

# EKOLOGICZNE I ENERGOOSZCZĘDNE ROZWIĄZANIA NA WYSTAWIE EXPO 2015

Jakub Fidor

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury, ul. Żołnierska 50,  
71-210 Szczecin  
E-mail: jakubfidor@gmail.com

## ECOLOGICAL AND ENERGY SAVING SOLUTIONS AT THE UNIVERSAL EXPOSITION EXPO 2015

### Abstract

The theme of Expo 2015 in Milan was „Feeding the Planet, Energy for Life”. The event organizers proposed a break with the previous form of the exhibition. The emphasis was on ecology, which translated into the architecture of expo pavilions. The area of Expo was a proper town that uses smart solutions for integrated energy management. The pavilions were equipped with solutions using renewable energy sources and were built with the use of environment-friendly materials. The present article refers to the problem of smart energy management in the context of Expo 2015. It describes key issues related to energy producing and saving and its integrated management. Moreover, the paper presents solutions that use renewable energy sources as well as proecological solutions used in chosen pavilions built for the needs of the exposition.

### Streszczenie

Tematem wystawy Expo 2015 zorganizowanej w Mediolanie było „Wyżywienie planety, energia dla życia”. Organizatorzy zaproponowali zerwanie z dotychczasową formułą wystawy. Położono nacisk na ekologię, która znalazła przełożenie w architekturze pawilonów wystawowych. Teren Expo to pełnoprawne miasteczko wykorzystujące inteligentne rozwiązania dla zintegrowanego zarządzania energią. Pawilony wystawowe wyposażono w rozwiązania wykorzystujące odnawialne źródła energii, a do ich budowy użyto materiałów przyjaznych dla środowiska. W niniejszym artykule podjęto tematykę inteligentnego zarządzania energią w kontekście wystawy Expo 2015. Omówiono kluczowe zagadnienia związane z oszczędzaniem i wytwarzaniem energii oraz jej zintegrowanym gospodarowaniem. Przedstawiono rozwiązania wykorzystujące odnawialne źródła energii oraz proekologiczne rozwiązania zastosowane w wybranych pawilonach wybudowanych na potrzeby wystawy.

Keywords: energy; technology; sustainable development; renewable energy sources; architecture; smart city

Słowa kluczowe: energia; technologie; zrównoważony rozwój; odnawialne źródła energii; architektura; inteligentne miasto

## WPROWADZENIE

Wystawa Expo 2015 w Mediolanie, której tematem jest „Wyżywienie planety, energia dla życia”, daje zwiedzającym pogląd na najważniejsze wyzwania przyszłości dotyczące żywienia człowieka. Główna koncepcja wystawy wprowadza wyraźną zmianę paradygmatu przez rezygnację z prestiżowych obiektów architektonicznych, na rzecz raczej „zrównoważonego parku żywności”. Pawilony stają się „domami płodów rolnych”,

a ich forma często przenika się z małymi ogrodami i polami uprawnymi w ich bliskim otoczeniu. Świadomość sił natury jako podstawowych źródeł naszej żywności, które muszą być chronione bardziej efektywnie i używane w bardziej inteligentny sposób w przyszłości, ma wyraźne przełożenie na rozwiązania ekologiczne zastosowane w obiektach wystawienniczych. Teren Expo 2015 to tzw. „miasto inteligentne”. Składała się na nie nowoczesna

sięć dystrybucji zasilania i system zarządzania energią. Poprzez optymalizację przepływów i zintegrowanie źródeł energii odnawialnej oraz zarządzanie oświetleniem organizatorom udało się znacznie zredukować i zoptymalizować jej zużycie. Pawilony wystawowe wyposażone w systemy energii ze źródeł odnawialnych w znaczny sposób zaspokajają własne potrzeby. Po raz pierwszy stworzono szczegółowe wytyczne dla projektantów, dotyczące konstrukcji, demontażu i ponownego wykorzystania pawilonów. Dzięki temu udało się wymóc zastosowanie proekologicznych rozwiązań. Jednocześnie nie narzucono formy pawilonów, pozostawiając architektom pole do twórczych poszukiwań.

Celem artykułu jest opisanie rozwiązań, które powodują obniżenie bilansu energetycznego miasteczka Expo, a tym samym wpływają dodatnio na stan środowiska. Autor analizuje miasteczko Expo pod kątem inteligentnego zarządzania energią „Smart City”. Opisane zostały proekologiczne rozwiązania zastosowane w wybranych pawilonach. Analizę przeprowadzono na podstawie własnych obserwacji autora podczas pobytu na terenie wystawy oraz udostępnionych przez organizatora materiałów.

## 1. MIASTO INTELIGENTNE - „SMART CITY” NA EXPO 2015

Obecnie istnieje wiele definicji „miasta inteligentnego”. Niektóre kładą nacisk na kwestie technologiczne, inne na społeczne. Określa się je na podstawie projektów czy rozwiązań realizowanych w konkretnych miejscach. Chodzi głównie o lepsze, oszczędniejsze i bardziej przyjazne dla środowiska zarządzanie miastem. Dobrym przykładem zintegrowanego zarządzania jest miasteczko stworzone na potrzeby Expo 2015.

Dla potrzeb projektu włoski koncern energetyczny Enel stworzył sieć Smart Grid do dystrybucji energii elektrycznej wewnątrz przestrzeni wystawiennej oraz oświetlenia publicznego. System ma na celu integrację wszystkich systemów elektrycznych, oświetlenia publicznego, rozproszonych urządzeń wytwórczych i systemów magazynowania energii. Ich połączenie w sieć zapewnia najbardziej wydajne zarządzanie energią. Na potrzeby wystawy powstało około 100 pawilonów o łącznej zainstalowanej mocy 80 MW i około 100 stacji średniego napięcia. Każda podstacja połączona została światłowodami w celu uzyskania szybszej komunikacji. Smart Grid Expo kontrolowane są przez stację kontrolną Enel, która monitoruje przepływ energii i obciążenie sieci. Dzięki temu dystrybucja energii jest bardziej efektywna i stabilna. Ponadto zainstalowane zostały punkty magazynowania energii, które zabezpieczają przed awarią sieci energetycznej.

Dla oświetlenia przestrzeni zewnętrznych zastosowano wysokiej jakości oświetlenie LED. Zapewnia ono najwyższą wydajność w zakresie efektywności energetycznej, z oszczędnością do 80% w stosunku do tradycyjnych źródeł światła. Jednolite światło i doskonale oddanie barw tworzą komfort wizualny.

Podobnie jak w modelowym Smart City, wszystkie punkty świetlne są zdalnie sterowane i dane na temat ich funkcjonowania monitorowane są przez centrum sterowania. Ponadto każdy pojedynczy punkt świetlny jest włączany i wyłączany w sposób zaplanowany, a strumień świetlny regulowany według określonych potrzeb.

Technologia LED, w połączeniu z elastycznym systemem zarządzania funkcjonowaniem, ma również zastosowanie wewnątrz pawilonów. Dzięki systemowi światło dostarczane jest tam, gdzie w danym momencie jest występujące zapotrzebowanie. Strumień świetlny z różnych urządzeń oświetleniowych jest regulowany przez system czujników w zależności od przemieszczania się osób przebywających w pawilonie i dostępnego światła dziennego.

Światło jest również środkiem wyrazu artystycznego i elementem budującym napięcie. Multimedialne prezentacje maksymalizują wrażenia zwiedzających. Wszystkie rozwiązania są oparte na technologii LED. Sterować oświetleniem można poprzez konfigurowalne interaktywne interfejsy, które pozwalają na tworzenie konkretnych scen świetlnych.

Zintegrowany system obejmuje również sieć punktów ładowania samochodów elektrycznych oraz autobusów. Stacje dostępne są przez 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu. Kierowcy mogą uzyskać wszelkie informacje na temat historii ładowania swoich pojazdów i lokalizację stacji ładowania na swoim smartfonie lub tablecie.

Aktywne zarządzanie energią „Smart Metering” umożliwia integrację, zarządzanie i kontrolę urządzeń elektrycznych oraz pomiarowych w czasie rzeczywistym, w celu łatwiejszego ich wykorzystania w sytuacji, kiedy są potrzebne. „Smart Metering” zintegrowany jest z narzędziem dla inteligentnego zarządzania oświetleniem, ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją. Reaguje na obecność ludzi, temperatury i światła naturalnego, umożliwiając automatyczne przekonfigurowanie urządzeń w celu efektywnej i energooszczędnej pracy. Każda jednostka zarządzania energią pawilonu i urządzeniami pomiarowymi połączona została z centralnym systemem zarządzania energią. Dzięki temu możliwe jest nadzorowanie pracy wszystkich pawilonów. Umożliwia to gromadzenie danych na temat zużycia energii, wydajności oraz pracy urządzeń, aby zapobiec ewentualnym awariom.



**Ryc. 1.** Wystawa w pawilonie koncernu energetycznego Enel; źródło: fot. autora  
**Fig. 1.** The exhibition in the pavilion energy group Enel; source: photo by the author

Inne rozwiązanie, zwane „Active Management Energy”, integruje energię wytwarzaną z odnawialnych źródeł zainstalowanych w pawilonach. Umożliwia pełne wykorzystanie zielonej energii oraz osiągnięcie prawdziwej neutralności, jeśli chodzi o emisję CO<sup>2</sup>.

Dzięki „Smart Metering”, dane z produkcji są dostępne w czasie rzeczywistym, co pozwala na zwiększenie świadomości na temat produkcji energii, jej zużycia oraz równowagi pomiędzy tymi procesami.

Firma Enel posiadała swój pawilon, gdzie odwiedzający mogli śledzić moc i zużycie energii, jej wytwarzanie oraz poziom produkowanego przez pawilon dwutlenku węgla. Dzięki dobrze przygotowanej ekspozycji, można było uzyskać wiele cennych informacji na temat odnawialnych źródeł energii oraz zintegrowanych systemów zarządzania.

## 2. ROZWIĄZANIA EKOLOGICZNE NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH PAWILONÓW

### 2.1. Pawilon Włoch

Pawilon włoski to nie tylko przykład ekstrawaganckiej architektury, ale również wysoce innowacyjny i zrównoważony budynek.

Jego fasada zewnętrzna zaprojektowana została z betonu z fotokatalizatorem w postaci dwutlenku tytanu, który może zużywać nawet 80% zanieczyszczeń obecnych w powietrzu. W bezpośrednim świetle słonecznym substancja czynna zawarta w materiale „przechwytuje” niektóre zanieczyszczenia obecne w powietrzu i konwertuje je do soli obojętnych, zmniejszając przy tym poziom smogu w środowisku.

Dach budynku stanowi innowacyjny „żagiel”, będący interpretacją koron drzew, z kieliszkiem fotowoltaicznych płaskich i zakrzywionych ogniw. Masywne, przeszklone stożkowe świetliki wprowadzają do wnętrza światło naturalne. Wraz z elewacją zewnętrzną stanowi wyraz innowacji w projektowaniu i technologii.

Sam budynek jest zeroenergetyczny, co oznacza, że potrafi wyprodukować tyle energii, ile sam zużywa. Umożliwiają to szeroko stosowane panele fotowoltaiczne oraz fotokatalizacyjna betonowa elewacja.

Pawilon pozostał na miejscu po zakończeniu Expo i służy jako centrum innowacji technologicznych oraz ikona projektowania zrównoważonego.



**Ryc. 2.** Pawilon Włoch; źródło: fot. autora  
**Fig. 2.** Italian pavilion; source: photo by the author

## 2.2. Pawilon Niemiec

Niemiecki pawilon nosił nazwę „Pole pomysłów”, jego architektura zachwycała bardzo lekką i otwartą konstrukcją. Obiekt przekładał pole niemieckiej łąki i krajobrazu na język form architektonicznych.

Niezwykłe, organiczne płynne linie wyrażały pionierskie innowacje inspirowane naturą.

W projekcie zastosowano nowoczesną technologię fotowoltaiki organicznej (OPV). Dzięki elastycznym modułom udało się stworzyć zintegrowane z konstrukcją formy przypominające drzewa. Ich zadanie, to wytwarzanie energii słonecznej oraz gromadzenie wody deszczowej.

## 2.3. Pawilon USA

Pawilon amerykański zatytułowano „American Food 2.0”. Architekci stworzyli dosłownie „zieloną maszynę” wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Na jednej z elewacji stworzono pionowy ogród obsadzony roślinami jadalnymi. Korzystał on z hydroponicznego systemu uprawy. Rośliny nawadniane były za pomocą systemu wykorzystującego wodę deszczową. Elewacja posia-

dała obrotowe panele, dzięki którym można było ukierunkować uprawę tak, by wykorzystywała optymalną ilość światła słonecznego w ciągu dnia. Konstrukcję budynku stanowił stalowy szkielet pochodzący z recyklingu. Centralny deptak prowadzący przez wnętrze pawilonu wykonany został z drewna odzyskanego ze starej promenady w Coney Island. Dach pawilonu pokrywały panele fotowoltaiczne oraz szkło fotochromatyczne z funkcją inteligentnego ściemniania. Układ tworzenia mgły zapewniał chłodzenie budynku bez użycia klimatyzacji. Wszystkie elementy budynku po zakończeniu wystawy planowano do ponownego wykorzystania w innych projektach.

## 2.4. Pawilon Czech

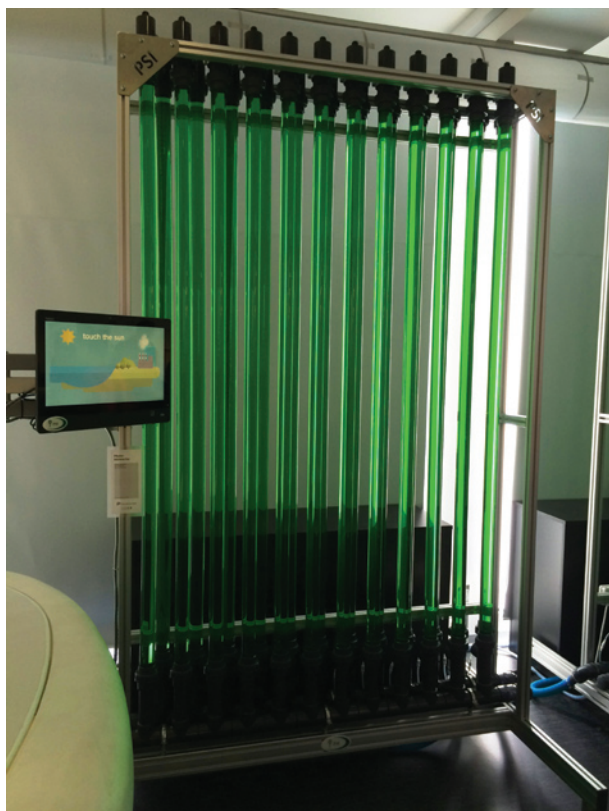
Pawilon czeski prezentował najnowszy postęp w nanotechnologii dla oczyszczenia wody, jak również długą tradycję gospodarki wodnej, która była głównym tematem prezentowanym w obiekcie. Budynek składał się z modułów na planie prostokąta, w których zlokalizowano przestrzenie wystawiennicze i restaurację,



**Ryc. 3.** Pawilon Niemiec; źródło: fot. autora  
**Fig. 3.** German pavilion; source: photo by the author



**Ryc. 4.** Pawilon Stanów Zjednoczonych; źródło: fot. autora  
**Fig. 4.** United States of America pavilion; source: photo by the author



**Ryc. 5.** Bioreaktor w pawilonie Czech; źródło: fot. autora  
**Fig. 5.** The bioreactor in Czech pavilion; source: photo by the author

zaś obok pawilonu - basen. Konstrukcja modułowa pawilonu umożliwiała jego łatwy transport i demontaż. Po zakończeniu Expo miał wrócić on do Czech, gdzie zostałyby przystosowany do nowej funkcji - przedszkola. Wystawy prezentowały innowacje w zakresie zarządzania i wykorzystania zasobów wodnych, jak również wyniki badań biotechnicznych i nanotechnologicznych. Na szczególną uwagę zasługiwał bioreaktor. Jest to nowoczesny system dla uprawy alg i sinic. Organizmy te rosną w kontrolowanych warunkach i mogą być stosowane do wytwarzania leków, środków spożywczych oraz w celu zmniejszenia emisji CO<sup>2</sup> do atmosfery oraz do oczyszczania ścieków.

## 2.5. Pawilon Wietnamu

Pawilon wietnamski składał się z wysokich cylindrycznych „strąków” bambusowych owiniętych wokół drzew. Konstrukcja symbolizowała kwiat lotosu. Gałkowicie porowate i elastyczne elementy wspierały naturalną wentylację oraz zapobiegały przegrzewaniu wnętrza w upalne dni. Lotos w Wietnamie stanowi symbol trwałości, wszystkie jego części uważane są za przysmak i są w pełni wykorzystywane w przemyśle spożywczym, jak również w medycynie naturalnej. Bambusowe strąki są łatwe w demontażu, ze względu na małą wagę umożliwiają tani i wygodny transport.

**Ryc. 6.** Pawilon Wietnamu; źródło: fot. autora  
**Fig. 6.** Vietnam pavilion; source: photo by the author



## PODSUMOWANIE

Wystawa EXPO 2015 stanowiła przykład dobrze zaplanowanej i starannie wykonanej przestrzeni, wykorzystującej nowoczesne technologie w celu ochrony środowiska. Na wystawie zaakcentowano przede wszystkim aspekt ekologiczny. Zastosowanie zintegrowanych systemów zarządzania energią pozwoliło na stworzenie pełnoprawnego ekologicznego miasta. Całość emitowanego do atmosfery dwutlenku węgla, w czasie budowy i trwania wystawy, została wyrównana przez tradycyjną uprawę roślin, jak i zakup tzw. kredytów węglowych. Mimo narzucenia architektom proekologicznych rozwiązań powstały różnorodne, ciekawe obiekty. Często stosowano zielone ściany, materiały recyklowalne, drewno na elewacjach, czy rozwiązania o charakterze krajobrazowym. Wystawa stała się dobrym miejscem dla przetestowania innowacyjnych materiałów i rozwiązań: betonu z fotokatalizatorem na elewacjach w pawilonie Włoch, czy nowoczesnej technologii fotowoltaiki organicznej OPV w pawilonie Niemiec.

Wybudowane na potrzeby wystawy obiekty w większości odpowiadały na jej temat „Wyżywienie planety, energia dla życia”. Cieszy fakt, że wykorzystywały odnawialne źródła energii oraz proekologiczne rozwiązania. Mimo indywidualnego podejścia do formy pawilonów wszystkie łączyła idea budownictwa zrównoważonego, jakże ważnego we współczesnym świecie.

## LITERATURA

1. **Gatto M. (2015)**, *Feeding the planet energy for life official catalogue*, Mondadori Electa, Mediolan.
2. **Smart Grid for Expo 2015** [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <https://servizi.enel.it/sgexpo2015/full/>.
3. **Novozhilova M. (2015)**, *The spectacular Palazzo Italia building in Milan is a smog-eating machine* [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <http://inhabitat.com/striking-palazzo-italia-at-the-milan-expo-is-a-smog-eating-machine/>.
4. **Grozdanic L. (2015)**, *Undulating German pavilion brings a "field of ideas" to Milan Expo 2015* [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <http://inhabitat.com/undulating-german-pavilion-brings-a-field-of-ideas-to-milan-expo-2015/>.
5. **Grozdanic L. (2015)**, *Enel's solar-powered Expo pavilion is a virtual forest made of 650 LEDs* [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <http://inhabitat.com/enels-solar-powered-expo-pavilion-is-a-virtual-forest-made-of-650-leds/>.
6. **Laylin T. (2015)**, *Vietnam's sustainable bamboo "lotus pods" sprout on time for Milan Expo 2015* [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <http://inhabitat.com/vietnams-sustainable-bamboo-lotus-pods-sprout-on-time-for-milan-expo-2015/>.
7. **Jewell N. (2015)**, *Biber Architects Breaks Ground on USA Pavilion With Edible Vertical Garden for the Milan Expo 2015* [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <http://inhabitat.com/american-food-2-0-pavilion-to-showcase-an-edible-vertical-wall-of-u-s-crops-at-milan-2015-expo/>.
8. **Wang L. (2015)**, *Czech Republic's prefab pavilion is built around a swimming pool to keep cool at the 2015 World Expo* [online], [dostęp 28 czerwca 2015]. Dostępny w internecie: <http://inhabitat.com/czech-republics-prefab-pavilion-is-built-around-a-swimming-pool-to-keep-cool-at-the-2015-world-expo/>.