnych. Poza rozważaniami laboratoryjnymi nieosadzonymi w rzeczywistych realiach przytoczono przykład zrealizowanego już budynku, w którym opisywane metody odegrały kluczową rolę w zakresie formowania bryły. Wykazano również aktualność oraz użyteczność wybranych założeń Bauhausu w opisywanych procesach.

W przypadku wizualizacji nastąpiło połączenie środowiska BIM oraz silników renderujących obraz w czasie rzeczywistym. Prosta forma budynku przygotowana w pierwszej próbie badawczej została umieszczona w środowisku graficznym umożliwiającym sprawne wykonywanie przedstawień projektowanej przestrzeni. Postawiono tu nacisk na rolę warsztatu i wiedzy teoretycznej projektanta w osiągnięciu efektów o najwyższej jakości, co również pozwala na korelację postaw architekta – rzemieślnika oraz architekta – artysty w epoce Bauhausu oraz dzisiaj.

Rezultatem przeprowadzonych prób jest wniosek, że architekt, pomimo zintensyfikowanej cyfryzacji, nie może ztracać usankcjonowanych przez Bauhaus przymiotów artysty i rzemieślnika. Zwrócono również uwagę na wpływ, jaki wywierają możliwości technologiczne na formy budynków, co również było zauważalne w szkole weimarskiej widzącej w maszynie sprzymierzeńca i medium twórcze. Rozwój technologii i narzędzi cyfrowych wprowadza nieznanne dotąd możliwości twórcze, jednak ich pełna implementacja nie może się odbywać bez atrybutów architekta takich jak rzemiosło czy zmysł artystyczny.

**Słowa kluczowe:** live-link, Grasshopper, BIM, wizualizacja

### **Abstract**

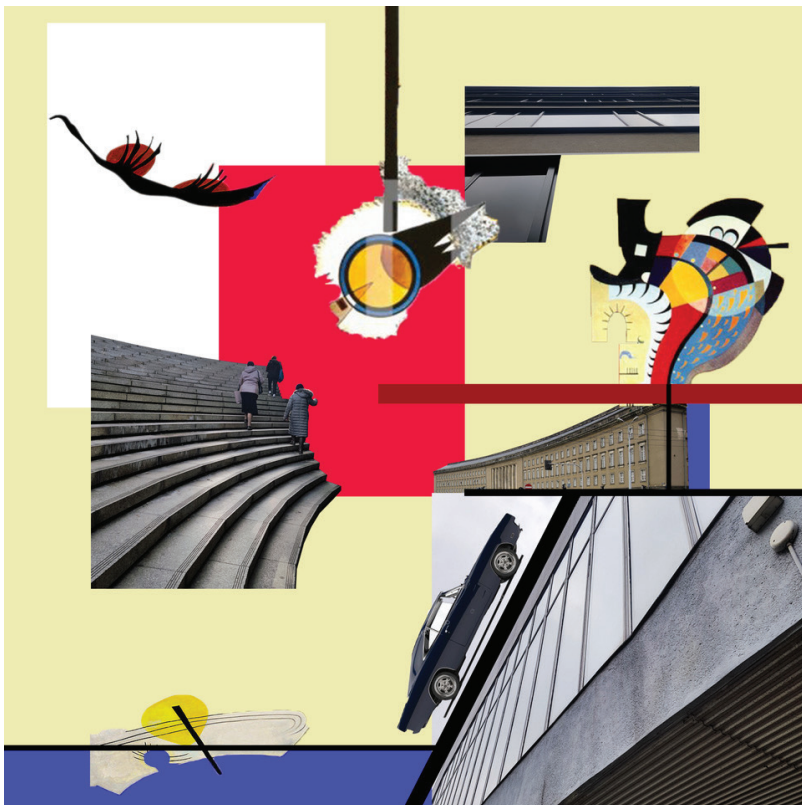
The article presents the possibilities offered by live-link solutions in an architect's workshop. The point of reference was both the current design practices and the model of creative processes formed by the Bauhaus. The study analyzed the possibilities of using new technologies at the stage of forming the conceptual body of the building and creating a visualization of the designed object.

Tests related to the conceptualization of the building were carried out using computational methods coupled with the BIM environment (Building Information Modeling) on the example of a working model prepared for the purpose of the study. Information flow and the possibility of working on several tools in real time are presented, which is a significant improvement in the verification of various formal variants. In addition to laboratory considerations not embedded in real conditions, an example of an already completed building was given, in which the described methods played a key role in the formation of the body. The validity and utilitarian nature of selected Bauhaus assumptions in the described processes have also been demonstrated.

In the case of visualization, the BIM environment and real-time image rendering engines were combined. The simple form of the building, prepared in the first research trial, was placed in a graphic environment enabling efficient performance of representations of the designed space. The emphasis here is on the role of the designer's workshop and theoretical knowledge in achieving the highest quality effects, which also allows for the correlation of the attitudes of an architect – craftsman and architect – artist in the Bauhaus era and today.

The result of the tests carried out is the conclusion that the architect, despite the intensified digitization, cannot lose the qualities of an artist and craftsman sanctioned by the Bauhaus. Attention was also paid to the influence of technological possibilities on the forms of buildings, which was also noticeable in the Weimar school, which saw in the machine an ally and a creative medium. The development of technologies and digital tools introduces previously unknown creative possibilities, but their full implementation cannot take place without the architect's attributes such as craftsmanship or artistic sense.

**Key words:** live-link, Grasshopper, BIM, visualization



Fotografia cyfrowa, kolaż  
(A. Rabięga)

Digital photography, collage  
(A. Rabięga)