



Beata Majerska-Pałubicka*

Dążenie do optymalizacji metod zrównoważonego projektowania architektonicznego

Attempts to optimize methods of sustainable architectural design

Wprowadzenie. Uzasadnienie podjęcia tematu

Na wszystkich etapach rozwoju cywilizacji zauważa się zależność pomiędzy człowiekiem a naturalnym środowiskiem. Wynika ona z bardzo złożonych relacji polegających między innymi na zaspokajaniu potrzeb człowieka. W konsekwencji rewolucji przemysłowej XVIII–XIX w. i powstania cywilizacji opartej na postępie technicznym i naukowym, wydobyciu i przetwórstwie węgla, rud żelaza i produkcji stali, człowiek, narzucając naturze swoje cele, kształtował i dostosowywał ją do własnych wizji, często przy tym degradując i prowadząc do nieodwracalnych szkód. Dopiero kolejne globalne kryzysy energetyczne, które wystąpiły w latach 1973–1974, a następnie w 1979 r., oraz wzrastająca świadomość ekologiczna społeczeństw uświadomiły konieczność ograniczeń energetycznych i materiałowych oraz promowania efektywnych rozwiązań projektowych¹.

* Wydział Architektury Politechniki Śląskiej/Faculty of Architecture, Silesian University of Technology.

¹ Punktem istotnym dla rozwoju świadomości ekologicznej społeczeństw, rozwoju przemysłu energetyki odnawialnej i innowacyjnych technologii energetycznych, wiodących do zrównoważonego rozwoju, stały się działania podejmowane między innymi przez Rachel Carson, która już w roku 1962 jako jedna z pierwszych w książce *The Silent Spring* zwracała uwagę na problemy degradacji środowiska naturalnego, Jamesa Lovelocka, twórcy kierunku filozoficznego Ziemia – Gaja, Arne Næss – rzecznika radykalnych ekologów, czy w latach późniejszych Gro H. Brundtland i innych.

Introduction. Justification of the subject

At all stages of the development of civilization there seems to be a connection between man and the natural environment. This is caused by very complicated relations regarding for instance the satisfying of human needs. As a result of the industrial revolution of the 18th–19th centuries and the development of civilization based on technical and scientific progress, mining and processing hard coal, iron ores and production of steel, man, forcing his goals onto nature, developed and adjusted it to his own visions, often degrading it and causing irreparable damage at the same time. It was only the global energy crises in 1973–1974 and then in 1979 as well as the growing ecological consciousness of societies that made it clear that it is necessary to limit the consumption of energy and materials as well as to promote effective design solutions¹.

At present the level of consumption of energy, carbon and ecological footprint as well as the economical, ecological, and social implementation of the ideas of sus-

¹ The activities taken for instance by Rachel Carson who already in 1962 was one of the first to draw attention to the problems of degradation of the natural environment in her book *Silent Spring*, James Lovelock who formulated the Gaia Hypothesis, Arne Næss who advocated radical environmentalists, or later Gro H. Brundtland and others have become significant for the development of ecological consciousness of societies, growth of renewable energy generation industry, and innovative power generation technologies, leading to sustainable growth.

Obecnie wysokość zużycia energii, ślad węglowy i ekologiczny oraz realizowanie na płaszczyźnie gospodarczej, ekologicznej i społecznej idei zrównoważonego rozwoju przyjętych na Konferencji ONZ „Szczyt Ziemi” w Rio de Janeiro w 1992 r. stanowią istotny wskaźnik ewolucji cywilizacji, poziomu rozwoju gospodarczego i jakości stosowanych technologii. Niemniej cywilizacja rozwijająca się według obecnie panującego modelu w dalszym ciągu prowadzi do nieodwracalnej degradacji środowiska naturalnego. Dynamiczny rozwój różnych dziedzin gospodarki związanych z zapotrzebowaniem na energię powoduje niebezpieczny wzrost emisji zanieczyszczeń.

W ostatnich latach Unia Europejska przyjęła strategię, w której głównym celem w bilansie energetycznym jest podwojenie udziału energii z odnawialnych źródeł. Oznacza to konieczność podejmowania znacznych wysiłków i przedsięwzięć dotyczących wdrażania, we wszystkich dziedzinach gospodarki, czystych zrównoważonych technologii [1]. Realizacja takich założeń obejmuje również kreowanie zrównoważenia w środowisku zbudowanym. Aby osiągnąć ten ambitny cel, konieczne jest formułowanie odpowiednich instrumentów, zarówno o zasięgu globalnym, jak i lokalnym, regulujących i umożliwiających działania proekologiczne. Instrumentami mogą być doświadczenie, zarządzenia, ustawy, dyrektywy, systemy oceny i certyfikacji budynków, ale też – co może stanowić istotę problemu – metody projektowania, wdrażania, realizacji, użytkowania i rozbiórki elementów zrównoważonego środowiska zbudowanego. Zasadniczym celem stają się działania zmierzające do optymalizacji aktualnych metod projektowania budynków i środowiska zbudowanego przy wykorzystaniu nowych możliwości technicznych i narzędzi projektowych. Konieczna staje się budowa schematu metod i strategii świadomego, interdyscyplinarnego projektowania obiektów architektonicznych i ich zespołów w powiązaniu z kontekstem miejsca, systemami infrastruktury komunalnej, odnawialnymi źródłami energii, których zintegrowanie ma bardzo istotne znaczenie [2].

Założonym efektem powinno być uświadomienie potrzeby i słuszności wprowadzania nowych procedur i metod w procesie projektowania, w którym wszelkie dziedziny muszą być rozpatrywane łącznie, całościowo, zarówno w skali mikro (budynku), jak i makro (społeczności, dzielnicy, miasta, kraju) oraz oceniane ilościowo i jakościowo.

Tematyka związana ze zrównoważonym rozwojem, ekologią, unikaniem przerostów konsumpcji energii, emitowaniem zanieczyszczeń nie jest dziedziną nową. Niemniej problem naukowy, choć badany i dyskutowany od lat 60.–70. poprzedniego stulecia, do dziś nie jest jednoznacznie rozwiązany. Niewiele krajów ma doświadczenia z wprowadzaniem strategii projektowania zrównoważonego środowiska. Jest to dziedzina nowa, podlegająca rozwojowi opartemu na realizacji teoretycznych badań naukowych i wdrożeniach mających na celu sprawdzenie zasadności przyjmowanych założeń. Artykuł dotyczy zagadnienia podlegającego ciągłej ewolucji, dynamicznie rozwijającego się w stosunku do stanu wiedzy, świadomości i doświadczeń, szczególnie w Polsce, gdzie dąży się do zmniejszenia dystansu w stosunku do krajów zaawansowanych w dziedzinie zrównoważonego rozwoju.

tainable growth adopted at the UN Conference “Earth Summit” in Rio de Janeiro in 1992 provide a great indicator of the evolution of the contemporary civilization, the level of economic growth, and the quality of applied technologies. However, civilization developing in line with the currently prevailing model still leads to irreparable degradation of the natural environment. The dynamic growth of various areas of economy connected with the demand for energy causes a dangerous growth in emissions of pollution.

Over the last years the European Union has adopted a strategy whose main objective in the energy balance is to double the share in energy generated from renewable sources. That means a necessity to make a great effort and take initiatives regarding the implementation of clean, sustainable technologies in all areas of economy [1]. The implementation of such assumptions involves also the creation of sustainability in a built environment. In order to achieve that ambitious goal it is necessary to formulate adequate instruments, both globally and locally, regulating and allowing for pro-ecology activities. The instruments can include experience, instructions, laws, directives, systems of assessment and certification of buildings as well as – which may be the core of the problem – methods of design, implementation, construction, use and deconstruction of the elements of a sustainable, built environment. The activities aiming at optimizing the current methods of designing buildings and a built environment with the use of new technical possibilities and design tools are becoming the basic objective. It is necessary to develop a scheme of methods and strategies of conscious, interdisciplinary design of architectural structures and their groups connected with the context of the place, systems of municipal infrastructure, renewable sources of energy whose integration is very important [2].

The result should be the development of awareness of the need and legitimacy of the introduction of new procedures and methods in the design process where all areas must be considered jointly, as a whole, both in the micro scale (building) as well as macro scale (community, city district, city, country) and evaluated both quantitatively and qualitatively.

The issues connected with the sustainable growth, ecology, avoidance of excessive consumption of energy and pollution are not new. However, the scientific problem, despite being researched and discussed since the 1960s–1970s, has not been fully solved. Few countries have experience in introducing the strategy of designing a sustainable environment. This is a new area, subject to the development based on the implementation of theoretical, scientific research and on the implementations whose objective is to verify the legitimacy of the assumptions to be adopted. The paper regards the issue subjected to a continuous evolution, developing dynamically in relation to the state of knowledge, consciousness, and experience, especially in Poland which is trying to reduce the distance to the countries well developed in the area of sustainable growth. The collected information is based on research of literature as well as on the basis of preliminary surveys conducted in the locations of specific buildings and on the

Zebrane informacje oparte są na badaniach literaturo-
wych, również na podstawie kwerend prowadzonych na
miejscu lokalizacji konkretnych obiektów oraz na podsta-
wie udziału w konferencjach, warsztatach, szkoleniach,
dyskusjach i wymianie doświadczeń z ekspertami w dzie-
dzinie będącej przedmiotem opracowania².

Zrównoważony rozwój a projektowanie architektoniczne

Teoria zrównoważonego rozwoju dotyczy życia spo-
łecznego w ogólności. W kontekście architektonicznym
oznacza tworzenie dobrej przestrzeni do życia w sposób,
który zgodnie z istotą Raportu Komisji Brundtland zaspoka-
ja potrzeby współczesnego pokolenia, nie stanowiąc
zagrożenia dla pokoleń przyszłych.

Współcześnie zastanawia to, że w dobie informacji,
demokracji, akcentowania praw człowieka, świadomości
katastrofy ekologicznej i rozwoju ruchów ekologicznych,
budownictwo i architektura – w większości przypadków
– charakteryzują się marnotrawstwem zasobów natural-
nych. Uwidacznia się to w stosowanych technologiach
budowy, technologiach grzania i chłodzenia, zaniżaniu
kosztów rzeczywistych, procesach dewastacji środowiska
związanych z produkcją, transportem, realizacją objek-
tów (drażnienie tuneli, utwardzanie terenów biologicznie
czynnych, dewastacja gleby, budowa gigantycznych tam
na rzekach), uleganiu wpływom globalizacji łączącej się
z eliminowaniem lokalnego rzemiosła i redukcją regio-
nalnej różnorodności rozwiązań i kultury [3]. Do takiego
stanu rzeczy, między innymi, przyczyniła się powszechna
opinia, że wydajność energetyczną budynków można
regulować i kontrolować przez regulacje prawne i rozpo-
rządzenia. Niestety w praktyce nie znalazła potwierdzenia
z racji skomplikowanych relacji i znacznych rozbieżności
pomiędzy założeniami projektowymi a eksploatacją zreali-
zowanych budynków, które nadal w większości przy-
padków są dalekie od dopasowania do kontekstu miejsca
i potrzeb [4]. Rozwój teorii naukowych XX w. dowodzi,
że idee technocentryzmu i przeciwstawianie się człowieka
naturze są na dłuższą metę wręcz niebezpieczne i nieuza-
sadnione, gdyż zagrażają ciągłości życia na ziemi.

Jak już wspomniano, obiekty architektoniczne ze wzglę-
du na różnorodność funkcji, sposób użytkowania, rozwią-
zania techniczne i technologiczne oraz wymagania, jakie
muszą spełniać, stanowią zagrożenie dla środowiska na-
turalnego. Przy ciągłym dążeniu do optymalizacji para-
metrów technicznych i technologicznych zagrożenia oraz
koszty inwestycyjne i eksploatacyjne stale wzrastają. Pro-
jektowanie architektoniczne obiektów przy uwzględnieniu
ograniczenia zużycia energii w trakcie ich realizacji, eks-
ploatacji i utylizacji, możliwości wykorzystania odnawial-
nych źródeł energii oraz zmniejszenia zagrożeń, jakie
stwarzają dla środowiska naturalnego, wymaga już na eta-
pie koncepcji projektowych współpracy interdyscyplinar-

participation in conferences, workshops, trainings, dis-
cussions and exchange of experiences with experts in the
field which is the subject of the paper².

Sustainable growth and architectural design

The theory of sustainable growth regards social life
in general. In the context of architecture it means creat-
ing good living space which according to the Brundtland
Commission Report satisfies the needs of the contempo-
rary generation and does not threaten future generations.

Nowadays it is intriguing that in the age of informa-
tion, democracy, emphasis of human rights, awareness
of ecological catastrophe and the growth of ecological
movements, building activity and architecture – in most
cases – waste a lot of natural resources. This is evident in
the application of construction technologies, heating and
cooling technologies, lowering the real costs, devastation
of the environment connected with production, transport,
construction works (boring tunnels, hardening the biologi-
cally active areas, devastation of soil, building huge river
dams), the effects of globalization connected with the
elimination of local crafts and reduction of regional vari-
ety of solutions and culture [3]. Such a situation has been
caused among others by the popular opinion that energy-
efficiency of buildings can be regulated and controlled by
legal regulations and instructions. Unfortunately in prac-
tice it has not been confirmed because of complicated
relations and significant discrepancies between design
assumptions and the use of completed buildings, which in
most cases are still far from being adjusted to the context
of the place and needs [4]. The development of scientific
theories of the 20th century proves that the ideas of tech-
nocentrism and human fight against nature are in the long
run actually dangerous and unreasonable as they threaten
the continuity of life on earth.

As already mentioned, due to their varied functions,
their use, their technical and technological solutions as
well as the requirements they have to meet, the architec-
tural structures are a threat to the natural environment.
With the continuous pursuit for the optimization of tech-
nical and technological parameters, the threats as well
as the costs of investment and use still grow. Designing
architectural structures, taking into account the reduction
of the use of energy during their construction, use, and uti-
lization as well as the possibilities of using the renewable
sources of energy and reducing threats that they create for
the natural environment, requires cooperation of the in-
terdisciplinary team of specialists already at the stage of
concept design. The architect's task should be to develop
the optimal design, taking into account the context of the
place and the contemporary ecological, economic, social
and cultural needs. In order to complete such a task the
cooperation within the design teams should be extended

² Autorka od roku 2003 jest członkiem Executive Committee w pro-
gramie badawczym Energy Conservation in Buildings and Community
Systems International Energy Agency (ECBCS IEA).

² Since 2003 the author has been a member of the Executive
Committee in the Energy Conservation in Buildings and Community
Systems International Energy Agency (ECBCS IEA) research program.

nego zespołu specjalistów. Zadaniem architekta powinno być opracowanie optymalnego projektu, uwzględniającego kontekst miejsca i współczesne potrzeby ekologiczne, ekonomiczne, społeczne i kulturowe. Aby sprostać takiemu zadaniu, współpraca w ramach zespołów projektowych powinna zostać rozszerzona o ekspertów w dziedzinie problematyki ekologicznej, energetycznej, mikroklimatycznej, technologicznej, ekonomicznej oraz innych [5].

W kontekście założeń zrównoważonego rozwoju obiekt architektoniczny powinien być zaprojektowany, wzniesiony, użytkowany i rozebrany zgodnie z zasadą potrójnej odpowiedzialności „Triple Responsibility”³ – ekologicznej, gospodarczej (ekonomicznej) i społecznej – która powinna być podstawą wszelkich podejmowanych działań na płaszczyźnie architektonicznej i budowlanej.

Rozwiązywanie problemów relacji pomiędzy środowiskiem naturalnym a środowiskiem zbudowanym powinno nabierać charakteru działań długoterminowych, multidyscyplinarnych, z włączeniem wizualizacji rezultatów jako dokumentacji zamierzonych przemian zachodzących w obu środowiskach. Prowadzi to do rozwoju innowacyjnego spojrzenia zarówno na narzędzia, jak i na sam proces projektowy. Zaangażowanie licznej grupy osób współpracujących w zespołach projektowych oraz wielopłaszczyznowość procesów wymaga narzędzi zapewniających gwarancję szybkiej wymiany informacji w celu sprawnej analizy i optymalizacji wyników. Toteż nadzieją dla zrównoważonej architektury przyszłości staje się projektowanie informatyczne (parametryczne, generatywne).

Architektura, w dobie globalizacji i Internetu, staje się bardziej dynamiczna, co wymusza (prowokuje) takie cechy jak: **zmienność**, **elastyczność**⁴ i **otwarcie** [6].

Kierunki poszukiwań zrównoważenia w strategiach projektowych

Idea zrównoważonego rozwoju przekłada się na omalże wszystkie dziedziny życia, łączy aspekty socjalne, ekonomiczne/gospodarcze, ekologiczne i środowiskowe. Jest również obecna w projektowaniu architektonicznym, gdzie zrównoważony rozwój, cytując prof. Barbarę Jękot [7, s. 7]: *polega na znalezieniu właściwych środków wyrazu – koncepcji architektonicznej – przy roztropnej eksplo-*

to include experts in ecology, power generation, microclimate, technology, economy, etc. [5].

In the context of the assumptions of sustainable growth, an architectural structure should be designed, erected, and deconstructed in accordance with the principle of “Triple Responsibility”³ – ecological, economic, and social – which should be the basis of all activities taken in the sphere of architecture and construction.

The problems in the relations between the natural and built environment should be solved by long-term, multidisciplinary actions, including visualizations of the results as a documentation of expected changes taking place in both environments. This results in the development of innovative view of both the tools and the design process itself. The involvement of a large group of people cooperating in the design teams and the multi-layer nature of the processes requires tools guaranteeing a quick exchange of information in order to smoothly analyze and optimize the results. Therefore, the hope for sustainable architecture of the future is in the information design (parametric, generative).

Architecture, in the age of globalization and the Internet, is becoming more dynamic, which forces (generates) such features as **variability**, **flexibility**⁴, and **openness** [6].

The directions of search for sustainability in design strategies

The idea of sustainable growth is visible in almost all spheres of life and connects social, economic, ecological and environmental aspects. It is also present in architectural design, where sustainable growth, quoting Professor Barbara Jękot [7, p. 7]: *is about finding the right means of expression – architectural concept – along with a reasonable use of resources and reclaiming devastated areas as well as the directions of the technological and institutional growth reinforcing the current and future potential, taking into account the needs of the present and future generations. This requires the activation of intellect. Building/architecture and technologies must change the mentality of ‘transforming nature’ into ‘transforming society’ where balance means a better quality of life and better mutual relations between urban and natural environments.*

From the point of view of sustainable growth the optimal solution is the state in which the construction sector

³ Zgodnie z rozumieniem zasady potrójnej odpowiedzialności, odpowiedzialność ekologiczna oznacza: nie szkodzić środowisku, tj. używać materiałów lokalnych i surowców wtórnych, przetwarzać odpady, nie powodować skażenia środowiska, redukować emisję gazów cieplarnianych, zwłaszcza dwutlenku węgla wpływającego na zmiany klimatyczne; odpowiedzialność gospodarcza oznacza: utrzymywać rozwój w granicach samoregeneracji środowiska naturalnego; odpowiedzialność społeczna zaś oznacza: zapewnić optymalne dla użytkowników środowisko, uszanować tradycję i kontekst kulturowy oraz zasadę partycypacji społecznej.

⁴ Elastyczność stanowi nawiązanie do idei starożytnych buddyjskich filozofii Dalekiego Wschodu, w których architektura ma cechy tymczasowości, podobnie jak powtarzające się cykle zachodzące w naturze i nieustający przepływ energii. Takie ujęcie, poprzez powrót do korzeni, zdecydowanie przybliża architekturę do natury. Można spekulować, czy spełniając potrzeby nowej epoki, architektura będzie rozwijała się ewolucyjnie, jak sugerował Ballenstedt [8], czy rewolucyjnie, tak jak przedstawia to w swoich rozważaniach Wines [3].

³ According to the triple responsibility principle the ecological responsibility means: no harm for the environment, i.e. the use of local materials and secondary raw materials, waste recycling, no pollution of the environment, reduction of the emission of greenhouse gases, especially carbon dioxide affecting the climatic changes; the economic responsibility means: maintain growth within the limits of the natural environment self-regeneration; the social responsibility means: the provision of the optimal environment for the users, respect for tradition and the cultural context as well as the social participation principle.

⁴ Flexibility refers to the ideas of the ancient Far Eastern Buddhist philosophies where architecture demonstrates ephemeral features, corresponding to the repetitive cycles taking place in nature and the constant flow of energy. Such an approach, through the return to the roots, brings architecture much closer to nature. It can be speculated whether, satisfying the needs of a new age, architecture will develop through evolution as suggested by Ballenstedt [8] or through revolution as presented by Wines [3].

atacji zasobów i przywracaniu terenów zdewastowanych oraz kierunku rozwoju technologicznego i instytucjonalnego umacniającego obecny i przyszły potencjał z uwzględnieniem potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń. Wymaga to aktywacji intelektu. Budownictwo/architektura i technologie muszą zmienić mentalność 'przeistaczania natury' na 'przeistaczanie społeczeństwa', w którym równowaga oznacza lepszą jakość życia oraz lepsze wzajemne relacje pomiędzy środowiskiem zurbanizowanym i przyrodniczym/naturalnym.

Z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju rozwiązaniem optymalnym jest stan, w którym sektor budowlany pozostaje neutralny w stosunku do środowiska naturalnego. Ale takiego rozwiązania nie ma. Nie da się wyeliminować oddziaływania budowy, eksploatacji, adaptacji, końcowej utylizacji budynków na środowisko naturalne. Cykl życia budynku mieszkalnego w Europie szacuje się na 60–100 lat – daje to obraz skali zagrożenia środowiska i uzmysławia potrzebę, w pierwszej kolejności, sprecyzowania rodzaju i zakresu oddziaływań oraz określenia ich granicznych wartości.

Patrząc chronologicznie, minimalizacja zapotrzebowania na energię od lat 60.–70. XX w. w większości przypadków obejmuje analizę energetyczną budynku wyłącznie na etapie eksploatacji, przez co stanowi jedynie pewien wycinek zagrożeń, jakie wynikają z procesów budowlanych. Z powodu coraz bardziej szerokiego spektrum oddziaływań segmentu budowlanego na naturalne środowisko konieczne staje się podejmowanie prób całościowej oceny, obejmującej wszystkie etapy życia budynku – nie tylko eksploatacji, ale również procesu budowy, ewentualnej adaptacji lub rozbioru – z uwzględnieniem produkcji materiałów, transportu na miejsce budowy, zagospodarowania i utylizacji odpadów. W zależności od przyjętego zakresu badań kryteria oceny mogą opierać się na tzw. otwartej pętli⁵ wpływu na środowisko lub pętli zamkniętej⁶. Należy podkreślić, że niebranie pod rozwagę zużycia energii i emisji zanieczyszczeń w trakcie produkcji materiałów, transportu na miejsce budowy i procesu budowania ma wpływ na zaniżenie danych dotyczących wpływu na środowisko w trakcie eksploatacji budynku. Toteż w celu osiągnięcia optymalnego efektu budynki powinny być trwałe i podlegać łatwej ewentualnej adaptacji, umożliwiając rozłożenie konsekwencji oddziaływania na środowisko na możliwie długi okres eksploatacji [7].

Narzędzia umożliwiające wielokryterialną ocenę budownictwa w kontekście zagadnień ekologicznych oraz zagadnień ekonomicznych i społecznych powinny być podstawą zrównoważenia w sektorze budowlanym, ponieważ dają w konsekwencji możliwość opracowania krótko- i długoterminowych strategii działania.

remains neutral to the natural environment. However, this is not possible. It is not possible to eliminate the impact of the construction works, use, conversion and the final utilization of buildings on the natural environment. The estimated life cycle of a residential building in Europe is 60–100 years – which describes the scale of the threat to the environment and the need in the first place to specify the kind as well as the scope of impact and determine its ultimate magnitude.

Chronologically speaking, the minimization of the demand for energy since the 1960s–1970s in most cases includes the analysis of energy-efficiency of the building only at the stage of use and thus it regards only some threats which result from the construction processes. Due to the wider and wider scope of impact of the building industry on the natural environment it is necessary to evaluate comprehensively, including all life cycles of the building, not only its use but also the construction process, conversion or deconstruction, if any, taking into account the production of building materials, transport to the construction site, waste handling and disposal. Depending on the scope of research, the criteria of evaluation can be based on the so called open-loop⁵ or closed-loop⁶ impact on the environment. It should be stressed that failure to take into account the use of energy and pollution during the production of materials, transport to the construction site and the construction process affects the misrepresentation of the details regarding the impact on the environment during the use of the building. Consequently, in order to achieve the optimal effect the buildings should be durable and their conversion, if any, should be easy, spreading the effects of impact on the environment over a long period of use [7].

The tools for multi-criteria assessments of buildings in the ecological, economic, and social context should be the basis of sustainability in the construction industry because they provide a possibility of developing short- and long-term strategies of action.

The decisions made during the design process affect the solutions in respect of space and functions, technology, aesthetic and visual effects as well as landscape, and – in line with the sustainable design – the environmental and ecological effects connected with the maintenance or destruction of the natural resources and emission of greenhouse gases, the social effects in the historical and cultural context as well as comfort of use. Consequently, the decisions should result from the analysis of many criteria of impact of the building on the built environment, the natural environment, and people. They should take into account the holistic approach expressed in the integration of the issues regarding environment, society, culture, space, technology, economy. In the context of a large number of elements requiring analysis, it is necessary

⁵ Otwarta pętla (open-loop) polega przede wszystkim na ocenie efektywności energetycznej budynku (ewentualnie uwzględnia wpływ energetyczny budynku na środowisko w trakcie określonego czasu eksploatacji budynku).

⁶ Zamknięta pętla (closed-loop) obejmuje całościowy rachunek wpływu budynku na środowisko w aspekcie wielokryterialnej oceny wpływu w trakcie procesu wytwarzania, budowy, eksploatacji, adaptacji i rozbioru.

⁵ Open-loop includes primarily the evaluation of energy-efficiency of the building (possibly it takes into account the energetic impact of the building on the environment over a specific period of its use).

⁶ Closed-loop includes the total balance of impact of the building on the environment in respect of a multi-criteria assessment of the impact during the process of production, construction, use, conversion and deconstruction.

Decyzje podejmowane w trakcie procesu projektowego wpływają na rozwiązania przestrzenno-funkcjonalne, techniczne, efekty estetyczne, wizualne i krajobrazowe oraz w ramach zrównoważonego projektowania efekty środowiskowe, ekologiczne związane z zachowaniem lub niszczeniem zasobów naturalnych i emisją gazów cieplarnianych, a także na efekty społeczne w kontekście historycznym, kulturowym oraz komfort użytkownika. W związku z tym decyzje powinny być wynikiem analizy wielu kryteriów wpływu budynku na środowisko zbudowane, środowisko naturalne oraz na człowieka. Powinno je charakteryzować podejście całościowe, holistyczne, wyrażone w integracji zagadnień środowiskowych, społeczno-kulturowych i przestrzenno-technicznych, gospodarczo-ekonomicznych. W kontekście dużej liczby elementów wymagających analizy nieodzowna jest koncepcja stopniowania doboru rozwiązań projektowych oparta na kryteriach ekologicznych, ekonomicznych, społecznych oraz przestrzennych. Według prof. Andrzeja Baranowskiego [9] kryteria ekologiczne oparte mają być na optymalnych, w danych warunkach, rozwiązaniach ekonomicznych i kulturowych; kryteria ekonomiczne powinny brać pod rozwagę wzrost nakładów inwestycyjnych w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi oraz zwrot dodatkowo poniesionych kosztów w określonym czasie; kryteria społeczne powinny wspomagać rozpowszechnianie wiedzy i edukację mającą na celu zachęcenie do zmniejszenia konsumpcji zasobów naturalnych oraz korzystania z efektywnych pod względem środowiskowym technologii, natomiast kryteria przestrzenne powinny preferować renowację, modernizację, rewitalizację istniejących struktur przestrzennych i systemów technologicznych.

Wymagana, poprawna optymalizacja obiektów, w myśl analizy całościowego cyklu technicznego życia budynku (Life Cycle Assessment – LCA), nie może być przeprowadzona bez całościowej analizy przyczyn i skutków, korzyści, strat, a przede wszystkim bez zrozumienia powodu ich powstawania, toteż współcześnie projektowanie staje się procesem bardziej złożonym. Elementy, które klasycznie wchodziły w skład projektu, podlegają nowym kryteriom, pojawiają się również całkiem nowe elementy. Wymienione założenia mają wiele wspólnego z zasadą zrównoważonego projektowania przedstawioną przez Samuela Mockbee z Auburn University [10], uwzględniając:

- zrozumienie miejsca jako podstawę zrównoważonego projektowania, interpretowanego w kontekście nasłonecznienia, topografii, zachowania środowiska naturalnego i zbudowanego, ale również umożliwiającego analizę przepływu energii i zasobów wchodzących i wychodzących w fazach przed realizacją obiektu, w jej trakcie i po, a tym samym tworzenia wzorców, które łączą to miejsce z otaczającym światem;
- zrozumienie natury, poprzez odnalezienie swojego miejsca w środowisku naturalnym;
- zrozumienie wpływu środowiskowego, w kontekście szukania równowagi pomiędzy destrukcyjnymi wpływami działalności sektora budowlanego na środowisko a działaniami je neutralizującymi;
- zrozumienie ludzi, w kontekście szeroko pojętego dziedzictwa kulturowego.

to develop a system of gradation of the selection of design solutions based on ecological, economic, social and spatial criteria. In the opinion of Professor Andrzej Baranowski [9] the ecological criteria shall be based on the use of the economic and cultural solutions which are optimal under given conditions; the economic criteria should take into account the growth of investment expenditure in comparison to the conventional solutions, and the refund of additionally incurred costs in a specific period; the social criteria should support the spread of knowledge and education aimed at encouraging the reduction of the consumption of natural resources and the use of environmentally effective technologies, whereas the spatial criteria should favor renovation, modernization, revitalization of existing spatial structures and technological systems.

The required, proper optimization of buildings, in compliance with the Life Cycle Assessment (LCA), shall not be conducted without the comprehensive analysis of the reasons and effects, benefits and losses and in particular without understanding their origin, so at present designing is becoming a more complex process. The elements which traditionally were included in the design are now subject to new criteria; totally new elements also emerge. The listed assumptions have a lot in common with the principle of sustainable designing presented by Samuel Mockbee from Auburn University [10] and they take the following into account:

- understanding the place as the basis of sustainable designing, interpreted in the context of sunlight exposure, topography, preservation of the natural and built environments which also provides for the analysis of the flow of energy as well as input and output resources before implementation of the design, during that implementation and afterwards, and thus developing patterns which connect this place with the surrounding world;
- understanding nature through finding your own place in the natural environment;
- understanding the environmental impact in the context of search for balance between destructive effects of the building industry on the environment and the activities neutralizing them;
- understanding people in the context of cultural heritage in its broad sense.

The holistic approach to social, environmental, spatial and technical issues is highly significant in sustainable designing as well as aesthetics – the form of architectural expression is of great importance. Thomas Herzog claims that the success in architectural design depends on its usability benefits, however, it is also special and important to refer to the form and beauty that is the elements which are the core elements of architecture [acc. 11].

In sustainable designing the design stage becomes the most important stage in the investment works, in respect of optimization. The decisions made at this stage, regarding the synergy between individual elements of the building in the context of:

- impact of the building on the environment,
- comfort of the user (thermal, physical, mental),
- use of energy (connected with the acquisition of raw materials and the production of building materials as well

Holistyczne podejście do zagadnień społecznych, środowiskowych, przestrzennych i technicznych ma bardzo istotne znaczenie w projektowaniu zrównoważonym, niemniej ma też wydźwięk estetyczny – forma architektonicznego wyrazu odgrywa tu ważną rolę. Jak twierdzi Thomas Herzog, sukces w projektowaniu architektonicznym zależy od wartości użytkowych, ale szczególnie istotne jest odniesienie się również do formy oraz piękna, czyli tych elementów, bez których nie możemy mówić o architekturze [za: 11].

W projektowaniu zrównoważonym najważniejszym etapem prac inwestycyjnych, pod względem działań optymalizacyjnych, staje się faza projektowania. Podjęte na tym etapie decyzje dotyczące synergii pomiędzy poszczególnymi elementami budynku w kontekście:

- oddziaływania budynku na środowisko,
- komfortu użytkownika (termicznego, fizycznego, psychicznego),
- zużycia energii (związanej z pozyskiwaniem surowców i produkcją materiałów budowlanych, jak też z technologią wznoszenia budynku i eksploatacją),
- trwałości budynku,
- ewentualnej adaptacji, rewitalizacji lub rozbiórki,

mają istotny wpływ na efektywność budynku i jego oddziaływanie na otoczenie zbudowane i naturalne w okresie całego cyklu życia budowli. W fazach późniejszych, na etapie budowy, eksploatacji, adaptacji możliwość optymalizacji energochłonności i emisji z powodu ustalonych, zamkniętych już relacji pomiędzy niektórymi elementami oraz dodatkowych czynników, jak np. wpływ użytkownika, jest utrudniona lub niemożliwa, a z pewnością droższa, co zostało udokumentowane licznymi badaniami przez Nilsa Larssona [12].

Współcześnie architekci i konstruktorzy, projektanci, rzeczoznawcy, wykonawcy i inwestorzy otrzymują do dyspozycji wiele narzędzi wspierających zrównoważony proces projektowy, które umożliwiają ocenę stopnia wpływu budynków na środowisko. Wśród nich można wymienić systemy certyfikacji (takie jak BREEAM, LEED, SBTool, CASBEE, DEFRA, Green Star itd.), Life Cycle Assessment (LCA), systemy certyfikacji materiałów budowlanych (Cradle-to-Cradle, EPA i inne), systemy zarządzania odpadami powstałymi w procesie budowlanym (WRAP) oraz rozwiązania legislacyjne krajowe i ustalenia międzynarodowe.

Systemy oceny i certyfikacji wyznaczają nowe, konkretne cele dla projektantów (architektów, konstruktorów, inżynierów branżowych), wykonawców i inwestorów, związane z kreowaniem zrównoważonych budynków i zrównoważonego środowiska zbudowanego. Podyktowane są międzynarodowymi ustaleniami i zobowiązaniami dotyczącymi ograniczenia zużycia energii i redukcji lub eliminacji emisji gazów cieplarnianych, tworzenia godnych warunków do życia i pracy, i co się z tym wiąże, weryfikacji systemów wartości.

Metody certyfikacji budynków i systemów zarządzania środowiskiem stają się głównym narzędziem wspomagającym podejmowanie właściwych decyzji w procesie projektowym, związanym z wprowadzeniem wymogu racjonalności rozwiązań w zakresie gospodarowania śro-

as with the technology of construction of the building and its use),

- durability of the building,
 - possible conversion, revitalization or deconstruction,
- greatly influence the efficiency of the building and its impact on the built and natural surrounding over its whole lifecycle. At later stages, during construction, use, and conversion the possibility of optimization of energy consumption and emissions is difficult or impossible, and surely more expensive, due to the fixed, closed relations between some elements and additional factors such as the impact of the user, which was documented in a great deal of research by Nils Larsson [12].

At present, architects and constructors, designers, appraisers, contractors and investors have at their disposal many tools supporting the sustainable design process with which they can assess the degree of impact of the building on the environment. They include for instance such certification systems as BREEAM, LEED, SBTool, CASBEE, DEFRA, Green Star, etc.), Life Cycle Assessment (LCA), systems of certification of building materials (Cradle-to-Cradle, EPA, etc.), systems of management of waste produced in the building process (WRAP) as well as national legislative solutions and international agreements.

The assessment and certification systems provide new, specific objectives for designers (architects, constructors, engineers), contractors, and investors which are connected with creating sustainable buildings and a sustainable, built environment. They comply with international agreements and obligations regarding the reduction of energy consumption and reduction or elimination of emission of greenhouse gases, the creation of decent living and working conditions as well as verification of systems of values.

The methods of certification of buildings and the environment management systems are becoming the main tool supporting the making of right decisions in the design process connected with the implementation of the requirement of rational solutions in the scope of environment management. The objective is the optimization confirmed by the highest possible assessment grade awarded by the certification system in a given context. Depending on the kind of design, the method of assessment and certification is adjusted to its specific features. In the context of individual subject categories it forces the designers to thoroughly analyze the accepted architectural and construction concepts as well as select the materials and technology. The fundamental task of the design teams should be the selection of tools, techniques, systems and methods which shall enable them to achieve the objective assumed at the conception stage.

Optimization of the design processes. The Integrated Design Process

With such a wide scope of actions and interdependencies connected with the interpretation and concepts of sustainable designing, the interdisciplinary cooperation applied so far in the traditional designing becomes insufficient and it does not guarantee the correct integration of the teams. Furthermore, it does not guarantee the optimal result in

dowiskiem. Celem jest optymalizacja potwierdzona przyznaniem przez system certyfikacji najwyższej, możliwej w danym kontekście, oceny. W zależności od rodzaju projektu metoda oceny i certyfikacji zostaje dostosowana do jego specyfiki. W kontekście poszczególnych kategorii tematycznych wymusza na projektantach dogłębne przeanalizowanie przyjętych koncepcji architektonicznych i branżowych oraz doboru materiałów i technologii. Nadzającym zadaniem zespołów projektowych powinien być wybór narzędzi, technik, systemów i metod, które pozwalają na osiągnięcie założonego na etapie koncepcji celu.

Optymalizacja procesów projektowych. Zintegrowany Proces Projektowy

Przy tak szerokim spektrum działań i współzależności, jakie niesie interpretacja i koncepcje zrównoważonego projektowania, stosowana do tej pory w tradycyjnym projektowaniu współpraca międzybranżowa staje się niewystarczająca i niezapewniająca poprawnej integracji zespołów. Nie gwarantuje też optymalnego wyniku w postaci efektywnego obiektu. Z tego powodu w latach 90. XX w. zrodziła się koncepcja Zintegrowanego Procesu Projektowego (ZPP) (Integrated Design Process – IDP), zainicjowana w Kanadzie jako program C-2000, w USA w postaci opracowań Rocky Mountain Institute [13] oraz w Europie jako program badawczy (Annex 23) Międzynarodowej Agencji Energetyki IEA. Nowe zasady współpracy zmieniły ugruntowane relacje pomiędzy członkami zespołów projektowych. Obecnie stanowią ułatwienie pracy z wieloma niewiadomymi. Z jednej strony mają na celu optymalizację kształtowania środowiska zbudowanego, w tym budynków, z drugiej – służą ścisłej współpracy w szerokim gronie uczestników ZPP.

W konsekwencji takich założeń warunkiem poprawnego wykonania projektu jest zaakceptowanie przez zespół projektowy faktu, że:

- koncepcja musi być od początku zgodna z założeniami zrównoważonego rozwoju, tzn. musi spełniać kryteria ekologiczne, społeczno-kulturowe, przestrzenne, środowiskowe oraz ekonomiczne;

- każdy etap pracy projektowej w tym systemie musi mieć jasno sprecyzowane wizje, cele oraz zadania prowadzące do ich osiągnięcia.

Zrozumienie i akceptacja powyższych warunków stanowi podstawę przy ustalaniu generalnych zasad zintegrowanej realizacji zrównoważonej architektury. Proces ZPP, w przeciwieństwie do wcześniejszej współpracy międzybranżowej, powinien charakteryzować się dynamizmem i ciągłością. Powinien polegać na stałej, wielokryterialnej optymalizacji rozwiązań i nie kończyć się w chwili oddania budynku do użytkowania. Wspólna praca wszystkich członków zespołu projektowego, od etapu wczesnej koncepcji, poprzez wielostopniową weryfikację założonych parametrów, aż do ostatecznej wersji projektu i momentu możliwości sprawdzenia poprawności przyjętych rozwiązań podczas monitorowania budynku w trakcie eksploatacji (Post Occupancy Evaluation – POE), stanowi nowość w zasadach współpracy i procesie projektowania. Rozwiązania urbanistyczne i architektoniczne: zagospodarowanie

the form of efficient buildings. That is why the Integrated Design Process (IDP) was developed in the 1990s. It originated in Canada as the C-2000 program, in the USA in the form of studies at the Rocky Mountain Institute [13], and in Europe as the International Energy Agency (IEA) research program (Annex 23). New principles of the cooperation dramatically changed the relations between the members of the design teams. At present they facilitate the work with many unknowns. Their objective is to optimize the development of a built environment, including buildings, on the one hand, and they serve the close cooperation of the IDP participants, on the other hand.

As a result of such assumptions the condition of correct accomplishment of the design is the acceptance by the design team of the fact that:

- the conception must comply from the very beginning with the assumptions of sustainable growth, i.e. it must meet the ecological, social, cultural, spatial, environmental and economic criteria;

- each stage of design work in that system must have clearly specified visions, objectives, and tasks to achieve them.

Understanding and accepting the conditions mentioned above is the basis for developing the general principles of the integrated design of sustainable architecture. IDP, unlike earlier interdisciplinary cooperation, should be dynamic and continuous. It should involve the constant, multi-criteria optimization of the solutions and it should not end at the moment when a building is handed over to be used. The joint work of all members of the design team, from the stage of early concept, through a multi-step verification of assumed parameters, to the final version of the design and the moment when the correctness of assumed solutions can be verified through monitoring of the building during its use – Post Occupancy Evaluation (POE), is something new in the cooperation and the design process. The urban and architectural solutions: improvement of the area, the requirements regarding functions, space, aesthetics, construction, materials, technologies must meet the requirements of the sustainable design process and the systems of assessment/certification. They all must remain in the state of sustainability, i.e. none of them shall be solved at the expense of the others, and the objective is also to optimize the energy efficiency and self-sufficiency as well as zero ecological footprint of the designed building.

Tools supporting the design processes

In sustainable designing the process should involve the pursuit of the desired, optimal effect – rational, admissible, operational and aesthetic. This is done through a whole series of steps towards the assumed objective with the use of simulations, comparisons, and verifications. The object of processing includes input information, knowledge and expertise of the designers, information created during the design process as well as collected from outside sources (databases) and information deriving from the process of use [14].

The optimization of solutions and the coordination of the influence of all elements would be very difficult, long,

terenu, wymagania funkcjonalno-przestrzenne, estetyczne, konstrukcyjne, materiałowe, technologiczne muszą być podporządkowane wymogom zrównoważonego procesu projektowego i systemom oceny/certyfikacji. Wszystkie muszą pozostawać w stanie zrównoważenia, tzn. jedno nie mogą być rozwiązywane kosztem innych, a celem jest między innymi osiągnięcie optymalizacji efektywności i samowystarczalności energetycznej oraz zerowego śladu ekologicznego projektowanego obiektu.

Narzędzia wspomagające procesy projektowe

W projektowaniu zrównoważonym proces powinien polegać na dążeniu do osiągnięcia pożądanego, optymalnego efektu – racjonalnego, dopuszczalnego, sprawnego i estetycznego. Odbyna się to na drodze całego cyklu przybliżeń do założonego celu przy wykorzystaniu symulacji, porównań i sprawdzania. Przedmiotem przetwarzania są informacje wejściowe/początkowe, wiedza i doświadczenie projektantów, informacje tworzone w trakcie procesu projektowego, jak też pobierane ze źródeł zewnętrznych (baz danych) oraz informacje wynikające z procesu użytkowania [14].

Przy korzystaniu z tradycyjnych metod projektowych zadanie optymalizacji rozwiązań i koordynacji wpływu wszystkich elementów byłoby bardzo trudne, długotrwałe i kosztowne, wręcz niemożliwe do wykonania. Korzystanie z narzędzi, które na bieżąco umożliwiają weryfikację konsekwencji podejmowanych decyzji, pozwala na skrócenie czasu pracy i bezpośrednio skoncentrowanie się na najistotniejszych dla danego rozwiązania aspektach. Najprawdopodobniej narzędzia i technologie cyfrowe będą katalizatorem wspomagającym rozwój zrównoważonego projektowania, zwłaszcza w kontekście generatywnych i parametrycznych metod, które przekraczają granice tradycyjnie rozumianego projektowania architektonicznego. Komputery umożliwiają tworzenie i analizę wariantów koncepcji, dając przy tym możliwość generowania zaawansowanej geometrii w postaci dynamicznych swobodnych form architektonicznych, przez co stają się integralną częścią ZPP. Programy nowej generacji, np. Revit oraz Building Information Modeling (BIM), łączą w jedną całość prace nad koncepcją projektową z opracowaniem dokumentacji elektronicznej. Proponują nowe metody zapisu idei architektonicznych oparte na obiektach parametrycznych, generatywnych i innych, które posiadają zdolność automatycznego dostosowania się do kontekstu projektowego. Jako że w projektowaniu zrównoważonym na równi istotne powinny być aspekty techniczne, społeczne, ekonomiczne, ekologiczne i estetyczne, rozszerzony kontekst rozważań znajduje uzasadnienie w stosowaniu narzędzi tworzących tzw. architekturę informacyjną. Procesy cyfrowe wspomagają interdyscyplinarny charakter projektów i konieczność kompleksowego wnioskowania, więc stanowią dobre oparcie przy analizach projektowych, koordynacji, symulacji zjawisk technicznych, klimatycznych, użytkowych, modelowaniu, wizualizacji, produkcji elementów i montażu oraz, co szczególnie jest ważne w procesie zrównoważonym, mogą wspierać pracę grupową i czynności związane z użytkowaniem i monitorowaniem budynków.

and costly or even impossible to achieve with the use of the traditional design methods. The use of tools which on the regular basis facilitate the verification of the consequences of the decisions made, reduces the working time and directly focuses on the aspects which are most important for a given solution. Most probably the digital tools and technologies will be the catalyst supporting the growth of sustainable designing, especially in the context of generative and parametric methods which go beyond the limits of the traditional architectural design. Computers facilitate the creation and analysis of the variants of the concepts, providing the possibility of generating advanced geometry in the form of dynamic, free architectural forms, and consequently they become an integral part of the Integrated Design Process. Such new generation programs as, e.g. Revit and Building Information Modeling (BIM) combine into one whole works on the concept design with the development of electronic documentation. They offer new methods of recording the architectural ideas based on parametric, generative, and other structures which can be automatically adjusted to the context design. As the technical, social, economic, ecological and aesthetic aspects should be equally important in the sustainable designing, the extended context of the deliberations is justified in the use of tools creating the so called information architecture. The digital processes support the interdisciplinary character of the designs and the necessity of drawing complex conclusions, so they provide a good support for design analyses, coordination, simulation of the technical and climatic phenomena, the use, modelling, visualizing, production of elements and assembly, and they can, which is especially important in the sustainable process, support group work as well as the activities connected with the use of the buildings and their monitoring.

Kas Oosterhuis [15], the founder of Hyperbody research group at the Delft University of Technology, claims that we are on the brink of a real revolution in architecture, and the buildings shall become, due to the connection to the global information network and their sensors, interactive “hyperbodies” able to adapt to a specific context. The “protospace” is a place for transdisciplinary research and design which enables scientists and designers to cooperate in a virtual environment, creating visions of programmable solutions. The development of digital technologies leads to the extension of the space with the fourth dimension namely time and the generation of the so called cyberspace. When designing in the extended reality it is possible to introduce changes in real time, study alternatives and gather information about the existing possibilities of co-designers, which is the basis of IDP interactive loops. It is possible due to simulations with the use of algorithms, the laws of physics, and the processes taking place in nature to generate interactive architecture which adjusts itself to the changes in the environment. Another benefit is that design tasks can regard various scale – from urban plans to details. Water Pavilion designed by NOX and Oosterhuis Associates on an artificial island of Neeltje is one of the first interactive buildings with digitally designed architecture.

Kas Oosterhuis [15], założyciel jednostki badawczej Hyperboda przy Uniwersytecie Technicznym w Delft, twierdzi, że stoimy u progu prawdziwej rewolucji w architekturze, a budynki dzięki połączeniu do globalnej sieci informatycznej i wyposażeniu w urządzenia sensoryczne staną się interaktywnymi „hiperciałami” zdolnymi do adaptowania się do zaistniałego kontekstu. Proto-przestrzeń stanowi miejsce do transdyscyplinarnych badań i projektowania, umożliwia naukowcom i projektantom współpracę w wirtualnym środowisku, tworząc wizje programowanych rozwiązań. Rozwój technologii cyfrowych prowadzi do poszerzenia przestrzeni o czwarty wymiar, którym jest czas, i powstania tzw. cyberprzestrzeni. Projektowanie w poszerzonej rzeczywistości pozwala na wprowadzanie zmian w czasie rzeczywistym, badanie alternatyw i informowanie o istniejących możliwościach współprojektantów, co stanowi podstawę pętli interakcyjnych ZPP. Dzięki symulowaniu za pomocą algorytmów praw fizyki i procesów zachodzących w naturze możliwe jest generowanie architektury interaktywnej, dopasowującej się do zmian środowiska. Korzystne jest również to, że zadania projektowe mogą dotyczyć różnej skali – od planów urbanistycznych po detale. Przykładem jednej z pierwszych interaktywnych realizacji z zaprojektowaną cyfrowo architekturą jest Water Pawilon na sztucznej wyspie Neeltje (proj. NOX i Oosterhuis Associates).

Wykorzystywanie narzędzi cyfrowych w zrównoważonym procesie projektowym powoduje, że zarówno projektanci, jak i programiści mogą czerpać z zasobów przez dostęp do globalnej bazy danych, generować nowe informacje, wchodzić w interaktywne zależności. Użycie komputera zapewnia wydajność, satysfakcjonujące efekty na drodze programowania procesów skupiających się wokół charakterystycznych etapów i czynności twórczych [16]. Różnica, w stosunku do klasycznego procesu projektowego, tkwi w tym, że w architekturze informacyjnej nie zachodzi proces projektowania, lecz programowanie procesów.

Technologie informatyczne pozwalają zespołom projektowym tworzyć i badać zarówno wprowadzane rozwiązania technologiczne, funkcjonalno-przestrzenne czy estetyczne, jak i oddziaływanie obiektu w kontekście ekologicznym, ekonomicznym i społecznym na środowisko. Przez zwiększenie szybkości wymiany informacji, automatyzację powtarzalnych zadań, udział i szybkie komunikowanie się licznego grona ekspertów umożliwiają skrócenie czasu realizacji projektów i zmniejszenie ich kosztów. Umożliwiają ograniczenie kosztów budowy. Zastosowanie innowacyjnych technologii Computerized Numerical Control (CNC), dzięki wirtualnemu prototypowaniu, ogranicza koszty budowy oraz eksploatacji. Przedstawione technologie dają szansę na tworzenie architektury zrównoważonej spełniającej niestandardowe wizje estetyczne, jak również interaktywnych realizacji o zaawansowanej geometrii.

Rozwój i ekspansja technologii cyfrowych oraz ich wpływ na proces projektowy jest przyczyną rodzących się obaw, że działalność architektoniczna przestaje być płynącą z indywidualnej potrzeby człowieka twórczością i zaczyna polegać na wyborze spośród zaprogramowanych cyfrowo rozwiązań. Stąd też, przy podejmowa-

The use of digital tools in the sustainable design process enables both the designers and the programmers to draw from resources through the access to global database, generate new information, and engage in interactive relations. The use of computers guarantees efficiency and satisfactory effects through programming processes focusing on characteristic stages and creative activities [16]. The difference, in comparison with the traditional design process, is that in the information architecture there is no design process but programming processes.

Information technologies enable design teams to create and research technological, functional, spatial and aesthetic solutions as well as the impact of the building in the ecological, economic, and social context on the environment. Through the increase in the speed of exchange of information, automation of repetitive tasks, participation and quick communication between a number of experts they reduce the time for completion of designs and their costs. The application of innovative technologies such as Computerized Numerical Control (CNC) with the virtual prototyping limits the costs of construction and use. The presented technologies provide a chance for creating sustainable architecture which fulfills non-standard aesthetic visions as well as interactive designs with advanced geometry.

The development and expansion of digital technologies and their influence on the design process is the reason of emerging fears that designing architecture is no longer motivated by individual, human needs to create and more and more often it is about the selection from among digitally programmed solutions. Consequently, when undertaking design work one should not forget about the essence of creation which is always connected with individual approach and the work should be the result of materialization of the thought expressed in an individual way and not the result of engineering optimization.

Summary and conclusions

IDP and the systems of multi-criteria assessment and certification of buildings or BIM are the tools which bring us closer to the goal which is sustainable growth and they demonstrate that what seemed impossible in not such a distant past can be accomplished in small steps. Such activities require the commitment of active, conscious and professionally trained participants whose minds are open to innovations as well as are unafraid to take a risk and accept a close cooperation in interdisciplinary design teams. IDP and the certification methods create both hopes and fears which are justified by still not fully defined principles and effects of the introduction of sustainability. Based on the data of the US Green Building Council [17] it can be claimed, however, that the benefits of the efficiency of buildings and the built environment which result from the implementation of IDP and efficiency certification systems are important and they regard all participants in the design process.

The investor and developer get a building which is better adjusted to the reality and needs whose value is on average 7.5% higher than that of similar buildings con-

niu prac projektowych, nie można zapominać, że istota kreacji jest zawsze związana z indywidualnym podejściem i dzieło twórcy powinno być wynikiem materializacji myśli wyrażonej w indywidualny sposób, a nie w wyniku optymalizacji inżynierskiej.

Podsumowanie i wnioski

Zarówno ZPP, jak i systemy wielokryterialnej oceny i certyfikacji budynków czy BIM są narzędziami, które przybliżają do celu, jakim jest zrównoważony rozwój, i pokazują, że niewielkimi krokami można realizować to, co w niedawnej przeszłości wydawało się niemożliwe. Takie działania wymagają zaangażowania aktywnych, świadomych, przygotowanych profesjonalnie uczestników, o otwartych na innowacje umysłach, ale również niebojących się podejmowania ryzyka i akceptujących ścisłą współpracę w interdyscyplinarnych zespołach projektowych. ZPP i metody certyfikacji wywołują zarówno nadzieje, jak i obawy, które mają swoje uzasadnienie w nie do końca jeszcze sprecyzowanych zasadach i efektach wprowadzania zrównoważenia. W oparciu o dane US Green Building Council [17] można jednak twierdzić, że korzyści płynące z osiągniętej dzięki wprowadzeniu ZPP i systemów certyfikacji efektywności budynków i środowiska zbudowanego są istotne oraz odnoszą się do wszystkich uczestników procesu projektowego.

Investor i deweloper otrzymuje obiekt bardziej dopasowany do realiów i potrzeb, o wartości wyższej średnio o 7,5% w porównaniu z podobnymi budynkami zbudowanymi według konwencjonalnych zasad, oraz o racjonalnych kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Zyskuje na szybszym wynajęciu powierzchni użytkowych⁷.

Użytkownik otrzymuje korzystne warunki mikroklimatyczne, przyjazne wnętrza uzyskane dzięki wysokiej jakości wewnętrznego mikroklimatu, dużej ilości światła naturalnego, a często naturalnej wentylacji, kontaktowi z przyrodą i otoczeniem przez przeszkłone przegrody zewnętrzne. Oszczędza również na optymalizacji kosztów eksploatacyjnych poprzez ograniczenie zużycia wody, ciepła i energii.

Pracodawca zyskuje na większej wydajności pracy, zadowoleniu z pracy, mniejszej liczbie zachorowań oraz mniejszej rotacji pracowników.

Projektant i wykonawca zdobywa doświadczenie i większa dorobek, przez co wzrasta jego prestiż i reputacja zawodowa. Uzyskuje przewagę nad konkurencją dzięki osiągnięciu lepszych wyników w projektowaniu.

Spoleczność korzysta na polepszeniu komfortu życia dzięki przyjaznemu otoczeniu, obniżeniu kosztów eksploatacyjnych, tworzeniu się więzi lokalnych społeczności i odpowiedzialności za rozwój jednostek lokalnych.

Ponadto niewymierną korzyścią jest redukcja wpływu środowiska zbudowanego na środowisko naturalne. Bar-

structed in compliance with the conventional principles, and whose costs of investment and use are reasonable. Furthermore, they profit from renting the floor area sooner⁷.

The user gets favorable microclimatic conditions, friendly interiors with a high quality internal microclimate, a lot of natural light and often natural ventilation as well as contact with nature and the surrounding through glazed internal partitions. Savings on optimization of the costs of use as a result of reduction of the consumption of water, heat, and energy.

The employer benefits from higher work efficiency, job satisfaction, fewer diseases and smaller employee rotation.

The designer and the contractor gain more experience, achievements, higher prestige and professional reputation as well as advantage over competition due to better results in designing.

The community benefits from the improvement of the comfort of life due to friendly surrounding, lower costs of use, developing bonds in local communities and responsibility for growth of local units.

Furthermore, the intangible benefits include the reduction of impact of a built environment on the natural environment. More energy-efficient buildings, less emission, waste, and pollution are in effect a step toward sustainability between built and natural environments and they result in zero ecological footprint.

During the analysis of the advantages and shortcomings of the idea of sustainable growth in building industry the costs are a debatable subject. The financial aspect is usually decisive and it significantly affects the solutions which can be applied in the investment process. At the stage of a building design and construction the activities performed in compliance with IDP and the comprehensive certification methods can increase the costs and therefore it is important to try to achieve a balance between all possible credits of the applied certification system and the calculation of costs.

With well adopted and closely followed design assumptions the growth of investment costs should be compensated during the use of the building over a specific period by lowering the demand for energy and water, less expensive management, more durable and higher quality solutions and materials resulting in repair-free operation. It is assumed that a reliably developed design, in compliance with IDP principles, can provide for 35–50% optimization of a building energy-efficiency, with slightly higher or the same investment costs in comparison to a conventional building [12], [13]. The comfort of use also compensates the expenses.

The full compliance with the integrated design principles in the context of sustainable growth requires political decisions, knowledge of the professionals directly

⁷ Wynajęcie powierzchni w takich obiektach kosztuje średnio 3% więcej, co jest rekompensowane oszczędnością na poziomie kosztów operacyjnych w wysokości 8–9% ich konwencjonalnej wartości. Wzrost świadomości społecznej wpływa na wzrost prestiżu firmy i marki. Przykładowo, w USA wiele firm wynajmujących pomieszczenia w budynkach zielonych skłonna jest płacić za nie wyższą cenę [17].

⁷ Leasing space in such buildings costs on average 3% more, which is compensated by the savings on operating costs at 8–9% of their conventional value. The growth of social consciousness affects the growth of prestige of the company and the brand. For instance many companies in the USA leasing space in green buildings are willing to pay a higher price for them [17].

dziej energooszczędne budynki, mniejsza ilość emisji, odpadów i zanieczyszczeń stanowią krok ku zrównoważeniu pomiędzy środowiskiem zbudowanym i naturalnym i prowadzą do zerowego śladu ekologicznego.

W trakcie analizy zalet i mankamentów idei zrównoważonego rozwoju w budownictwie koszty są elementem dyskusyjnym. Aspekt finansowy ma zazwyczaj decydujące znaczenie i istotnie wpływa na rozwiązania, które mogą być zastosowane w procesie inwestycyjnym. Na etapie projektowania i realizacji obiektu działania według ZPP wraz z metodami kompleksowej certyfikacji mogą podwyższać koszty. Istotne zatem jest dążenie do osiągnięcia równowagi pomiędzy wszystkimi możliwymi kredytami zastosowanego systemu certyfikacji a kalkulacją kosztów.

Przy dobrze przyjętych i zrealizowanych założeniach projektowych rekompensata wzrostu kosztów inwestycyjnych powinna następować w trakcie eksploatacji obiektów, przy założonym okresie, w postaci obniżenia zapotrzebowania na energię i wodę, tańszą obsługę, trwalsze i o wyższej jakości rozwiązania i materiały prowadzące do bezawaryjności. Przyjmuje się, że rzetelne wykonanie projektu, zgodnie z założeniami ZPP, może przynieść 35–50% optymalizacji wydajności energetycznej budynku, przy niewiele wyższym lub zerowym podwyższeniu jego kosztów inwestycyjnych w stosunku do budynku konwencjonalnego [12], [13]. Komfort użytkowania również stanowi rekompensatę wydatków.

Pełna realizacja zasad zintegrowanego projektowania w kontekście zrównoważonego rozwoju wymaga decyzji polityków, wiedzy profesjonalistów włączonych bezpośrednio w proces projektowy, wprowadzenia systemu wielokryterialnej oceny jakości produktu, jakim jest budynek i środowisko zbudowane oraz akceptacji społecznej. Wymaga również współpracy z środowiskami lokalnymi oraz różnorodnych form informowania, kształcenia, promowania tematyki budownictwa zrównoważonego, a przede wszystkim przeprowadzania szerokiej kampanii edukacyjnej celem wpływu na zmianę mentalności i przyzwyczajzeń odbiorców, tak aby architektura zrównoważona była istotnym czynnikiem świadomego procesu decyzyjnego.

involved in the design process, introduction of the system of multi-criteria assessment of the quality of the product which is a building and a built environment as well as social acceptance. It also requires cooperation with local communities and various forms providing information, education, promotion of sustainable building, and in particular a far-reaching educational campaign in order to change the mentality and customs of the recipients for the sustainable architecture to be a significant factor in the conscious decision making process.

Translated by
Tadeusz Szalamacha

Bibliografia/References

- [1] Popczyk J., *Energetyka rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej*, Wydawnictwo PŚI, Gliwice, [b.r.w.].
- [2] Majerska-Pałubicka B., *Nowe metody i narzędzia projektowe, jako podstawa kreowania zrównoważonego środowiska zbudowanego*, [w:] W. Celadyn, S. Kuc, J. Makulik (red.), *10th International Conference New Building Technologies and Architectural Design NBTAD 2013*, PK, Kraków 2013, 65.
- [3] Wines J., *Zielona architektura*, Taschen/TMC Art., Köln 2008.
- [4] Bordass B., *Built environment professionals in the UK: 40 years back, 40 years on?*, [w:] *Keynotes: 40:40 Looking back and looking forward, SB11 Helsinki World Sustainable Building Conference, Proceedings*, vol. 1, Finnish Association of Civil Engineers RIL and VTT, Helsinki 2011, 18–21.
- [5] Majerska-Pałubicka B., *Świadome kreowanie zrównoważonej architektury*, [w:] A. Bać, J. Kasperski (red.), *Kierunki rozwoju budownictwa energooszczędnego i wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenie Dolnego Śląska*, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2013, 21–30.
- [6] Lisik A., *Strukturalizm otwarty*, Wydawnictwo PŚI, Gliwice 1991.
- [7] Jękot B., *Rozwój oceny/certyfikacji budownictwa: od kalkulacji częściowych do całościowych*, University Pretoria, Johannesburg 2010.
- [8] Ballenstedt J., *Architektura – historia i teoria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Poznań 2000.
- [9] Baranowski A., *Projektowanie zrównoważone w architekturze*, Wydawnictwo PG, Gdańsk 1998.
- [10] Mockbee S., <http://www.arch.hku.hk> [accessed: 2004].
- [11] Edwards B., *Green Architecture*, „Architectural Design” 2001, Vol. 7, Nr 4.
- [12] Larsson N., *IDP Integrated Design Process*, Workshop Materials, Ottawa 2004.

- [13] Kujawski W., *Zintegrowany Proces Projektowy, czyli jak możemy projektować lepiej*, „Zawód: Architekt” 2011, nr 19, 66.
- [14] Schmitt G., *Information Architecture*, Birkhauser, Basel 1999.
- [15] Oosterhuis K., *Swarm Architecture*, [w:] *Proceedings of Game Set and Match Conference*, Delft 2006, 14–30.
- [16] Słyk J., *Źródła architektury informacyjnej*, Prace Naukowe PW, Seria Architektura, z. 7, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2012.
- [17] *Budownictwo z potrójną odpowiedzialnością*. Rozmowa z A. Vorbrodt-Schurma, R. Schurma, „Zawód: Architekt” 2010, 3, dodatek specjalny, 6–8.

Streszczenie

Artykuł przedstawia szerokie spojrzenie na zależności występujące pomiędzy rozwiązaniami projektowymi obejmującymi całościowy cykl technicznego życia budynków i zespołów zabudowy a ich efektywnością środowiskową (ekologiczną, ekonomiczną, społeczną, gospodarczą itd.) w kontekście wpływu środowiska zbudowanego przez człowieka na środowisko naturalne. Zasadniczym celem pracy jest przedstawienie sposobów optymalizacji aktualnych metod projektowania środowiska zbudowanego poprzez wykorzystanie nowych narzędzi i możliwości technicznych oraz budowa schematu metod i strategii projektowania architektonicznego dotyczących założeń świadomego kreowania zrównoważonej architektury. Aby osiągnąć wyżej wymienione cele, podjęto próbę odpowiedzi na następujące pytania badawcze: Jakie są główne czynniki zrównoważonego rozwoju w kontekście projektowania architektonicznego?, Jak powinien wyglądać proces projektowy uwzględniający potrzeby zrównoważonego rozwoju?, Na czym powinna polegać optymalizacja procesu projektowego?

Z doświadczeń autorki wynika, że architekci wykazują znaczną ostrożność wobec zagadnienia zrównoważonego projektowania, przez co branża architektoniczna jest nielicznie reprezentowana w dyskusjach dotyczących omawianego tematu. W kontekście konieczności koncentrowania się na sposobie dochodzenia do zrównoważonego celu projektowego, wszelkie działania na drodze przybliżenia tematyki, zainteresowania i zaangażowania reprezentantów profesji architektonicznej do wzięcia aktywnego udziału w międzynarodowych rozważaniach i działaniach wydają się zatem istotne. W związku z powyższym artykuł skierowany jest w pierwszej kolejności do architektów, urbanistów, planistów, jak również do pozostałych uczestników procesów inwestycyjnych, a zwłaszcza tych, którzy dysponują finansami, aby również mogli zapoznać się z zasadami zrównoważonego projektowania.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, Zintegrowany Proces Projektowy – ZPP, nowe narzędzia projektowe

Abstract

The issues raised in the article include dependencies between design solutions comprising a whole cycle of the technical life of buildings and building development elements and their environmental effectiveness (ecological, economic, social, etc.) in the context of impact exerted by the environment built by man on the natural environment. The basic goal of the article is to present possibilities of optimizing the currently applied built environment design methods by using new design tools and technical possibilities as well as to construct a pattern of architectural design methods and strategies regarding the assumptions of conscious creation of sustainable architecture. In order to achieve the above mentioned goals an attempt has been undertaken to answer the following research questions: What are the major factors of sustainable development in the context of architectural design? What should a design process, taking into account the needs of sustainable design, look like? What should the design process optimization involve? The author's experiences indicate that architects demonstrate certain caution towards the idea of sustainable design, which results in sparse representation of the architectural branch in discussions devoted to the topic in question. For this reason, in the context of the fact that focus on the manner of achieving the sustainable design goal is an obvious matter, any activities aiming to introduce the subject, arouse the engagement and interest of the architectural profession representatives in active participation in international debates and activities seem to be important. Thus in the first place, the article is directed towards architects, urban planners as well as other participants of investment processes, especially those in control of finances, so they also could understand the whole process.

Key words: sustainable development, Integrated Design Process – IDP, new design tools



Fragment elewacji budynku mieszkalnego
w dawnej wiosce olimpijskiej w Vancouver.
Zespół zabudowy stanowi jedno
ze zrównoważonych osiedli w Kanadzie
(fot. A. Bać, 2011)

Fragment of a residential building façade
in the former Olympic Village in Vancouver.
The development is one of sustainable estates
in Canada (photo by A. Bać, 2011)