



## **KOMPUTEROWE PROJEKTOWANIE EKONOMIKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU W ZINTEGROWANYM PROCESIE PROJEKTOW. IMPLIKACJE PRAWNE I TECHNICZNE.**

### **COMPUTER DIGITAL DESIGN OF BUILDING ENERGY ECONOMICS WITHIN INTEGRATED INVESTMENT PROCESS. TECHNICAL AND LEGAL IMPLICATIONS.**

**Maciej Jamroży**  
mgr inż. architekt

Biuro architektoniczne  
URBAN PROJECT Spółka z o.o.  
ul. Zamkowa 2/5, 35-032 Rzeszów

#### **STRESZCZENIE**

W konsekwencji realizowanej przez UE polityki pro-środowiskowej, projektanci zmagają się z dużym zastrzeżeniem przepisów związanych z energooszczędnością budynków. Zmiany te zastrzegają politykę energetyczną obiektów, mają na celu poprawę jakości środowiska wewnętrznego w obiekcie i w konsekwencji jego oddziaływania na środowisko. Od niedawna charakterystyki energetyczne są załącznikiem do projektu budowlanego. Dziś wpływają na formę i ostateczny kształt projektowanego budynku, wyznaczają trendy i stymulują wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań.

Słowa kluczowe: BIM, symulacje, analizy ekologiczne, charakterystyka energetyczna.

#### **ABSTRACT**

As a consequence of the pro-environmental policy implemented by the EU, designers are struggling with an increase in regulations related to energy efficiency of the buildings. Those changes intensify energy policy of the buildings, they are designed to improve the quality of internal environment in the buildings, and consequently its impact on the environment. Recently, the energy performance has become an appendix to the construction project. Today, they affect the form and final shape of the designed buildings and they set trends, as well as stimulate the implementation of innovative solutions.

Key words: BIM, simulations, ecological analysis, energy performance.

## WSTĘP

Wraz ze wzrostem zainteresowania społecznego problemem klimatu i globalnych zmian zachodzących w środowisku naturalnym zaostrzają się przepisy prawne związane z energooszczędnością budynków. Systematycznie nakładane są przez rządy krajów wysokorozwiniętych restrykcje, mające na celu ochronę środowiska poprzez ograniczenie wykorzystywania paliw ze źródeł nieodnawialnych a co za tym idzie zmniejszenie energochłonności budynków. Doprowadziło to do konieczności wytworzenia specjalistycznego oprogramowania, które miałoby wspierać świadome projektowanie energooszczędne począwszy od skali mikro aż do skali makro.

Tendencje współczesnego świata do dynamicznych przemian, począwszy od stylu życia aż po sposób postrzegania zmian zachodzących w społeczeństwie sprawia, iż wiele zagadnień ewoluuje i w szybkim tempie przeistacza się w naukę, uściśla i uszczegóławia tworząc wysoce precyzyjną wąską dziedzinę wiedzy. Przejawia się to nie tylko w upowszechnieniu problematyki zrównoważonego rozwoju w budownictwie i znajomości zagadnienia, ale prowadzi do powstawania nowoczesnych narzędzi dla projektowania w stale zmieniających się warunkach i według nowych norm i standardów.

Wraz z wprowadzeniem wytycznych projektowych opartych na najnowszych dyrektywach i rozporządzeniach<sup>1</sup>, następuje radykalną zmianą podejścia do procesu inwestycyjnego. Laura Zeiher w książce „The Ecology of Architecture” pisała, iż pomimo upływu niemal stu pięćdziesięciu lat od czasu zaobserwowania problemu zmian w klimacie, profesjonalści wykazali niewielką inicjatywę w kwestii wprowadzania zmian w sposobie projektowania, technik czy metodologii budowania<sup>2</sup>. Od czasu wydania tej książki, na rynku projektowym pojawiło się wiele narzędzi, których zadaniem jest wspomaganie świadomego ekologicznego projektowania. Nowoczesne programy i zaawansowane narzędzia mają na celu ułatwienie pracy projektantów przy tworzeniu nowoczesnych nisko-energochłonnych budynków już na etapie wczesnej koncepcji. Pojawienie się i rozpowszechnienie komputerowego wspomaganie projektowania, które polega na wprowadzeniu danych technicznych projektowanego obiektu, obliczeniach i prezentacji rzetelnych wyników tych analiz, zostało podparte nowymi dyrektywami wspólnotowymi krajów wysokorozwiniętych oraz wprowadzeniem nowelizacji prawnych w poszczególnych państwach, w 2002 roku w wersji podstawowej oraz w 2014r. w obowiązującej wersji zaostrzonej również w Polsce.<sup>3</sup>

Decyzja związana z włączeniem do procesu projektowego obowiązku sporządzania charakterystyki energetycznej budynku wynika z konieczności zmniejszenia energochłonności każdego projektowanego obiektu. Rosnące koszty energii i coraz większe zapotrzebowanie na nieodnawialne źródła energii zmusiło kraje rozwinięte do powzięcia radykalnych kroków. Wprowadzenie powszechnie obowiązujących regulacji prawnych ma za zadanie wyegzekwować od inwestorów i projektantów zmniejszenie zapotrzebowania energetycznego nowych budynków, ograniczyć ślad węglowy w czasie ich funkcjonowania, oraz spopularyzować obowiązek korzystania ze źródeł energii odnawialnej.

## WSPÓŁZAWODNICTWO TECHNOLOGICZNE

Rozwój technologii projektowania wirtualnego zbiega się w rozszerzeniem wymogów energooszczędności dotyczących nowych budynków. Jest to swoista rewolucja procesu projektowego<sup>4</sup>. Już na wstępnym etapie koncepcji istnieje możliwość uściślenia wytycz-

<sup>1</sup> Dyrektywa EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) 2002/91/EC z dnia 16.12.2002 oraz Dyrektywa EPBD (2010/31/UE) 19.05.2010 r Parlamentu Europejskiego dot. charakterystyki energetycznej budynków.

<sup>2</sup> Zeiher L. *The Ecology of Architecture: a complete guide to creating the environmentally conscious building*; Whitney Library of Design, Nowy Jork, 1996r

<sup>3</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2003r. Nr 33, poz. 270 i 2004r. Nr 109, poz. 1156) ze zmianami z dn. 06.11.2008r. 10.12.2010r. oraz 05.07.2013r obowiązującymi od 01.01.2014r.

<sup>4</sup> Kujawski W. *Symulacje Komputerowe dla projektantów budynków/przyszłość która już nadeszła* [w:] *Zawód:Architekt #36*, Warszawa, 01/2014 str.: 58

nych technicznych dających podstawę do parametryzacji energetycznych osiągnięć budynku, ich analizy, wyboru technologii wg względów ekonomicznych oraz stworzenie dokumentu charakterystyki energetycznej. Dopiero w kolejnym etapie przystępuje się do sporządzenia projektu budowlanego. Nowoczesne oprogramowanie wspomaga podejmowanie trafnych decyzji, które modelują budynek nie tylko pod kątem funkcji i formy, ale i jego energooszczędności. Obserwujemy współzawodnictwo projektantów i inżynierów aby uzyskać możliwie najlepsze parametry projektowanych budynków – trwa wyścig technologiczny. Słowa: energooszczędny, pasywny albo niskoemisyjny to zbyt mało. Przyszłość należy do budownictwa inteligentnego. Dotychczas etap sporządzania charakterystyki energetycznej był wartością dodaną do projektu budowlanego, w obecnych realiach staje się jedną z głównych wytycznych do projektowania obiektu już na etapie jego wczesnej koncepcji.

Producenci oprogramowania komputerowego wspomagającego proces projektowania wychodzą naprzeciw potrzebom projektantów i architektów spinając proces tworzenia nowej architektury w jedną całość opartą na współpracy międzybranżowej. Zawiera się ona liniach kodu źródłowego, obszernych bazach danych i interaktywnym modelu 3D obiektu budowlanego. Analizy przedstawione w sposób dynamiczny reagują na zmieniające się otoczenie i środowisko, a każda, nawet niewielka zmiana w projekcie generuje nowe wyniki i pokazuje jaki wpływ te drobne korekty mają na całość założenia. Już na etapie projektowania można niezwykle dokładnie programować i kontrolować „życie” budynków, które powstaną dopiero w przyszłości.

## KOMPUTEROWE PROJEKTOWANIE EKONOMIKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

Komputerowe wspomaganie projektowania ekonomiki energetycznej budynku to w praktyce symulacje i zbiór analiz, w których uwidacznia się efekt synergii algorytmów obliczeniowych i danych na temat funkcjonowania obiektu wprowadzonych do programu przez projektanta oraz pozyskiwanych przez program automatycznie z zewnętrznej bazy danych. Są to dane dotyczące obciążenia, sposobu użytkowania, dane klimatyczne, materiałowe czy nawet kosztorysowe. Wszystkie są przetwarzane przez silnik oprogramowania a ich wprowadzanie, edycja następuje w komfortowy sposób przy pomocy interfejsu graficznego. Wszystkie informacje przetwarzane są dla całego wirtualnego modelu budynku, a nie jedynie wybranych detali jak w tradycyjnych metodach analitycznych. Takie rozwiązanie nie tylko zwiększa szczegółowość wyniku, ale przede wszystkim przekaz graficzny jest o wiele bardziej czytelny i łatwiejszy do analizowania przez projektanta, architekta oraz coraz częściej również przez inwestora. Podstawą działania oprogramowania są zaawansowane algorytmy matematyczne utworzone w oparciu o prawa fizyki budowli, materiałoznawstwo, dane klimatyczne i normy branżowe.

Początkowo rozwijana metoda obliczeń opartych o przestrzeń 2D oraz obliczeń matematycznych nie dawała pełnego obrazu procesów i zjawisk zachodzących w bryle projektowanego obiektu. Powstawały jedynie fragmentaryczne obrazy, które projektant musiał składać jak puzzle w jedną całość. Dopiero współcześnie unowocześniana technologia 3D pozwala na niezwykle sugestywne przedstawienie w formie graficznej symulacji zachowania i działania przyjętych rozwiązań projektowych w określonych warunkach środowiskowych.

Wśród nowoczesnego oprogramowania typu BIM<sup>5</sup> przeznaczonego do generowania symulacji 3D na szczególną uwagę zasługują to pracujące w oparciu o systemy certyfikacji LEEDTM<sup>6</sup>, BREEAM<sup>7</sup> oraz SBTool<sup>8</sup>. Dzięki nim można uzyskać informacje o projektowa-

<sup>5</sup> Building Information Modeling- więcej informacji na temat Modelowanie Informacji o Budynku - o na stronie: [http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling), z dnia: 09.05.2014

<sup>6</sup> Leadership in Energy & Environmental Design - więcej informacji o międzynarodowym systemie certyfikacji opracowanym przez U.S. Green Building Council na stronie: <http://www.usgbc.org/leed>, z dnia: 09.05.2014

<sup>7</sup> Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology - więcej informacji o wielokryterialnym systemie oceny jakości budynków na stronie: <http://www.breem.org/>, z dnia: 09.05.2014

nym oświetleniu, zacienieniu, nasłonecznieniu, wpływach wiatru czy wilgotności w zależności od usytuowania obiektu względem stron świata. Otrzymuje się również symulację przepływu energii oraz jakości i rodzaju środowiska wewnętrznego w budynku. Uzyskuje się obraz w jaki sposób budynek „pracuje” w danym otoczeniu, jak zachowuje się w danej strefie klimatycznej, jak zmiany usytuowania i konfiguracja instalacji wewnętrznych wpływa na jego działanie. Funkcjonowanie budynku można określić jako „życie żywego organizmu” z daną energochłonnością – chłodzeniem, ogrzewaniem, oświetleniem oraz co bardzo istotne, z zachowaniem się użytkowników budynku i jakością przestrzeni przeznaczonej do użytkowania w zróżnicowany sposób<sup>9</sup>. Dzięki temu można zwiększyć świadomość projektowania, wyeliminować błędy i szukać rozwiązań dla mniej komfortowych przestrzeni obiektu. Efektem działania oprogramowania są szczegółowe rysunki, zestawienia tabelaryczne i porównawcze mające na celu ukazanie całościowej integracji budynku ze środowiskiem, opierające się na trzech etapach<sup>10</sup>.

Pierwszym z nich jest analiza budynku, która polega na przeniesieniu danych koncepcji z papieru do środowiska wirtualnego, poprzez budowę modelu trójwymiarowego w programie przeznaczonym do wykonania pojedynczych analiz lub też użycia większych narzędzi typu BIM<sup>11</sup> w których moduły analityczne są już zintegrowane.

Drugim etapem jest symulacja. Obrazuje ona działanie efektywność wybranych rozwiązań technologicznych, materiałowych oraz wariantów ukształtowania formy obiektu. Jest to najważniejszy etap dla architekta jak i dla inwestora. Symulacja pokazuje zarówno korzyści jak i wady proponowanych rozwiązań i pomaga podjąć właściwe decyzje projektowe mające na celu poprawę jakości energetycznej obiektu i wyeliminowanie jego potencjalnych słabych punktów. Równocześnie ryzyko powstania przestrzeni nieprzyjaznych dla użytkowników, ustala zakres i charakter potrzebnych do wprowadzenia zmian, dzięki którym wzrasta komfort przebywania w obiekcie. Projektowanie w taki sposób zmniejsza energochłonność budynków, wpływając bezpośrednio na niezwykle ważne dla inwestora koszty utrzymania.

W trzecim etapie opracowuje się analiza rezultatów. Etap ten pozwala na wprowadzenie rozwiązań koniecznych do poprawy przepływu energii w budynku, modeluje warianty zastępcze generując nowe możliwości oraz uwidacznia wady i zalety tych już przyjętych.

Założenie holistycznej integracji budynku realizowane od najwcześniejszego etapu koncepcji ma na celu badanie, ocenę i ulepszenie powiązań pomiędzy warunkami zastanymi – lokalizacją czy klimatem a projektowanymi – masą termiczną budynku, zastosowanymi technologiami i sposobem użytkowania obiektu.<sup>12</sup> Programy ułatwiające przeprowadzenie analiz mają na celu wspomaganie optymalizacji komponentów takich jak wspomniana lokalizacja, strategie słoneczne, konstrukcja, źródła energii odnawialnej i nieodnawialnej oraz sprawność zastosowanych rozwiązań. Wprowadzony, zaostrzony od początku 2014r. i jeszcze bardziej sformalizowany obowiązek odwrócenia procesu inwestycyjnego w stronę wydłużenia etapu koncepcyjnego ma na celu rozbudzenie świadomości projektanta i inwestora w kwestii ekonomiki projektowania. W dalszym ciągu do zadań projektanta należy uświadamianie inwestora, jak ważny i pracochłonny jest to proces, a nie jest to częstokroć łatwe. Margines błędu oprogramowania przeznaczonego do prowadzenia symulacji jest zarówno w przypadku dużych jak i mniejszych inwestycji zależy od rzetelnego wprowadzenia danych przez projektanta. Zmiany, wprowadzone świadomie i pod-

<sup>8</sup> Sustainable Build Environment – więcej o programie projektowania zrównoważonej wydajności budynków na stronie: <http://www.iisbe.org/sbmethod>, z dnia: 09.05.2014

<sup>9</sup> Izba Architektów RP, *Zintegrowany Proces Projektowy, czyli jak możemy projektować lepiej*; [w:] Zawód:Architekt #19., Warszawa, 01/2011, str.: 64

<sup>10</sup> Kujawski W. *Symulacje, Komputerowe dla projektantów budynków/przyszłość która już nadeszła*, [w:] Zawód:Architekt #36, Warszawa, 01/2014 str.: 56

<sup>11</sup> Building Information Modeling- więcej informacji na temat Modelowanie Informacji o Budynku na stronie: [http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling), z dnia: 09.05.2014

<sup>12</sup> Składowe „Zintegrowanego Procesu Projektowego”, więcej w publikacji: Izby Architektów RP *Zintegrowany Proces Projektowy, czyli jak możemy projektować lepiej*; [w:] Zawód:Architekt #19., Warszawa, 01/2011, str.: 64

parte obliczeniami wpływają na obniżenie kosztów budowy, przyspieszają jej trwanie i określają czas amortyzacji kosztów przy przyjęciu rozwiązań wydajniejszych energetycznie w stosunku do tych mniej wydajnych. Z ekonomicznego punktu widzenia, korzystniejsze dla inwestora są nawet wielokrotne zmiany w projekcie, niż modyfikacje rozwiązań projektowych w czasie budowy. Częstokroć bowiem użycie wariantów zamiennych na późniejszym etapie nie jest już możliwe.

## ZASTOSOWANIE ANALIZ W PAKTYCE

Przykładem analiz przeprowadzanych pod kątem wydajności termicznej konstrukcji jest analiza 3D dla przegród zewnętrznych. Model ukazuje zachowanie się materiału przy określonej temperaturze i głębokości przenikania ciepła bądź zimna z zewnątrz, przy założeniu jakości, rodzaju i grubości przegrody. Na modelu całego obiektu uwidaczniają się słabe punkty projektu - miejsca niewralgiczne. Efekt końcowy wizualnie zbliżony jest do badania kamerą termowizyjną istniejącego już budynku.

Innym przykładem może być również analiza termiczna rozkładu temperatur na podstawie dynamicznej symulacji, określa się w niej lokalizację budynku, charakterystykę klimatu na zewnątrz budowli, parametry przegród, źródła ogrzewania, systemy wentylacji oraz chłodzenia wnętrza budynku. Dzięki takim analizom uzyskuje się wielobarwny obraz przepływu energii w obiekcie. Na podstawie wyników można określić punkty krytyczne dla wychładzania się i nagrzewania obiektu oraz je wyeliminować. Poprzez zastosowanie odpowiednich materiałów, systemów lub zmian w projekcie, zmniejsza się ewentualny dyskomfort użytkownika obiektu do minimum.

Obecnie najczęściej wykonywane z uwagi na wymagania prawne, a tym samym najbardziej rozpowszechnione w kraju są analizy nasłonecznienia, zacieniania i przesłaniania, które pozwalają określić parametry nowopowstających obiektów w kontekście istniejącej zabudowy. Dzięki takim badaniom uzyskuje się obraz najkorzystniejszych przestrzeni w projektowanym obiekcie biorąc pod uwagę ukształtowanie terenu, strefę klimatyczną i formę oraz funkcję obiektu w kontekście istniejącej zabudowy. Dodatkowo rzetelne opracowanie zapewnia ochronę przed reperkusjami prawnymi, będącymi konsekwencją zacieniania i przesłaniania lub kosztami ogrzewania będącymi konsekwencją niewystarczającego nasłonecznienia.

Interesującym przykładem analiz w których technika komputerowa jest nieoceniona jest wykonywanie badań jakości powietrza wewnętrznego (Indor Air Quality-IEQ). W tego typu symulacjach uwzględnia się dobór materiałów, rodzajów instalacji i obsługi urządzeń oraz ich współdziałanie przez cały okres życia technicznego budynków.

Korzyścią niewymierną płynącą z takich pomiarów jest świadomość energochłonności projektowanego obiektu już na etapie koncepcyjnym. Korzyścią wymierną jest realna wiedza na temat jakości energetycznej budynku. Wiedza ta przekłada się na oszczędności wynikające z ewentualnych zmian w kosztorysie inwestora na etapie wykonywania projektu architektoniczno-budowlanego oraz w konsekwencji długofalowej na oszczędnościach wynikających z eksploatacji budynku.

Najistotniejszym aspektem odwrócenia procesu projektowego z punktu widzenia inwestora i architekta jest kwestia kosztów. Wprowadzenie badań jako integralnej części procesu projektowego zwiększają nieznacznie czas przygotowania projektu, jednak pozorne oszczędności na tym etapie skutkują w przyszłości większymi problemami niż dłuższy czas oczekiwania na dokumentację. Odpowiednio dobrane rozwiązania technologiczne oraz forma obiektu wpisana w otoczenie w dłuższej perspektywie amortyzuje nie tylko koszty projektowe, ale przede wszystkim wysokie koszty eksploatacyjne budynków, co dla wielu inwestorów jest wyznacznikiem szybkości zwrotu z inwestycji.

Narzucone przez nowelizację ostatnich przepisów zmiany w procesie inwestycyjnym mają na celu pogłębienie wiedzy i świadomości stron tego procesu na temat spójności i nierozzerwalności projektowanego obiektu z otoczeniem tj. środowiskiem. Dotychczasowe

konflikty zachodzące między Warunkami Technicznymi<sup>13</sup> a zapisami Dyrektywy EPBD<sup>14</sup> zostały ograniczone. Dodatkowo systematycznie wdrażane będą zapisy mówiące o nowym kształtowaniu się faz procesu inwestycyjnego. W procesie tym szczególny nacisk został położony na projektowanie, ze zwiększeniem udziału etapu koncepcyjnego i poszerzeniem go o symulacje i analizy, co zaowocuje lepszymi rozwiązaniami poprawiającymi efektywność charakterystyki energetycznej projektowanych obiektów.

Dziedziny analiz i symulacji nie są sztywno określone. Najbardziej komfortowe i optymalne warunki współpracy to takie, w których zarówno projektant jak i inwestor mogą określić interesujące ich aspekty. Można wtedy mówić o symulacjach ciepłno-powietrznych, , ciepłno-nasłonecznieniowych, ciepłno-wilgotnościowych czy ciepłno-wentylacyjno-klimatycznych. Cechą projektowania w trybie analiz i symulacji jest ich elastyczność, łatwość w określaniu indywidualnych parametrów czy zestawień oraz możliwości stosowania jednocześnie wielu wariantów. Oprócz prezentacji wyników za pomocą map, stref rozkładu oraz wielobarwnych powierzchni na modelu trójwymiarowym stosuje się również metodę porównawczą w formie grafów i wykresów, na których w czytelny sposób widoczne są zależności pomiędzy wariantami. Możliwość porównania charakterystycznych parametrów z wielu wersji, nakładania się wyników oraz logicznej formy przedstawienia analiz są bezcenne i ułatwiają świadomy wybór konkretnych rozwiązań.

Wśród dostępnych na rynku modułów oprogramowania do analiz i symulacji warto zwrócić uwagę na programy ESP-r<sup>15</sup> i EnergzPLus<sup>16</sup>, które pomimo niezbyt przyjaznego interfejsu spełniają swoje zadanie i są jednocześnie bezpłatne. Istnieje ponadto wiele komercyjnych programów wspierających technologię BIM. Również polscy naukowcy pracują nad stworzeniem własnego programu do prowadzenia takich symulacji.<sup>17</sup>

## ZASADY TWORZENIA ANALIZ

Końcowym ale bardzo istotnym elementem symulacji jest sama forma prezentacji jej wyników. Wspomniana na początku zmiana przedstawienia sumy analiz w formie liczbowej i opisowej na graficzną jest bardzo istotna dla architekta i inwestora ze względu na swoją dużą sugestywność. Architektura operuje językiem grafiki i wizualizacji i jest to najprostszą formą przekazu, która z dużym powodzeniem funkcjonuje między stronami biorącymi udział w procesie inwestycyjnym. Dzięki przystępnemu systemowi prezentacji wyników symulacji można bez zbędnych trudności komunikować się z inwestorem i przedstawiać mu wyniki analiz oczekując na podjęcie konstruktywnego dialogu w sprawie optymalizacji kosztów związanych z budową i eksploatacją obiektu. Rozpoczynając fazę symulacji, należy określić, w którym poruszać się będą zarówno projektant jak i inwestor oraz kluczowe wytyczne do projektowania obiektu, a przystępując do negocjacji należy dokładnie sprecyzować cele badań. Nie zawsze bowiem kwestia kosztów jest wysunięta na pierwszy plan. Często priorytetem i podstawą do stworzenia symulacji są cele środowiskowe.

<sup>13</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2003r. Nr 33, poz. 270 i 2004r. Nr 109, poz. 1156) ze zmianami z dn. 06.11.2008r., 10.12.2010r. oraz z dn. 05.07.2013r. obowiązującymi od 01.01.2014r.

<sup>14</sup> Dyrektywa 2010/31/UE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 19.05.2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.

<sup>15</sup> ESP-r - Energy Systems Research Unit – darmowy moduł analityczny, rozpowszechniany na licencji OpenSource – otwartego kodu źródłowego, więcej informacji na jego temat na stronie internetowej: <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm>, z dnia: 09.05.2014

<sup>16</sup> EnergyPlus Energy Simulation Software – program do analizy energetycznej i symulacji termicznych. Więcej na stronie: [www.apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus-about](http://www.apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus-about) z dnia: 09.05.2014

<sup>17</sup> Bartkiewicz P. Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa Wydział Inżynierii Środowiska Politechnika Warszawska, Więcej informacji na stronie: <http://www.is.pw.edu.pl/bartek/dzialalnosc.htm>, z dnia: 09.05.2014

Dzieje się tak przy projektowaniu obiektów zlokalizowanych w obszarach wielkopowierzchniowych form ochrony przyrody takich jak np. NATURA 2000<sup>18</sup>.

Składowa procesu projektowego dotychczas usytuowana przed fazą projektu czyli koncepcja (określenie funkcji, formy i technologii), teraz spójna jest z przeprowadzanymi analizami energetycznymi, ekonomicznymi, ciepłno-wilgotnościowymi i optymalizacją.

Istotne dla projektanta i inwestora jest ustalenie ilości analiz przeprowadzonych na potrzeby koncepcji, po wykonaniu których strony uzyskać mają satysfakcjonujący efekt. Jest to niezwykle ważne pod względem możliwości zrealizowania celu założonego podczas określania głównych wytycznych technologicznych dla projektu.

Prezentacja efektów jest elementem kończącym pracę nad koncepcją, opisującym jakość, ilość, formę, zakres analizy oraz jej adresata. Konieczna jest wyczerpująca informacja nt. wyników symulacji utworzona w oparciu o założone parametry budynku skupiona na założonych przewidzianych we wstępnej koncepcji oraz końcowym wyniku przeprowadzonych badań.

## PODSUMOWANIE

Kluczową kwestią podczas współpracy projektowej architekta i inwestora jest dążenie do uzyskania synergii pomiędzy systemami, w których poprawa jakości projektowanego budynku zmniejsza możliwe ekologiczne i ekonomiczne implikacje powstania i funkcjonowania obiektu. Możliwym staje się stworzenie koncepcji projektowanego obiektu w oparciu o wyniki płynące z symulacji. Przyszłość projektowania leży w świadomości stron biorących udział we wszystkich fazach procesu projektowego. Symulacje i analizy komputerowe stały się podstawą do projektowania założeń koncepcyjnych budynków zaraz obok wytycznych dotyczących formy i funkcji. W dłuższej perspektywie nowoczesne podejście do wielo-dyscyplinarnego projektowania przyczyni się do polepszenia środowiska wewnętrznego mikroklimatu obiektów oraz jakości środowiska zewnętrznego szczególnie wobec braku konfliktów części instalacyjnej z projektowanymi strukturami. Takie spojrzenie na proces twórczy wznosi architekturę na kolejny poziom, rozpoczynając etap świadomej współpracy między architektem, projektantami branżowymi i inwestorem.

Symulacje dają możliwość nie tylko obniżenia kosztów realizacji inwestycji oraz późniejszego użytkowania obiektu, ale co najważniejsze edukują, wpływają na zwiększenie świadomości inwestora, analizę rzeczywistych potrzeb i oczekiwań klienta oraz zapraszają go do czynnego udziału w procesie planowania ukazując zalety odwróconego procesu inwestycyjnego. Projektowanie ekonomiki energetycznej obiektów, które jeszcze kilka lat temu było jedynie dodatkowym załącznikiem do dokumentacji, na naszych oczach staje się niezwykle ważną częścią zintegrowanego procesu projektowego. Wywiera wpływ na jakość architektury, jej kształt i ogranicza koszty eksploatacji budynków kiedy koncepcja staje się rzeczywistością. Pozwala projektować w zrównoważony sposób, zgodnie z naturą i otoczeniem, z wykorzystaniem odnawialnej energii, której zasoby daje przyroda, użytecznie i komfortowo dla użytkowników i mieszkańców budynku, nie powodując przy tym zbędnego obciążenia budżetu inwestora oraz co ważniejsze środowiska naturalnego.

---

<sup>18</sup> Natura 2000 – „program utworzenia w krajach Unii Europejskiej wspólnego systemu (sieci) obszarów objętych ochroną przyrody. Podstawą programu są dwie unijne dyrektywy: Dyrektywa Ptasia i Dyrektywa Siedliskowa źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Natura\\_2000](http://pl.wikipedia.org/wiki/Natura_2000), więcej: <http://natura2000.gdos.gov.pl/>, z dnia: 09.05.2014

## COMPUTER DIGITAL DESIGN OF BUILDING ENERGY ECONOMICS WITHIN INTEGRATED INVESTMENT PROCESS. TECHNICAL AND LEGAL IMPLICATIONS.

### INTRODUCTION

Along with the increase of social interest in the problem of climate and global changes that occur in the natural environment, we're observing an increase in regulations regarding the energy efficiency of the buildings. The governments of the highly developed countries systematically implement restrictions aimed at the protection of environment, by limiting the use of non-renewable fuels and reducing energy efficiency of the buildings. This has led to the need of producing specialized software, which would support conscious energy efficient designing, starting from the micro and up to the macro scale.

Modern world have the tendencies to dynamic changes, ranging from lifestyle, up to the perception of changes that occur around us, which pushes a lot of issues to evolve and rapidly turn into science, as well as clarifies and refines, creating highly precise, narrow field of knowledge. This can be seen not only in the popularization of sustainable development issues in the construction industry or in knowledge about this issues, but it also leads to the creation of modern design tools in the constantly changing conditions, in accordance with the new standards and norms.

With the introduction of design guidelines based on the latest directives and regulations<sup>19</sup>, we're dealing with a radical change of approach in regard to the investment process. Laura Zeiher in her book *The Ecology of Architecture*, wrote that despite the passing of almost 150 years since the noticing of climate change problems, the professionals have shown only little initiative in the implementation of changes in regard to the manner of designing, their techniques or methodologies of construction<sup>20</sup>. Since the release of this book, many tools emerged on the design market, which support the conscious pro-ecological designing. Modern software and advanced tools aim to facilitate the designers' work in creating modern low-energy consuming buildings, already at the stage of early concept. The emergence and popularization of computer aided design, which is based on the entering of technical data of the designed building, the calculation and presentation of accurate results of those analyses, have been supported by new joint directives of the highly developed countries, and the introduction of legal amendments in the individual countries – in 2002 in basic version and in 2014 in current more strict version, also in Poland.<sup>21</sup> Already has been developed a basis for this software – an engine, on which in the future will be build the interface of the modern simulation application.

The decision regarding inclusion to the design process, the obligation to compile energy performance of the building, is a direct result of the need to reduce the energy consumption of the each designed building. Increasing energy costs and rising demand for non-renewable energy sources, have forced highly developed countries to take radical steps. Introduction of the generally applicable legal regulations, is supposed to force the investors, as well as the designers, to limit energy requirements of the new buildings, to reduce carbon footprint during their operations and to popularize the obligation of using renewable energy sources.

---

<sup>19</sup>*Energy Performance of Buildings Directive* 2002/91/EC dated 16.12.2002 and EPBD (2010/31/UE) dated 19.05.2010 of the European Parliament and Council of Europe regarding energy performance of the buildings.

<sup>20</sup>Zeiher L. *The Ecology of Architecture: a complete guide to creating the environmentally conscious building*; Whitney Library of Design, NowyJork, 1996

<sup>21</sup>Regulation of the Minister of Infrastructure dated 12 April 2002 regarding the technical conditions to which buildings and their location should be subject. (Journal of Laws No. 75, item 690 of 2003 No 33, item 270 and of 2004 No. 109 item 1156) with later amendments dated 06.11.2008, 12.03.2009, 10.12.2010 and 05.07.2013, applicable since 01.01.2014.



## TECHNOLOGICAL COMPETITION

Development of the virtual design technology coincides with extension of the energy efficiency requirements regarding each new building.

Today, we are faced with a revolution of the design process<sup>22</sup>. As early as the initial stage of the concept, there's a possibility to refine the technical guidelines that give the basis for the parameterization of building's energy performance, their analysis, selection of technology in regard to economic reasons, and compilation of energy performance document. Only at the next stage, you can start preparing the construction design. Modern software helps to make good decisions that model the building, not only in the terms of function and form, but also its energy efficiency. We observe the competition among designers and engineers to get the best possible parameters of the designed building – technological race is ongoing. Today, the following words: energy-efficient, passive or low-emission are not enough. The future belongs to the intelligent construction. So far, the stage of preparing energy performance was an added value to the construction design, but today it becomes one of the main guidelines regarding the building design, at the stage of its early concept.

Manufacturers of the computer software that support the design process, meet the needs of designers and architects by joining the process of creating the new architecture in one piece that is based on the inter-field cooperation. It is contained in the thousands lines of code, large databases and interactive 3D model of the building. The analyses presented in a dynamic manner react to the changing surroundings and environment, and each, even the smallest change in the design, generates new results and show how those small changes affect the whole design. As early as the design stage, we can very precisely program and control "life" of the building that will be created in the future.

## COMPUTER DESIGNING OF BUILDING'S ENERGY ECONOMICS

What is computer aided design of building's energy economics? In practice, it is comprised of simulations and sets of analyses, which are a result of synergy of computational algorithms and data, regarding the functioning of the building, which are entered to the program by the designer and which are obtained automatically from an external database. They include data regarding load, usage, climate data, data about the material and even cost estimate data. All of those are processed by the software engine, and entering, as well as editing of those data, is very easy and is made with the use of graphical interface. All information is processed for the entire virtual model of the building, not just for selected details - as in case of traditional analytical methods. Such solution not only increases the details of the outcome, but most of all, graphical presentation is much more readable and easier to analyze by the designer, architect and, more and more often, by the investor. The operation basis of the software are sophisticated mathematical algorithms created based on buildings' laws of physics, materials science, climate data and industry standards.

Initially developed method of calculations, based on the 2D model and mathematical calculations, did not give a complete picture of the processes and phenomena that occur in the block of the designed object. Only fragmentary images were available, which the designer had to put together like puzzles. Only recently modernized 3D technology allows for extremely suggestive presentation of simulation, regarding the behavior and actions of the adopted design solutions, in the specified environmental conditions.

---

<sup>22</sup>Kujawski W. *Symulacje Komputerowe dla projektantów budynków/przyszłość która już nadeszła*, [in:] *Zawód: Architekt #36*, Warszawa, 01/2014 pg: 58

Among the modern software of BIM type<sup>23</sup>, created for generation of 3D simulation, particularly noteworthy are the ones that work based on the certification systems: LEEDTM<sup>24</sup>, BREEAM<sup>25</sup> and SBTool<sup>26</sup>. Thanks to them, we can obtain information about the designed lighting, shading, insolation, influences of the wind or humidity, depending on the object's location in regard to the cardinal directions. We can also obtain simulations of energy flow, as well as the quality and type of internal environment in the building. We get the picture how a building "works" in the given surroundings, how it behaves in the given climate zone, how the changes in location and configuration of internal installations affect its operation. We are able to observe the functioning of the building as a "living organism" with any given energy consumption – cooling, heating, lighting and what's very important – with the behavior of the building's users and the quality of space intended for use in various ways<sup>27</sup>. Thanks to that, we can design in a conscious way, eliminate errors and seek solutions for less comfortable spaces of the object. The effects of software operation include the detailed drawings, tabular juxtapositions and comparisons that present the overall integration of the building with environment, which are based on three stages<sup>28</sup>.

The first one is analysis of the building, which consists of the transference of concept data from the paper to the virtual environment, through the construction of three-dimensional model in the program, intended for the performance of single analysis or through the use of larger BIM<sup>29</sup> type tools, in which the analytical modules are already integrated.

The second stage is simulation. It aims to illustrate the effects of the chosen technological and material solutions, as well as the variants of the object's form shaping. It is the most important stage for the architect and for the investor. The simulation shows, both advantages, as well as the disadvantages of the proposed solutions and helps to make the right design decisions, which will improve energy quality of the object and eliminate its potential weak points. At the same time, the simulation reduces the risk of creation of spaces that will be inhospitable for the users, it determines the scope and type of the changes that need to be implemented, thanks to which, increases the comfort of residing in the given object. Designing in such manner reduces the energy consumption of the buildings, impacting directly on, extremely important for the investor, maintenance costs.

The third stage is an analysis of the results. This stage allows for the introduction of the solutions that are necessary to improve the energy flow in the building, it models alternate variants, generating new capabilities and it objectively highlights the disadvantages and advantages of the ones that already have been adopted.

The adoption of the holistic integration of the building, implemented from the earliest stage of the conception aims to study, evaluate and improve the connections between the existing conditions – location and climate, and the designed conditions – thermal mass of the building, used technologies and usage of the building.<sup>30</sup> The programs facilitating the carrying out of the analyses are intended to support the optimization of components, such

<sup>23</sup>Building Information Modeling - you can find more information about this subject at: [http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling), dated: 09.05.2014

<sup>24</sup>Leadership in Energy & Environmental Design - you can find more information about international system of certification developed by U.S. Green Building Council at: <http://www.usgbc.org/leed>, dated: 09.05.2014

<sup>26</sup>Sustainable Build Environment – you can find more information about the design program of sustainable efficiency buildings at: <http://www.iisbe.org/sbmethod>, dated: 09.05.2014

<sup>27</sup>Chamber of Architects of Republic of Poland (pl. Izba Architektów RP) *Zintegrowany Proces Projektowy, czyli jak możemy projektować lepiej*;[in:] Zawód: Architekt #19., Warszawa, 01/2011, pg: 64

<sup>28</sup>Kujawski W. *Symulacje Komputerowe dla projektantów budynków/przyszłość która już nadeszła*, [in:] Zawód: Architekt #36, Warszawa, 01/2014 pg: 56

<sup>29</sup>Building Information Modeling - you can find more information about this subject at: [http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling), dated: 09.05.2014

<sup>30</sup>Those are the comprising components of the "Integrated Design Process" (pl. „Zintegrowanego Procesu Projektowego”), you can find more information in the publication of Chamber of Architects of Republic of Poland (pl. Izba Architektów RP) *Zintegrowany Proces Projektowy, czyli jak możemy projektować lepiej*;[in:] Zawód: Architekt #19., Warszawa, 01/2011, pg: 64

as the above-mentioned location, solar strategies, structure, renewable energy sources, non-renewable energy sources and efficiency of the applied solutions. Introduced, made stricter since the beginning of 2014 and subsequently made even more formal, the obligation to reverse the investment process towards the extension of the concept stage, aims to awake the consciousness of the designer and the investor in relation to the issues of design economics. Unfortunately, it is still the responsibility of the designer to increase the awareness of the investor, in regard to how important and labor-intensive is this process, which often is not easy.

Error margin of the software intended for the simulation is in the case of large, as well as small investments, very small and it depends on the reliable entering of the data by the designer. All changes, consciously entered and based on calculations, affect the reduction of construction costs, accelerate its duration and determine the time of costs amortization in the case of adopting more energy efficient solution, in comparison to those less efficient. From an economical point of view, more beneficial for the investor are even multiple changes in the project, than modifications of the design solution during the construction. That's usually the case, because often, the use of alternate variant at a later stage is no longer possible.

#### **APPLICATION OF THE ANALYSES IN PRACTICE**

An example of the analyses conducted to determine thermal efficiency of the construction, is the 3D analysis of external space dividing elements. The model shows the behavior of the material at a specific temperature and depth of heat transfer or cold transfer from the outside, assuming given quality, type and thickness of the space dividing element. On the model of the entire object, you can see the highlighted weak points of the project – sensitive spots. It's like walking with a thermographic camera around the whole building.

Another example may also be a thermal analysis or the temperature distribution, based on the dynamic simulation, where you determine location of the building, climate characteristic outside the building, parameters of the space dividing elements, sources of heating, ventilation and cooling systems of the building. Thanks to such analyses, you get multicolored image of the energy flow in the building. Based on the studies' results, we can define the critical points for cooling and heating of the building, and eliminate them. Through the use of appropriate materials, systems or minor changes in the project, we can reduce the possible discomfort of the building's usage to the minimum.

Currently, the most commonly conducted, due to the legal requirements and thus the most popularized in the country, are the analyses of the insolation, shading and obstructing, which allow determining the parameters of new buildings in the context of existing buildings. Thanks to such studies, we can obtain the picture of the most beneficial spaces in the designed object, while taking into account the terrain shaping, climate zone, form and function of the object located in the context of the existing buildings. In addition, reliable development ensures the protection against legal repercussions, which may be the consequence of the shading, obstructing or the results of heating, which can be the consequence of insufficient insolation.

An interesting example of the analyses in which computer technology is invaluable, is the carrying out of the studies on the indoor air quality (Indoor AirQuality-IEQ). In this type of simulations, the following elements are taken into account: selection of materials, types of installations, maintenance of equipment and their interaction throughout the entire duration of technical life of the buildings.

Immeasurable benefit resulting from such measurements is the knowledge about energy consumption of the designed object, already at the concept stage. Measurable benefit is a real knowledge about the energy quality of the building. This knowledge translates into the savings resulting from the possible changes in the investor's cost estimate at the sta-

ge of executing architectural-construction project, and in the long-term consequence, in the savings resulting from building's operation.

The most important aspect of the reversal of the design process, from the investor's and designer's point of view, is the matter of costs. Introduction of the studies as a integral part of the design process slightly increases the time of project preparation, however ostensible savings at this stage result in future in bigger problems, than longer waiting time for the documentation. Properly selected technological solution and form of the object introduced into the surroundings, in longer perspective not only amortizes the project costs, but above all, high operating cost of the building, which for many investors, is the determinant of the rate of return on investment.

Imposed by the amendment of the latest regulation, changes in the investment process are aimed at extending the knowledge and awareness of the parties of this process, in regard to the consistency and indissolubility of the designed object and surroundings i.e. environment. Previous conflicts arising between the Technical Conditions<sup>31</sup> and the provisions of EPBD<sup>32</sup> have been limited. Additionally, provisions will be implemented systematically that concern the new shaping of the investment process' phases. In this process, special emphasis has been placed on the designing, with increased participation of the concept stage and expanding it with the simulations and analyses, which will result in better solutions, improving the efficiency of energy performance of the designed objects.

Domains of the analyses and simulations are not strictly defined. The most comfortable and optimal conditions of cooperation are the ones, in which both designer, as well as investor can determine the aspects that are the most interesting to them. Then, you can talk about thermo-air simulations, thermo-electric simulations, thermo-insolation simulations, thermo-humidity simulations or thermo-ventilation-climate simulations. A characteristic of the design, in analyses and simulation mode, is its flexibility in determining individual parameters or combinations, and the possibility to use many variants simultaneously. Besides the presentation of the results with the use of maps, distribution zones and multicolored surfaces on the three-dimensional model, there's also a comparison method in the form of graphs and charts, on which you can clearly see the correlations between the variants. The possibilities to compare characteristic parameters from multiple versions, overlapping of the results and logical form of the analyses presentation, are all invaluable and facilitate the conscious choice of the specific solutions.

Among available on the market software modules for the analyses and simulations, we have options including licensed and free choices. The following are worth noting: ESP-r<sup>33</sup> and EnergzPlus<sup>34</sup>, which despite not very user-friendly interface, properly fulfill their purpose and at the same time, are free. There are many commercial programs supporting BIM technology. Additionally, Polish scientists are working on developing their first own program for such simulations.<sup>35</sup>, there already has been developed a basis for this software – an engine, on which in the future will be build the interface of the application.

## PRINCIPLES FOR CREATION OF ANALYSES

The last, but important simulation element is the presentation form of its results. Mentioned at the beginning, change in presentation of the sum of analyses, from numerical and

<sup>31</sup>Regulation of the Minister of Infrastructure dated 12 April 2002 regarding the technical conditions to which buildings and their location should be subject. (Journal of Laws No. 75, item 690 of 2003 No 33, item 270 and of 2004 No. 109 item 1156) with later amendments: 06.11.2008, 10.12.2010 and 05.07.2013, date: 01.01.2014.

<sup>32</sup>Directive 2010/31/UE of the European Parliament and Council of Europe dated 19.05.2010

<sup>33</sup>ESP-r - Energy Systems Research Unit – free analytical module, distributed on the basis of OpenSource license – open source, more information: <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm>, dated: 09.05.2014

<sup>34</sup>EnergzPlusEnergySimulation Software – program for the energy analysis and simulation of thermal load. More information: [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus\\_about.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus_about.cfm), dated: 09.05.2014

<sup>35</sup> Piotr B. Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa Wydział Inżynierii Środowiska Politechnika Warszawska. You can find more information at: <http://www.is.pw.edu.pl/bartek/dzialalnosc.htm>, dated: 09.05.2014

descriptive form to graphical form, is very important to the architect and the investor, due to its high suggestibility. The architecture operates through the language of graphic and visualization, and it is the simplest form of communication, which is successfully functioning between the parties participating in the investment process. Thanks to the straightforward presentation system of the simulation results, we can communicate with the investor without unnecessary difficulties and present him the analyses results, while waiting for the constructive dialogue regarding the optimization of costs, related to the construction and operation of the given building. While starting the simulation phase, the scope of the study should be determined, in which the designer, as well as the investor will operate. Therefore, crucial guidelines for the object's design are determined here.

While beginning the negotiation with the investor, it's necessary to precisely specify the simulation's objective, because not always the matter of costs is at the forefront. Often a priority and basis for the creation of simulation are environmental objectives. That's especially the case when the objects are located in large areas of nature conservation e.g. NATURA 2000<sup>36</sup>. Component of the project process, which was so far placed before the design phase i.e. concept (determination of function, form and technology) now is joined with the conducted energy analyses, economic analyses, thermo-humidity analyses and optimizing analyses.

Important for the designer and investor is the limit of changes – element of the scope of conducted studies, which determines the final amount of the analyses carried out for the needs of concept, after which both parties are supposed to get the satisfying effect. It's important in the terms of possibility to realize the objective, adopted during the determination of the main technological guidelines for the project.

Presentation – element, which ends the cooperation that describes the quality, quantity, form, scope of the presentation and its addressee. Necessary is comprehensive information regarding simulation results, compiled on the basis of assumed building performance and focused on the elements predicted in the initial concept and the final result of the conducted studies.

## SUMMARY

The crucial issue, during the design cooperation between the architect and the investor, is aiming to obtain synergy between systems, in which improvement of designed building's quality reduces the possible ecological and economic implication of creation, and functioning of the given object. It becomes possible to create the concept of the proposed building on the basis of fundamental data. The future of designing lies in the improvement of awareness of the parties, participating in all phases of the design process. Computer simulations and analyses have become the basis for the designing of concept assumptions of the building, right besides their basic guidelines regarding the form and function. In the long term perspective, modern approach to the multi-disciplinary designing will contribute to the improvement of the internal environment – microclimate of the buildings and the quality of external environment, especially in the absence of conflicts between the installation component and the designed structures. Such point of view regarding the creative process elevates the modern architecture to the next level, beginning the stage of conscious cooperation between architect, industry designers and investor.

The simulations give the possibility of not only reducing the investment implementation costs and object's usage, but what's the most important – they educate, influence the increase of investor's awareness, analyze the real needs and expectation of the client,

---

<sup>36</sup>Natura 2000 – „program in the EU countries intended for creation of the joint system (network) of nature protection areas. The bases for this program are two EU directives: Birds Directive and Habitats Directive. The purpose of this program is to preserve certain types of natural habitats and species, which are considered valuable and endangered in the scale of entire Europe.” Source: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Natura\\_2000](http://pl.wikipedia.org/wiki/Natura_2000), dated: 09.05.2014, more information: <http://natura2000.gdos.gov.pl/>, dated: 09.05.2014

and invite him to actively participate in the planning process, by pulling him in the heart of the reversed investment process.

Designing of the objects' energy economics, which a few years ago, was only additional annex to the documentation, before our eyes becomes extremely important part of the integrated design process. It influences the quality of the architecture, as well as its shape, and it reduces the costs of building operation, when the concept becomes the reality. It allows you to design in a sustainable manner, in accordance with nature and in comfortable manner for the users or residents of the given building, at the same time without causing unnecessary burden for the investor's budget, and what's more important, for the natural environment.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Dyrektywa EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) 2002/91/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z 16.12.2002 dotycząca charakterystyki energetycznej budynków.
- [2] Dyrektywa EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) (2010/31/UE) Parlamentu Europejskiego z 19.05.2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków
- [3] Izba Architektów RP *Zintegrowany Proces Projektowy, czyli jak możemy projektować lepiej*; [w:] Zawód:Architekt #19.; Warszawa, 01/2011
- [4] Kujawski W. *Symulacje Komputerowe dla projektantów budynków/przyszłość która już nadeszła*, [w:] Zawód:Architekt #36, Warszawa, 01/2014
- [5] Mendler S., Odell W., *The HOK guidebook to Sustainable Design*; Secondary Edition, HOK Architects, Nowy Jork, 2000r.
- [6] Ministerstwo Rozwoju Regionalnego i Budownictwa *Przegląd i ocena metod symulacji komputerowej dla potrzeb projektowania budynków spełniających zasady zrównoważonego rozwoju. Przykłady zastosowania symulacji dla projektantów i inwestorów*, opr. Kujawski W., Warszawa 2001r.
- [7] Roberts T. *Energy Modeling: Early and Often*, Environmental Building News, Brattleboro, VT 03/2013
- [8] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie*. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2003r. Nr 33, poz. 270 i 2004r. Nr 109, poz.1156) z późniejszymi zmianami z dn. 06.11.2008r.
- [9] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2003r. Nr 33, poz. 270 i 2004r. Nr 109, poz. 1156) ze zmianami z dn. 06.11.2008r. 12.03.2009r. 10.12.2010r. oraz z dn. 05.07.2013r obowiązującymi od 01.01.2014r.
- [10] Zeiher L. *The Ecology of Architecture: a complete guide to creating the environmentally conscious building*; Whitney Library of Design, Nowy Jork, 1996r.

## O AUTORZE

Mgr inż. arch. Maciej Jamroży członek Małopolskiej Okręgowej Izby Architektów nr. MP-1926. Posiada uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności architektonicznej. Założyciel, prezes i kierownik biura „URBAN PROJECT Sp. z o. o.”; e-mail: m.jamrozy@urbanproject.pl, tel. +48/ 501 594 905. Opracowuje doktorat pod opieką naukową dr hab. inż. arch. Magdaleny Jagiełło-Kowalczyk, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej.

## AUTHOR'S NOTE

MSc, Eng. Arch., Maciej Jamroży member of the Malopolska Regional Chamber of Architects no. MP-1926. He has unlimited building design license in the architectural specialty. Founder, owner and leader of the “URBAN PROJECT Sp z o.o.”; e-mail: m.jamrozy@urbanproject.pl, tf. +48/501 594 905. He is working on his doctoral thesis under the supervision of the Ph.D Eng. Arch. Magdalena Jagiełło-Kowalczyk, Faculty of Architecture, Cracow University of Technology