

Artificial intelligence – tool for the design of building structures

Sztuczna inteligencja – narzędzie do projektowania konstrukcji budowlanych

DOI: 10.15199/33.2026.09.14

Abstract: The paper presents the possibilities of applying artificial intelligence in the structural design of building structures, with particular emphasis on conceptual design, automation of design processes, and integration of AI tools with the BIM environment. The limitations associated with the use of artificial intelligence models are also discussed, including the issue of designer responsibility, the risk of incorrect data interpretation, and the lack of physical understanding of structural behavior by language models. It was indicated that despite the dynamic development of AI technologies, responsibility for structural safety still remains on the designer's side.

Keywords: artificial intelligence; structural design; industrial construction; BIM; language models; design automation.

Streszczenie: W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji w projektowaniu konstrukcji obiektów budowlanych, ze szczególnym uwzględnieniem projektowania koncepcyjnego, automatyzacji procesów projektowych oraz integracji narzędzi AI ze środowiskiem BIM. Omówiono również ograniczenia związane z wykorzystaniem modeli sztucznej inteligencji, w tym problem odpowiedzialności projektanta, ryzyko błędnej interpretacji danych oraz brak fizycznego rozumienia pracy konstrukcji przez modele językowe. Wskazano, że pomimo dynamicznego rozwoju technologii AI odpowiedzialność za bezpieczeństwo konstrukcji nadal pozostaje po stronie projektanta.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja; projektowanie konstrukcji; budownictwo przemysłowe; BIM; modele językowe; automatyzacja projektowania.

In recent years, there has been very rapid development of tools based on artificial intelligence (AI). The scale and pace of AI development mean that these changes are beginning to affect technical sectors that have so far been regarded as relatively resistant to the automation of decision-making processes. Only a few months ago, the capabilities of language models were limited mainly to text generation and simple data analysis, whereas today AI systems support the creation of geometric models, the analysis of technical documentation, the generation of programming code, and the automation of design processes. This development is exponential in nature, with successive generations of artificial intelligence models appearing at very short intervals [1]. The rapid development of technology means that the construction industry is now at the beginning of one of its greatest technological transformations since the widespread adoption of computer-aided design (CAD) and Building Information Modelling (BIM). Unlike conventional design-support tools, contemporary AI models can generate solutions whose underlying logical and computational processes cannot always be fully traced by the user.

The development of artificial intelligence is currently one of the key areas of the global technological race. AI technologies are being developed particularly intensively in the United States and China, which currently account for the largest number of patent applications related to artificial intelligence and provide substantial support for the development of education and technological infrastructure in this field [1, 2, 3]. Inre-

W ostatnich latach obserwowany jest bardzo dynamiczny rozwój narzędzi wykorzystujących sztuczną inteligencję (AI). Skala i tempo rozwoju technologii AI powodują, że zmiany te zaczynają obejmować również branże techniczne, dotychczas uznawane za relatywnie odporne na automatyzację procesów decyzyjnych. Jeszcze kilka miesięcy temu możliwości modeli językowych ograniczały się do generowania tekstu oraz prostych analiz danych, natomiast obecnie systemy AI wspomagają tworzenie modeli geometrycznych, analizę dokumentacji technicznej, generowanie kodu programistycznego, a także automatyzację procesów projektowych. Rozwój ten ma charakter wykładniczy, a kolejne generacje modeli sztucznej inteligencji pojawiają się w bardzo krótkich odstępach czasu [1]. Dynamiczny rozwój technologii powoduje, że budownictwo znajduje się obecnie na początku jednej z największych transformacji technologicznych od czasu upowszechnienia projektowania komputerowego CAD oraz środowiska BIM. W przeciwieństwie do klasycznych narzędzi wspomagających projektowanie współczesne modele AI mogą generować rozwiązania, których użytkownik nie jest w stanie w pełni prześledzić pod względem logicznym i obliczeniowym.

Rozwój sztucznej inteligencji jest obecnie jednym z kluczowych obszarów globalnego wyścigu technologicznego. Szczególnie intensywnie technologie AI rozwijane są w Stanach Zjednoczonych oraz Chinach, które posiadają obecnie największą liczbę zgłoszeń patentowych związanych ze sztuczną inteligencją oraz znacznie wspierają rozwój edukacji i infrastruktury technologicznej w tym obszarze [1÷3]. Zwiększenie możliwości obliczeniowych, rozwój modeli językowych oraz integracja systemów AI z platformami projektowymi powo-

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; slawomir.rowinski@pwr.edu.pl

ing computational capabilities, the development of language models, and the integration of AI systems with design platforms mean that these tools are also being used increasingly in structural design.

Contemporary building design requires the analysis of large amounts of data, multidisciplinary coordination, and the rapid preparation of multiple structural variants. The use of artificial intelligence tools to automate parts of the design process, generate geometric models, and support the analysis of design alternatives is particularly beneficial for repetitive structures. The development of generative design technologies and the integration of AI with the BIM environment mean that the design process may undergo major changes in the future (figure 1).

At the same time, it should be emphasised that artificial intelligence models do not verify structures in the engineering sense and do not bear responsibility for design decisions. AI systems analyse data on the basis of statistical patterns and large datasets, but they do not replace engineering knowledge, design experience, or the ability to interpret mechanical phenomena. This issue is particularly important in construction, where responsibility for structural safety remains with the designer.

This paper presents the possibilities and limitations of using artificial intelligence in the structural design of building structures, with particular emphasis on the impact of AI on the design process, the automation of engineering work, and the future role of the structural designer.

The emergence of AI is changing the way building structures are designed. One of the most dynamically developing areas is the generation of geometric models and parametric design. Contemporary tools using generative design algorithms enable the rapid creation of structural system variants on the basis of specified geometric, functional, or material parameters [4]. Such solutions are particularly applicable to structures with a high degree of geometric repetition, where multiple structural variants can be analysed at an early stage of design. The use of artificial intelligence can significantly reduce the time required to prepare a design concept and improve the optimisation of selected structural solutions.

The integration of AI tools with the BIM environment is also of considerable importance. Contemporary building information models constitute extensive databases containing building geometry, material parameters, construction information, and operational data. The use of artificial intelligence makes it possible to automate some processes related to BIM model analysis, multidisciplinary coordination, clash detec-

dują, że narzędzia te coraz częściej wykorzystywane są również w projektowaniu konstrukcji budowlanych.

Współczesne projektowanie obiektów budowlanych wymaga analizy dużej liczby danych, koordynacji międzybranżowej oraz szybkiego przygotowywania wielu wariantów konstrukcyjnych. Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji do automatyzacji części procesów projektowych, generowania modeli geometrycznych oraz wspomagania analiz wariantowych jest szczególnie zalecane w przypadku konstrukcji powtarzalnych. Rozwój technologii *generative design* oraz integracja AI ze środowiskiem BIM powodują, że proces projektowania może w przyszłości ulec dużym zmianom (rysunek 1).

Należy jednocześnie podkreślić, że modele sztucznej inteligencji nie prowadzą weryfikacji konstrukcji w znaczeniu inżynierskim oraz nie ponoszą odpowiedzialności za podejmowane decyzje projektowe. Systemy AI analizują dane na podstawie wzorców statystycznych i dużych zbiorów informacji, ale nie zastępują wiedzy inżynierskiej, doświadczenia projektowego oraz umiejętności interpretacji zjawisk mechanicznych. Problem ten ma szczególne znaczenie w budownictwie, gdzie odpowiedzialność za bezpieczeństwo konstrukcji nadal jest po stronie projektanta.

W artykule przedstawiono możliwości oraz ograniczenia wykorzystania sztucznej inteligencji w projektowaniu konstrukcji obiektów budowlanych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu AI na proces projektowy, automatyzację prac inżynierskich oraz przyszłą rolę projektanta konstrukcji.

Pojawienie się AI wprowadza zmianę sposobu projektowania konstrukcji budowlanych. Jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów jest generowanie modeli geometrycznych oraz projektowanie parametryczne. Współczesne narzędzia wykorzystujące algorytmy *generative design* umożliwiają szybkie tworzenie wariantów układów konstrukcyjnych na podstawie zadanych parametrów geometrycznych, funkcjonalnych lub materiałowych [4]. Rozwiązania tego typu znajdują zastosowanie szczególnie w obiektach o wysokim stopniu powtarzalności geometrycznej, gdzie możliwa jest analiza wielu wariantów konstrukcyjnych już na wstępnym etapie projektowania. Zastosowanie sztucznej inteligencji może znacznie ograniczyć czas przygotowania koncepcji projektowej oraz usprawnić proces optymalizacji wybranych rozwiązań konstrukcyjnych.

Istotne znaczenie ma również integracja narzędzi AI ze środowiskiem BIM. Współczesne modele informacyjne budynków stanowią obszerne bazy danych obejmujące geometrię obiektu, parametry materiałowe, informacje wykonawcze

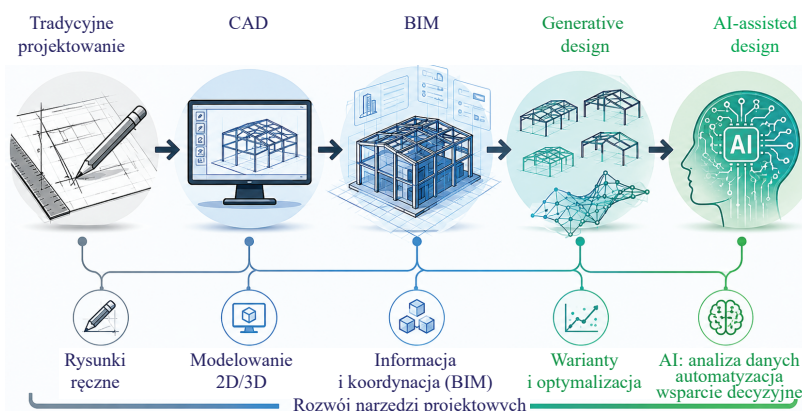


Fig. 1. Development of design tools

Rys. 1. Rozwój narzędzi projektowych

tion, and the generation of technical documentation [5]. In addition, AI-based language models are beginning to play an increasingly important role. Such systems can support designers in analysing technical documentation, searching for information in standards, generating technical descriptions, preparing material schedules, and automating some administrative tasks. In practice, this can reduce the time spent on repetitive activities and allow designers to focus more on the analysis of structural behaviour and the decision-making process.

Language models generate responses by analysing statistical relationships present in large datasets rather than by analysing the physical mechanisms governing structural behaviour. This means that the formal correctness of a generated description or calculation record does not necessarily imply a correct interpretation of the actual behaviour of a structural member. In practice, formally correct calculations or technical descriptions do not always imply a correct engineering analysis, particularly in the case of structures subjected to complex stress states, where a proper assessment of structural behaviour requires design experience and the ability to interpret mechanical phenomena. In such cases, the analysis is not limited to the correct formulation of mathematical relationships, but also includes the assessment of adopted assumptions, boundary conditions, and the consistency of the results with the actual behaviour of the structure. Practical aspects of using language models in the design process were also analysed, among other examples, in a diploma thesis completed at Wrocław University of Science and Technology [6]. The subject of the study was a steel dome with a diameter of 30 m and a height of 8 m. The parametrisation process included the automatic generation of successive rings, nodes, and structural members on the basis of adopted geometric parameters. For this purpose, the ChatGPT language model was used to support the creation of Python code, enabling rapid generation and modification of the structural geometry without the need to model individual members manually.

A designer's experience can be compared to successive steps climbed by an engineer as knowledge and professional practice are acquired. This process includes not only learning calculation methods, but also developing the ability to interpret structural behaviour, assess safety, and anticipate the actual consequences of adopted design solutions. Artificial intelligence can support data analysis and automate parts of the design process, but it does not replace engineering experience or the designer's responsibility for structural safety.

The rapid development of artificial intelligence models is also leading to a gradual transition from conventional design-support tools to partially autonomous systems. In recent years, there has been intensive development of learning models and systems capable of self-improvement through the analysis of large sets of design data. Further growth in computational capabilities and the development of quantum computing technologies may further increase the potential of artificial intelligence systems in the future. At present, however, it is difficult to determine unequivocally the scale of the impact of these technologies on the future structural design process. It can be expected that, in the coming years, artificial intelligence will

oraz dane eksploatacyjne. Wykorzystanie sztucznej inteligencji umożliwia automatyzację części procesów związanych z analizą modeli BIM, koordynacją międzybranżową, wykrywaniem kolizji oraz generowaniem dokumentacji technicznej [5]. Ponadto coraz większą rolę zaczynają odgrywać również modele językowe wykorzystujące sztuczną inteligencję. Systemy tego typu mogą wspomagać projektanta w analizie dokumentacji technicznej, wyszukiwaniu informacji normowych, generowaniu opisów technicznych, przygotowywaniu zestawień materiałowych oraz automatyzacji części prac administracyjnych. W praktyce oznacza to możliwość ograniczenia czasu poświęcanego na wykonywanie powtarzalnych czynności oraz większe skupienie projektanta na analizie pracy konstrukcji i procesie decyzyjnym.

Modele językowe generują odpowiedzi na podstawie analizy zależności statystycznych występujących w dużych zbiorach danych, a nie przez analizę fizycznych mechanizmów pracy konstrukcji. Oznacza to, że poprawność formalna wygenerowanego opisu lub zapisu obliczeń nie jest jednoznaczna z prawidłową interpretacją rzeczywistego zachowania elementu konstrukcyjnego. W praktyce poprawność formalna generowanych obliczeń lub opisów technicznych nie zawsze oznacza poprawność rzeczywistej analizy inżynierskiej, szczególnie w przypadku konstrukcji pracujących w złożonym stanie naprężeń, gdzie właściwa ocena pracy elementu wymaga doświadczenia projektowego oraz umiejętności interpretacji zjawisk mechanicznych. Analiza nie ogranicza się wówczas do poprawnego zapisania zależności matematycznych, lecz obejmuje również ocenę przyjętych założeń, warunków brzegowych oraz zgodności wyników z rzeczywistą pracą konstrukcji.

Praktyczne aspekty wykorzystania modeli językowych w procesie projektowania analizowano również m.in. w pracy dyplomowej realizowanej na Politechnice Wrocławskiej [6]. Przedmiotem opracowania była kopuła stalowa o średnicy 30 m i wysokości 8 m. Proces parametryzacji obejmował automatyczne generowanie kolejnych pierścieni, węzłów oraz elementów prętowych na podstawie przyjętych parametrów geometrycznych. W tym celu wykorzystano model językowy ChatGPT, który wspomagał tworzenie kodu w języku Python, umożliwiającego szybkie generowanie oraz modyfikację geometrii konstrukcji bez konieczności ręcznego modelowania poszczególnych elementów.

Doświadczenie projektanta można porównać do kolejnych stopni, po których inżynier porusza się wraz ze zdobywaną wiedzą i praktyką zawodową. Proces ten obejmuje nie tylko naukę metod obliczeniowych, lecz również rozwijanie umiejętności interpretacji pracy konstrukcji, oceny bezpieczeństwa oraz przewidywania rzeczywistych konsekwencji przyjmowanych rozwiązań projektowych. Sztuczna inteligencja może wspomagać analizę danych i automatyzować część procesów projektowych, jednak nie zastępuje doświadczenia inżynierskiego oraz odpowiedzialności projektanta za bezpieczeństwo konstrukcji.

Dynamiczny rozwój modeli sztucznej inteligencji powoduje również stopniowe przechodzenie od klasycznych narzędzi wspomagających projektowanie do systemów częściowo autonomicznych. W ostatnich latach obserwowany jest inten-

become an integral part of the design process. Its use will nevertheless require the preservation of engineering competence together with conscious verification of the correctness of generated solutions.

Limitations and risks associated with the use of AI in structural design

The rapid development of artificial intelligence is bringing not only technological change, but is also increasingly raising questions about the future role of the structural designer (figure 2). As the capabilities of AI models increase, there are growing expectations that some design processes may become fully automated in the future. In practice, this means that artificial intelligence systems may gradually take over some of the tasks currently performed by designers, making structural design increasingly accessible to virtually any user of AI tools. It is already possible to generate geometric models, structural schemes, technical descriptions, and preliminary computational analyses without advanced engineering knowledge. In the longer term, this may gradually blur the boundary between professional structural design and the automatic generation of technical solutions by digital systems. Simple calculations will not require, and in many cases already do not require, advanced knowledge.

At the same time, it should be emphasised that structural design is not limited solely to performing calculations and generating technical documentation. The design process also includes responsibility for structural safety, interpretation of

sywny rozwój modeli uczących się oraz systemów zdolnych do samodoskonalenia przez analizę dużych zbiorów danych projektowych. Dalszy rozwój możliwości obliczeniowych oraz technologii komputerów kwantowych może w przyszłości dodatkowo zwiększyć potencjał systemów sztucznej inteligencji. Obecnie trudno jednak jednoznacznie określić skalę wpływu tych technologii na przyszły proces projektowania konstrukcji budowlanych. Można przewidywać, że w kolejnych latach sztuczna inteligencja stanie się integralnym elementem procesu projektowego. Jej wykorzystanie będzie jednak wymagało równoczesnego zachowania kompetencji inżynierskich oraz świadomej kontroli poprawności generowanych rozwiązań.

Ograniczenia i zagrożenia związane z wykorzystaniem AI w projektowaniu konstrukcji

Dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji powoduje nie tylko zmiany technologiczne, lecz również coraz częściej wywołuje pytania dotyczące przyszłej roli projektanta konstrukcji (rysunek 2). Wraz ze wzrostem możliwości modeli AI pojawiają się opinie sugerujące, że w przyszłości część procesów projektowych może zostać całkowicie zautomatyzowana. W praktyce oznacza to, że systemy sztucznej inteligencji mogą stopniowo przejmować część czynności wykonywanych obecnie przez projektantów, a więc projektowanie konstrukcji stanie się procesem dostępnym praktycznie dla każdego użytkownika narzędzi AI. Już obecnie możliwe jest generowanie

ZMIANA ROLI PROJEKTANTA W PROCESIE ROZWOJU NARZĘDZI AI



Fig. 2. Change in the role of the designer in the development of AI tools

Rys. 2. Zmiana roli projektanta w procesie rozwoju narzędzi AI

the actual behaviour of the load-bearing system, assessment of failure conditions, and anticipation of the consequences of adopted material and technological solutions. These competences are based on acquired knowledge and are developed by designers through professional experience; they do not arise solely from familiarity with calculation procedures. As artificial intelligence develops, questions may also arise regarding the future of professional design qualifications and the professional responsibility of designers. Automatic generation of some analyses and documentation may lead to the designer's role being reduced to the formal verification of generated information and results. In practice, this could gradually weaken the importance of engineering experience and reduce the structural engineer's role to a supervisory function. At present, however, it is difficult to predict the scale of such changes [7], particularly because legal responsibility for structural safety currently clearly remains with a designer holding the appropriate professional qualifications.

Another significant risk may be the progressive standardisation of design processes. AI systems learn from large datasets of existing information, which may lead to the repetition of similar structural solutions and limit individual design approaches. In the case of unusual structures, existing structures undergoing alteration, or projects requiring non-standard analyses, this may significantly constrain the creative process and reduce the role of engineering intuition.

The reliability of the data used by artificial intelligence models must also be considered. AI systems can generate answers that appear technically correct even when they are based on incorrect or incomplete information. In structural design, this may lead to incorrect interpretation of standards, inappropriate selection of material solutions, or incorrect calculation assumptions. For this reason, the use of artificial intelligence in structural design requires conscious oversight of the design process and critical assessment of the generated results:

Despite the very rapid development of AI technologies, it is currently difficult to determine unequivocally the scale of the changes that artificial intelligence systems will bring to construction in the coming years. It can nevertheless be expected that the development of these technologies will gradually change both the organisation of the design process and the way in which future structural designers acquire professional experience.

The role of the designer in the age of artificial intelligence

The development of artificial intelligence is gradually changing the way structural designers work and the organisation of the design process. Only a dozen or so years ago, the structural engineer's basic tools were hand calculations and conventional computer-aided design software. Today, BIM-based digital environments, parametric design, and artificial intelligence systems capable of automating parts of the design process are playing an increasingly important role. These changes mean that the designer's role is gradually evolving from that of a person primarily performing calculations to

models geometric, construction schemes, descriptions of technical and preliminary analysis of calculations without the necessity of possessing advanced engineering knowledge. In the longer perspective it may lead to a gradual narrowing of the gap between professional project design and construction by automatic generation of technical solutions by digital systems. Simple calculations will not require and will not demand advanced knowledge.

At the same time, it should be emphasised that the design of buildings does not limit itself exclusively to the execution of calculations and the generation of technical documentation. The design process also includes responsibility for the safety of the construction, interpretation of the actual work of the structure, assessment of emergency states and forecasting the consequences of adopted material and technological solutions. Competences in these areas are the result of acquired knowledge and experience developed by the designer along with the professional experience and do not result exclusively from familiarity with calculation procedures. Along with the development of artificial intelligence, there may also arise questions regarding the future of professional design qualifications and the professional responsibility of designers. Automatic generation of some analyses and documentation may lead to the designer's role being reduced to the formal verification of generated information and results. In practice, this could gradually weaken the importance of engineering experience and reduce the structural engineer's role to a supervisory function. At present, however, it is difficult to predict the scale of such changes [7], particularly because legal responsibility for structural safety currently clearly remains with a designer holding the appropriate professional qualifications.

Another significant risk may be the progressive standardisation of design processes. AI systems learn from large datasets of existing information, which may lead to the repetition of similar structural solutions and limit individual design approaches. In the case of unusual structures, existing structures undergoing alteration, or projects requiring non-standard analyses, this may significantly constrain the creative process and reduce the role of engineering intuition.

The reliability of the data used by artificial intelligence models must also be considered. AI systems can generate answers that appear technically correct even when they are based on incorrect or incomplete information. In structural design, this may lead to incorrect interpretation of standards, inappropriate selection of material solutions, or incorrect calculation assumptions. For this reason, the use of artificial intelligence in structural design requires conscious oversight of the design process and critical assessment of the generated results:

Despite the very rapid development of AI technologies, it is currently difficult to determine unequivocally the scale of the changes that artificial intelligence systems will bring to construction in the coming years. It can nevertheless be expected that the development of these technologies will gradually change both the organisation of the design process and the way in which future structural designers acquire professional experience.

wards that of a specialist responsible for interpreting data, verifying the correctness of analyses, and making engineering decisions.

At the same time, the development of artificial intelligence is highly dynamic and difficult to predict with certainty. Only a dozen or so months ago, the capabilities of language models were significantly more limited than they are today, while successive generations of AI systems are being developed within very short periods. For this reason, the impact of artificial intelligence on the future of structural design should not be considered solely in quantitative terms, such as reductions in analysis time or the degree of automation of selected design processes. Of much greater importance are changes in the quality and nature of the designer's work, the decision-making process, and the organisation of design offices. In practice, this means a gradual change in the nature of the structural engineer's work. The ability to interpret data, critically assess generated solutions, and consciously verify the correctness of analyses performed by AI systems may become increasingly important. Designers will increasingly act as supervisors of the design process, assessing the safety of proposed solutions and making final technical decisions.

Despite the very rapid development of AI technologies, it is currently difficult to determine unequivocally the extent to which artificial intelligence systems will change the profession of the structural designer in the coming years. It can nevertheless be expected that, even with a high level of automation of design processes, responsibility for structural safety will remain with a person possessing the appropriate competence and professional experience.

Conclusions

Artificial intelligence is becoming one of the most important directions in the development of contemporary digital technologies. The development of language models, generative design systems, and the integration of AI with the BIM environment are gradually changing the way designers work and the organisation of the design process. Particularly in industrial construction, artificial intelligence can be used to automate some analyses, generate geometric models, and rapidly develop multiple structural variants. At the same time, it should be emphasised that the development of new technologies very often outpaces our ability to fully understand them and predict all the consequences of their use. The history of technological development has repeatedly shown that breakthrough innovations initially gave rise to uncertainty and numerous concerns. When the first vehicles with internal-combustion engines were developed, issues such as seat belts and user-protection systems had not yet been considered. This is a natural feature of technological development, in which innovation first changes reality and only later are mechanisms developed for its control, standardisation, and safe use [1, 8].

It is difficult to determine unequivocally the scale of the changes that AI will bring to structural design over the next decade or so. It can nevertheless be expected that it will gradu-

Rola projektanta w dobie sztucznej inteligencji

Rozwój sztucznej inteligencji powoduje stopniową zmianę sposobu pracy projektantów konstrukcji oraz organizacji procesu projektowego. Jeszcze kilkanaście lat temu podstawowym narzędziem pracy konstruktora były obliczenia wykonywane ręcznie oraz klasyczne programy wspomagające projektowanie. Obecnie coraz większą rolę odgrywają środowiska cyfrowe BIM, projektowanie parametryczne oraz systemy sztucznej inteligencji zdolne do automatyzacji części procesów projektowych. Zmiany te powodują, że rola projektanta stopniowo ewoluje z osoby wykonującej wyłącznie obliczenia w kierunku specjalisty odpowiedzialnego za interpretację danych, kontrolę poprawności analiz oraz podejmowanie decyzji inżynierskich.

Jednocześnie rozwój sztucznej inteligencji ma obecnie charakter bardzo dynamiczny i trudny do jednoznacznego przewidzenia. Jeszcze kilkanaście miesięcy temu możliwości modeli językowych były istotnie mniejsze niż obecnie, a kolejne generacje systemów AI rozwijane są w bardzo krótkim czasie. Z tego względu ocena wpływu sztucznej inteligencji na przyszłość projektowania konstrukcji nie powinna być rozpatrywana wyłącznie w kategoriach ilościowych, takich jak czas przyspieszenia analiz lub stopień automatyzacji wybranych procesów projektowych. Znacznie większe znaczenie mają obecnie zmiany jakości pracy projektanta, procesu podejmowania decyzji oraz organizacji biur projektowych. W praktyce oznacza to stopniową zmianę charakteru pracy konstruktora. Coraz większe znaczenie może mieć umiejętność interpretacji danych, krytycznej oceny generowanych rozwiązań oraz świadomej kontroli poprawności analiz wykonywanych przez systemy AI. Projektant będzie coraz częściej pełnił rolę osoby nadzorującej proces projektowy, oceniającej bezpieczeństwo proponowanych rozwiązań oraz podejmującej końcowe decyzje techniczne.

Pomimo bardzo dynamicznego rozwoju technologii AI trudno obecnie jednoznacznie określić, w jakim stopniu systemy sztucznej inteligencji zmienią zawód projektanta konstrukcji w najbliższych latach. Można jednak przewidywać, że nawet przy wysokim poziomie automatyzacji procesów projektowych odpowiedzialność za bezpieczeństwo konstrukcji nadal pozostanie po stronie człowieka posiadającego odpowiednie kompetencje i doświadczenie zawodowe.

Wnioski

Sztuczna inteligencja staje się obecnie jednym z najważniejszych kierunków rozwoju współczesnych technologii cyfrowych. Rozwój modeli językowych, systemów *generative design* oraz integracji AI ze środowiskiem BIM powoduje stopniową zmianę sposobu pracy projektantów oraz organizacji procesu projektowego. Szczególnie w budownictwie przemysłowym możliwe staje się wykorzystanie sztucznej inteligencji do automatyzacji części analiz, generowania modeli geometrycznych oraz szybkiego opracowywania wielu wariantów konstrukcyjnych. Jednocześnie należy podkreślić, że rozwój nowych technologii bardzo często wyprzedza możliwości ich pełnego zrozumienia oraz przewidywania wszystkich konsekwencji zastosowania. Historia rozwoju techniki wielokrotnie pokazywała, że

ally influence not only the design process, but also the development of new materials and future directions in construction. Contemporary structures rely to a large extent on concrete and steel, the production of which is associated with substantial energy consumption and a significant environmental burden. The development of artificial intelligence and advanced computational analyses may in the future support the search for new structural materials, more efficient load-bearing systems, and solutions that reduce the energy intensity of the construction process.

przełomowe innowacje budziły początkowo niepewność oraz liczne obawy. W momencie powstawania pierwszych pojazdów z silnikiem spalinowym nie analizowano jeszcze zagadnień związanych z pasami bezpieczeństwa czy systemami ochrony użytkowników. Jest to naturalna cecha rozwoju technologicznego, w którym innowacja najpierw zmienia rzeczywistość, a dopiero później powstają mechanizmy jej kontroli, standaryzacji oraz bezpiecznego wykorzystania [1, 8].

Trudno jednoznacznie określić skalę zmian, jakie AI wywoła w projektowaniu konstrukcji w perspektywie kolejnych kilkunastu lat. Można jednak przewidywać, że będzie stopniowo wpływać nie tylko na proces projektowania, lecz również na rozwój nowych materiałów oraz przyszłe kierunki rozwoju budownictwa. Współczesne konstrukcje w dużym stopniu bazują na betonie oraz stali, których produkcja wiąże się ze znacznym zużyciem energii i istotnym obciążeniem środowiska naturalnego. Rozwój sztucznej inteligencji oraz zaawansowanych analiz obliczeniowych może w przyszłości wspomagać poszukiwanie nowych materiałów konstrukcyjnych, bardziej efektywnych układów nośnych oraz rozwiązań ograniczających energochłonność procesu budowlanego.

*Received: 23.03.2026
Revised: 04.06.2026
Published: 23.09.2026*

*Artykuł wpłynął do redakcji: 23.03.2026 r.
Otrzymano poprawiony po recenzjach: 04.06.2026 r.
Opublikowano: 23.09.2026 r.*

Literatura

- [1] Suleyman M, Bhaskar M. Nadchodząca fala. Sztuczna inteligencja, władza i najważniejszy dylemat ludzkości w XXI wieku. Kraków: Wydawnictwo Otwarte; 2024.
- [2] Lee KF. AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order. Boston: Houghton Mifflin Harcourt; 2018.
- [3] Ile jest AI w BIMie? Polskie Centrum BIM. Available from: <https://polskiecentrumbim.pl/ile-ai-w-bimie>.
- [4] Bohnacker H. et al. Generative Design: Visualize, Program, and Create with Processing. New York: Princeton Architectural Press; 2012.

- [5] Sztuczna inteligencja w budownictwie – jak daleko jesteśmy? Dlubal. Available from: <https://www.dlubal.com/pl/nawosci-i-wydarzenia/nawosci/blog/000097>.
- [6] Marzec F. Projekt konstrukcji stalowej struktury sferycznej z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Praca inżynierska. Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego.
- [7] Mollick E. Co-Intelligence: Living and Working with AI. New York: Portfolio; 2024.
- [8] Harari YN. Homo Deus: A Brief History of Tomorrow. London: Harper; 2017.