

Sławomir ROSOLSKI\*, Michał RUTKOWSKI\*\*, Jakub WÓJTOWICZ\*\*\*

## BUDYNEK WYDZIAŁU ARCHITEKTURY I WYDZIAŁU INŻYNIERII ZARZĄDZANIA JAKO WSTĘP DO ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU KAMPUSU „WARTA” POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ

Niniejszy artykuł porusza tematykę wzajemnej korelacji funkcji oraz formy współczesnej architektury z uwarunkowaniami i potencjałem energetycznym nowoczesnych technologii wyposażenia budynku. W pracy przedstawiono wstęp do dalszych interdyscyplinarnych badań mających na celu określenie potencjału budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania jako obiektu wspierającego pracę energetyczną całego kampusu Politechniki Poznańskiej zlokalizowanego bezpośrednio przy rzece Warta w Poznaniu.

**Słowa kluczowe:** budynek niemal zeroenergetyczny, odnawialne źródła energii, architektura zrównoważona, charakterystyka energetyczna, techniczne wyposażenie budynku, struktura budynku

### 1. WPROWADZENIE

Od zarania dziejów stale aktualnym tematem rozważań projektantów oraz krytyków architektury jest odnalezienie idealnej metodyki twórczej pozwalającej na scalenie wszelkich cech niezbędnych definicji budynku idealnego. Zaczynając od klasycznych trzech reguł Witruwiusza – „firmitatis, utilitatis, venustatis” (trwałość, użyteczność, piękno) – a kończąc na bliższych współczesności tezach takich jak „Form follows function” (forma wynika z funkcji), ponadczasowość wygłaszanych poglądów poddawana była ciągłej próbie poprzez zmieniające się warunki życia, oczekiwania użytkowników czy rozwijające się technologie. Aktualne wymaganie

---

\* Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Urbanistyki i Ochrony Dziedzictwa, <https://orcid.org/0000-0001-9529-0423>.

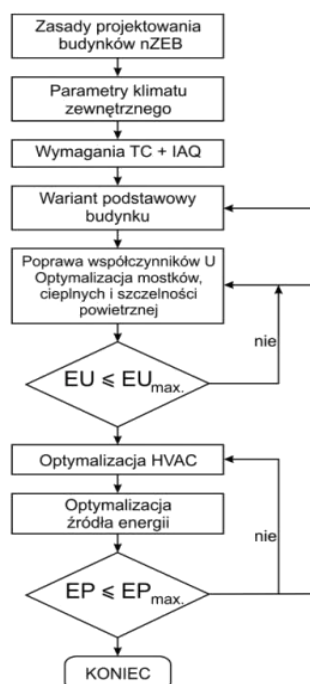
\*\* Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Instytut Architektury, Urbanistyki i Ochrony Dziedzictwa, <https://orcid.org/0000-0002-5867-7036>.

\*\*\* Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Instytut Architektury, Urbanistyki i Ochrony Dziedzictwa, <https://orcid.org/0000-0001-9649-652X>.

stawiane architekturze – nadanie wysokiego priorytetu efektywności energetycznej oraz myśleniu zrównoważonemu – po raz kolejny dodaje nowe spojrzenie do rozmów o poszukiwaniu perfekcji, podtrzymując temat rozważań stale aktualnym. Wykreowane wraz z postępem technologii oraz świadomości ekologicznej pojęcie zeroenergetyczności architektury stało się wyzwaniem zarówno dla zapewnienia funkcjonalności użytkownika, jak i estetyki formy projektowanych przestrzeni.

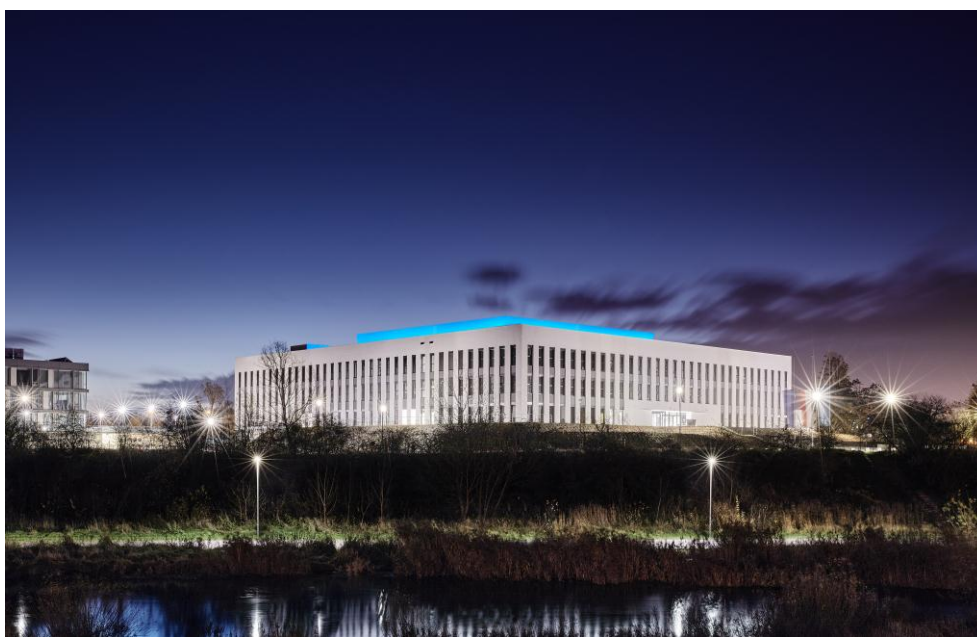
Budynek Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania jest wspólną odpowiedzią na próbę poszukiwania idealnego balansu między funkcją, formą oraz wymogami energetycznymi stawianymi przed architekturą w XXI w. Łącząc ze sobą nadaną mu funkcję edukacyjną z możliwościami wprowadzenia efektywnych systemów technicznego wyposażenia, ukazuje formę, której wygląd oparto na prostych, lecz ponadczasowych zabiegach kompozycyjnych, jednocześnie kontrolując estetykę oraz sprawność działania budynku.

## 2. BUDYNEK NIEMAL ZEROENERGETYCZNY – DEFINICJA POJĘCIA / KONTEKST WAWIZ



Rys. 1. Algorytm projektowania budynków niemal zeroenergetycznych  
[prof. dr hab. inż. Edward Szczechowiak]

Pojęcie budynku niemal zeroenergetycznego pojawiło się w wydanej 19 maja 2010 r. dyrektywie Unii Europejskiej (2010/31/EU) mającej na celu zobowiązanie państw członkowskich do poprawy parametrów nowopowstających obiektów architektury w celu ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> oraz negatywnego wpływu całości cyklu życia budynków na środowisko. Przedstawiona w dyrektywie definicja określa wymogi stawiane parametrom charakterystyki energetycznej, określanej na podstawie obliczonej teoretycznie lub faktycznie zużytej energii związanej z typowym użytkowaniem budynku. Ograniczona do minimum ilość energii potrzebnej dla funkcjonowania obiektu powinna w wysokim stopniu pochodzić z odnawialnych źródeł zlokalizowanych bezpośrednio na miejscu lub w pobliżu budynku. Wymogi stawiane przed projektami niemal zeroenergetycznymi zakładają również spełnienie odpowiednich wartości szeregu parametrów takich, jak np. bardzo dobra izolacyjność termiczna określana współczynnikiem przenikania ciepła U dla przegród, szczelność obudowy budynku czy odpowiednia zwartość struktury określana ilorazem A/Ve.

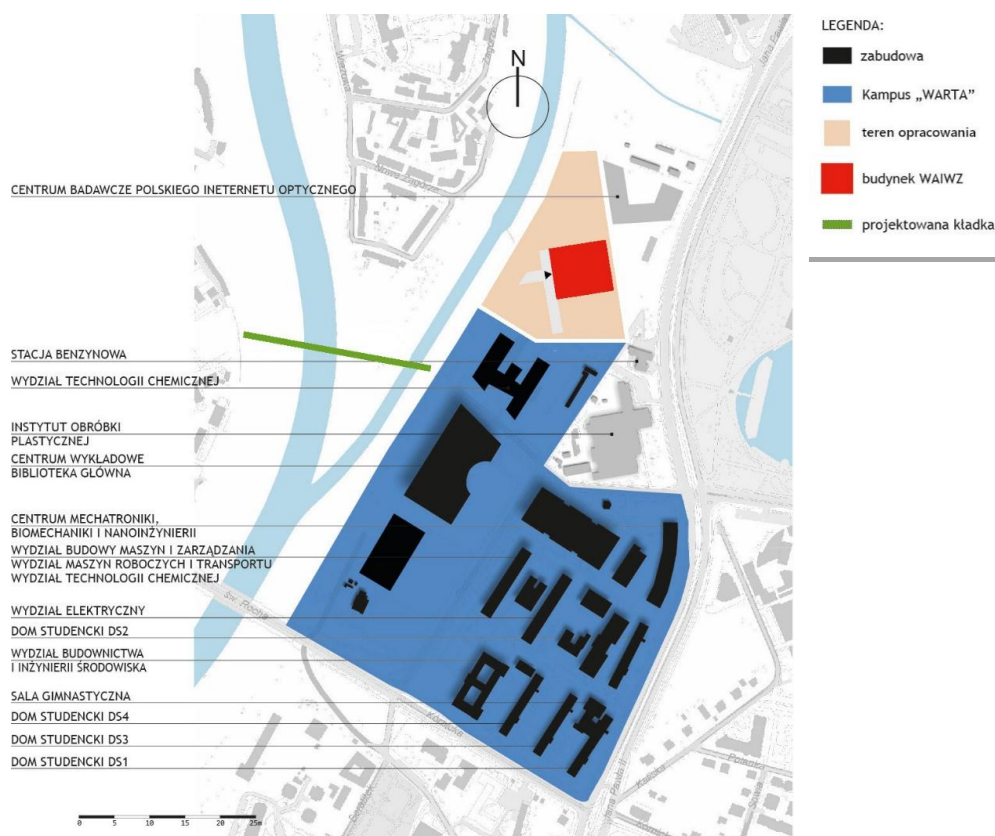


Rys. 2. Budynek Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania – widok od strony rzeki Warta [Tomasz Lis]

### 3. LOKALIZACJA

Budynek Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania zlokalizowany jest wraz z całym kampusem Politechniki Poznańskiej „Warta” w ścisłym centrum Poznania. Będąc najdalej wysuniętym na północ budynkiem uczelni, swo-

ją orientacją i położeniem otwiera całe założenie urbanistyczne na przebiegającą wzdłuż jego zachodniej krawędzi rzekę Wartę. Bazując na wytycznych zawartych w zapisach Miejscowego Planu Zagospodarowania Terenu, optymalnie wykorzystuje wyznaczony kwartał zabudowy, dostosowując swoją prostą formę do istniejącego układu urbanistycznego.

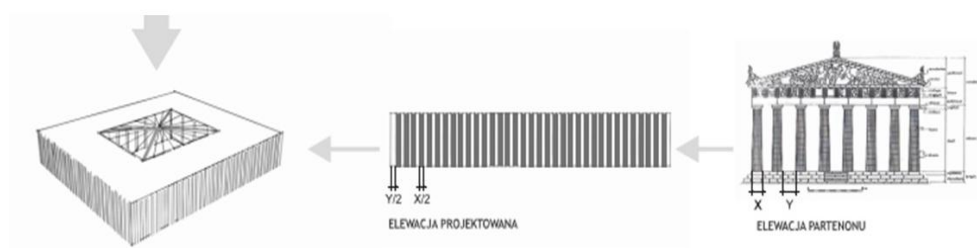


Rys. 3. Lokalizacja budynku WAWIZ w kampusie „Warta” Politechniki Poznańskiej [APPSRA – Autorska Pracownia Projektowa Sławomir Rosolski Architekt]

#### 4. FUNKCJA I FORMA

Bazując na warunkach lokalizacyjnych oraz wymaganiach stawianych przez funkcję budynku, wykreowano prostą formę opartą na rzucie prostokąta. Kubiczny kształt, którego proporcje inspirowane były klasycznymi podziałami Partenonu, pozwolił na wpisanie budynku w zastaną przestrzeń oraz zapewnienie ponadczasowych walorów estetycznych i kompozycyjnych elewacji. Głównym elementem

czterokondygnacyjnych fasad budynku jest prosty układ stolarki okiennej oparty o pionowe podziały oraz powtarzający się rytm. Podstawą wewnętrznych podziałów budynku stała się funkcja rozwiązana w oparciu o strukturę organizacyjną istniejących wydziałów: Architektury oraz Inżynierii Zarządzania. Wychodząc od symetrii układu mającej na celu połączenie dwóch jednostek edukacyjnych, przyjęto powierzchnie i liczby pomieszczeń odpowiadające zapotrzebowaniu oraz liczbie docelowych użytkowników – studentów oraz pracowników wydziałów.



Rys. 4. Poszukiwanie formy budynku – inspiracja Partenonem [APPSRA]



Rys. 5. Zdjęcie budynku WAWIZ [Tomasz Lis]

Poza funkcją oraz kontekstem przestrzennym i uwarunkowaniami planistycznymi kolejnym czynnikiem warunkującym formę budynku była konieczność wprowadzenia do projektu elementów wyposażenia technicznego. Instalacje takie jak stropy grzewczo-chłodzące czy przewody wentylacji mechanicznej rozprowadzone pod powierzchnią stropu bezpośrednio wpłynęły na obecny wygląd budynku, definiu-

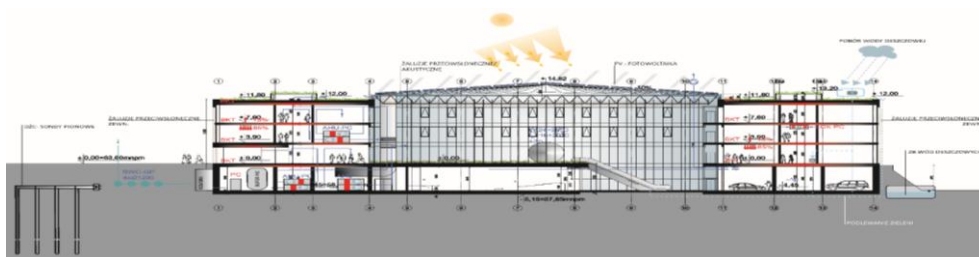
jąc wysokość poszczególnych kondygnacji, a co za tym idzie – określając docelowe proporcje elewacji. Elementy kubaturowe wspomnianych systemów, takie jak pompy ciepła czy rekuperatory, wymagały z kolei ukrycia oraz zapewnienia wygodnej przestrzeni służącej pracom serwisowym. Wprowadzony w centralnej części budynku dziedziniec stał się przestrzenią spajającą. Dając możliwość interakcji zarówno studentom, jak i pracownikom dwóch niezależnych wydziałów, przyjął formę „sali wykładowej” in situ, prezentującej elementy technicznego wyposażenia oraz konstrukcji budynku w sposób dostępny dla młodych adeptów architektury, kształcących się w otaczających go salach. Kontynuując myśl poszukiwania bryły pozwalającej na świadomą kontrolę widoczności elementów technicznego wyposażenia, postanowiono również o podwyższeniu attyki w celu osiągnięcia spójności wizualnej zewnętrznego wyglądu budynku poprzez ukrycie umieszczonych na dachu paneli fotowoltaicznych (rys. 6). Umieszczone nad atrium zadaszenie stanowi podkonstrukcję dla instalacji fotowoltaicznej, swoim kształtem optymalizując jednocześnie nasłonecznienie paneli oraz nagrzewanie i doświetlenie wnętrza budynku.



Rys. 6. Instalacja fotowoltaiczna zainstalowana na dachu budynku WAWIZ ukryta za attyką [APPSRA]

## 5. STRUKTURA BUDYNKU I TECHNICZNE WYPOSAŻENIE BUDYNKU

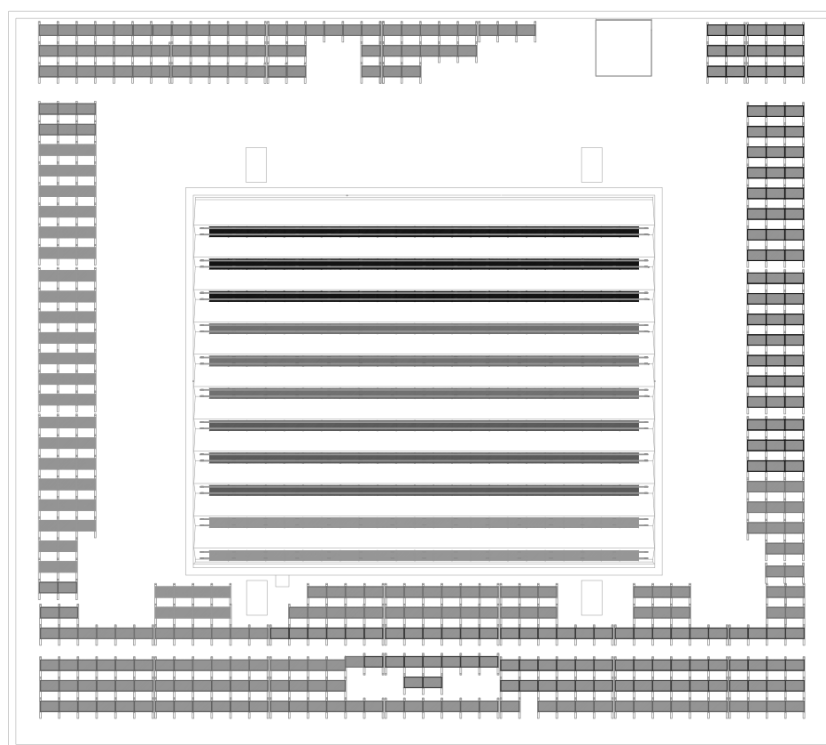
W celu osiągnięcia standardu niemal zeroenergetycznego budynek musiał zostać zaprojektowany tak, aby jego forma i systemy pozwoliły na jak największy odzysk energii. Posadowienie wykonano na płycie fundamentowej wspartej na 1121 palach o głębokości 8-15 m, a ściany i stropy wzniesiono w konstrukcji żelbetowej, pozwalającej na akumulację ciepłą. Obudowa zewnętrzna zapewnia minimalizację strat ciepła poprzez zastosowanie grubej warstwy styropianu na elewacji oraz PIR-u w miejscach występowania potencjalnych mostków termicznych.



Rys. 7. Schemat koncepcyjny technologii budynku WAWIZ (2015 r.) [prof. dr hab. inż. Edward Szczechowiak, dr inż. Michał Szymański, dr inż. Radosław Górzeński]

W budynkach pasywnych i nZEB należy stosować odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne, tak by współczynnik  $\Psi$  wynosił mniej niż  $0,01 \text{ W}/(\text{mK})$ . W praktyce oznacza to bardzo staranne zaprojektowanie i wykonanie połączeń różnych komponentów budowlanych przegród [Szczechowiak 2008a: 22-26].

Niezwykle istotnym parametrem jest także szczelność budynku, która wyniosła dla omawianego budynku  $n_{50} \leq 0,14 \text{ h}$ .



Rys. 8. Rzut dachu z rozmieszczeniem ogniw fotowoltaicznych [APPSRA]

Budynek wyposażony jest w: instalację fotowoltaiczną składającą się na 666 paneli fotowoltaicznych zlokalizowanych na dachu o łącznej mocy 199,8 kWp, elektryczną instalacją oświetleniową – oświetlenie ogólne, oświetlenie zewnętrzne o mocy nieprzekraczającej 850 W, oświetlenie ewakuacyjne, instalacje gniazd wtykowych, instalacja odgromowa, uziemienia), słaboprądowe (nagłośnienie, monitoring TV, okablowania strukturalnego, kontroli dostępu, AKPiA) oraz sanitarne (instalacja grzewcza co/pompy ciepła, instalacja wodno-kanalizacyjna, wentylacji mechanicznej, węzeł cieplny).

Zastosowano kontrolowaną zdecentralizowaną wentylację mechaniczną, która zapewnia wymaganą wymianę powietrza w budynku, z odzyskiem ciepła o sprawności temperaturowej powyżej 75%. Instalacja składa się z 22 szt. rekuperatorów, połączonych z gruntowym wymiennikiem ciepła o łącznej średniorocznej sprawności na poziomie 6%. Jest to system czterech kanałów o średnicy 1200 mm i długości 65,50 m, zapewniających wstępne naturalne ogrzewanie powietrza zimą oraz ochładzanie powietrza latem. Systemy HVAC zapewniają utrzymanie komfortu cieplnego, jakości powietrza i bezpieczeństwa użytkowników, a przepływ powietrza przewidziany jest na wartość 48 000 m<sup>3</sup>/h.

Stropy aktywne termicznie stanowią podstawowy układ stabilizacji cieplnej budynku w zimie i w lecie (zintegrowany układ grzewczo/chłodniczy). Ich znaczna pojemność cieplna pozwala na zmagazynowanie ciepła / chłodu i tym samym zniwelowanie szczytowych obciążeń chwilowych (tłumienie wahań temperatury w pomieszczeniach dzięki korekcie temperatury rdzenia betonowego stropu i wykorzystaniu pojemności cieplnej masy betonu). Układami wspomagającymi stropy aktywne termicznie są układy wentylacyjne. Zasilanie stropów odbywa się przez trzy pompy ciepła zintegrowane z dwudziestoma sześcioma głębinowymi sondami posadowionymi na głębokości 150 m [Szczechowiak 2008b].

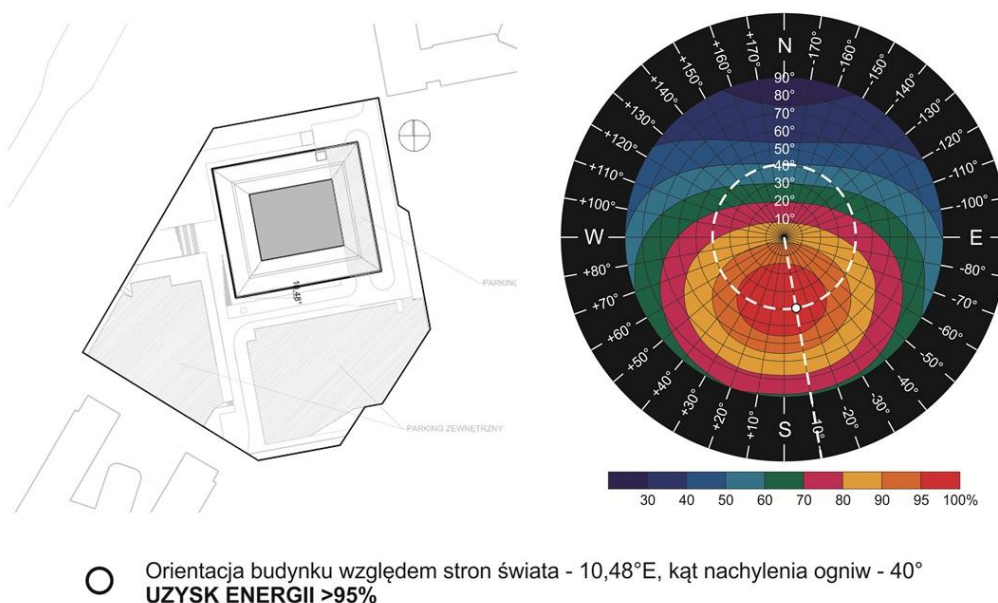
## **6. KORELACJA FORMY I TECHNICZNEGO WYPOSAŻENIA BUDYNKU**

Idealnym przykładem korelacji pomiędzy formą architektury a technicznym wyposażeniem budynku jest wpływ orientacji i kształtowania budynku na instalację ogniw fotowoltaicznych.

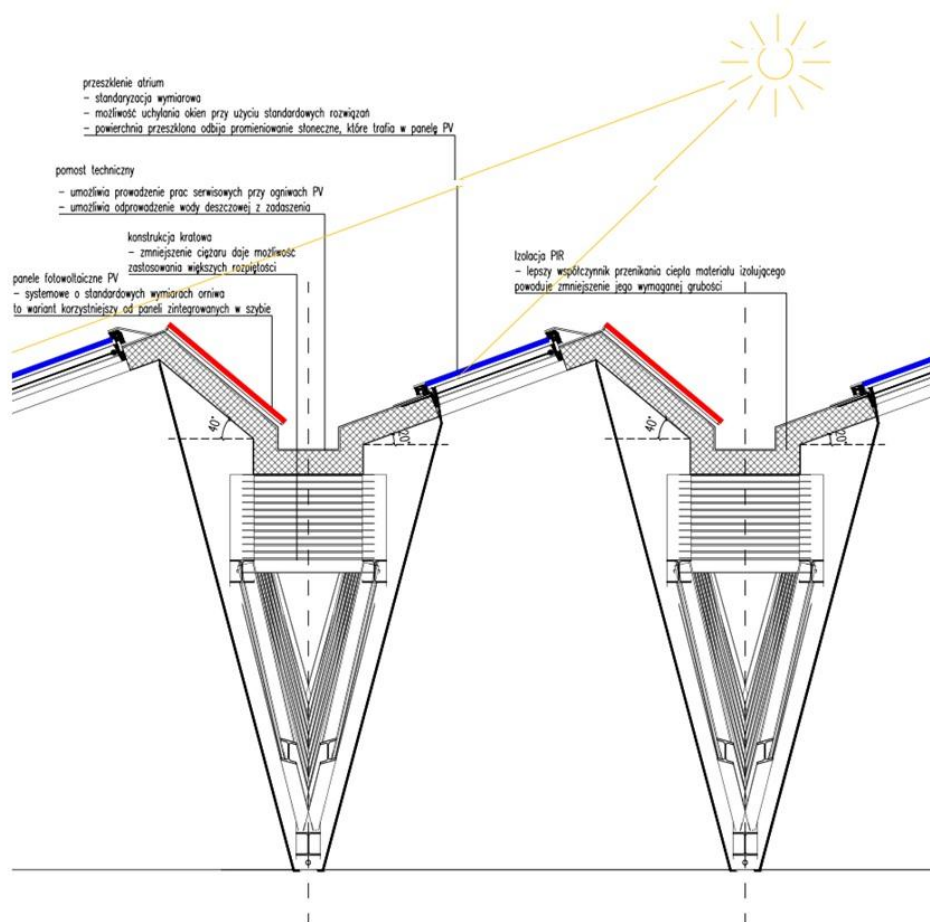
Budynek zlokalizowano na ortogonalnej siatce kwartałów obróconej względem stron świata o kąt 10,48°E, wynikającej z uchwalonego Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego [UCHWAŁA 2007] i jego zmiany [UCHWAŁA 2020]. Układ ten determinował dalsze kształtowanie formy dachu i rozmieszczenia ogniw fotowoltaicznych. Zgodnie z diagramem (rys. 9) należało ustalić optymalny kąt nachylenia ogniw, pozwalający na maksymalizację uzysku energii. Najlepszym z nich okazał się kąt ok. 40°, znajdujący się w centrum czerwonego pola, oznaczającego zakres uzysku na poziomie 95-100%. Więcej o wykorzystaniu energii uzyskanej z ogniw



fotowoltaicznych budynku napisano w artykule Cieśli i in. [Cieśla et al. 2021], dotyczącym elektromobilności. Znając kąt nachylenia ogni, można było przystąpić do kształtowania formy przekrycia. Centralne atrium o powierzchni blisko 1200 m<sup>2</sup>, pełniące funkcję wielofunkcyjnej przestrzeni, wymagało przekrycia w celu zapewnienia izolacyjności termicznej i szczelności powietrznej. Do tego celu posłużono się wiązarami kratowymi rozpiętymi wzdłuż dłuższego boku prostokąta. Takie oparcie belek pozwoliło skierować ogniwa fotowoltaiczne w stronę południową pod ustalonym wcześniej kątem 40°. Północna ekspozycja ma swoje podwójne znaczenie. Ustalając kąt połaci na ok. 20°, zapewniamy, że światło wpadające do atrium jest głównie światłem rozproszonym. Pozwala to na zachowanie optimum temperaturowego i nieprzeegrzanie przestrzeni, a przy tym dostateczne doświetlenie tak obszernej przestrzeni. Ponadto taki kształt pozwala na nieprzysłanianie ogniw fotowoltaicznych. Przy tak określonych parametrach powstała podkonstrukcja ogniw fotowoltaicznych, przypominająca dach szedowy. Całość opasana jest attyką, ukrywającą kształt szedów. Podświetlenie na niebiesko nadało charakter budynkowi (rys. 2), podkreśliło funkcję, nawiązując do kolorystyki stosowanej przez Politechnikę Poznańską.



Rys. 9. Wpływ orientacji budynku i kąta nachylenia ogniw PV na procentowy uzysk energii [„Zeszyt Fachowy – Energetyka Słoneczna, Viessmann” 2008]

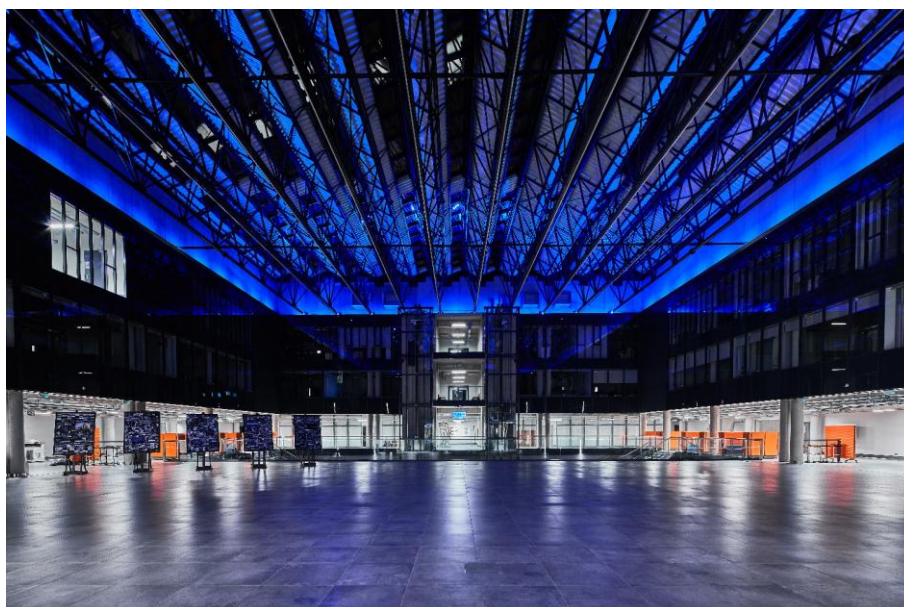


Rys. 10. Sposób kształtowania podkonstrukcji ogniw fotowoltaicznych nad atrium budynku WAWIZ [APPSRA]

Na niższej części dachu zlokalizowano pozostałe ogniwa fotowoltaiczne, które także osłonięto wysoką attyką, a wszelkie urządzenia, które musiały znaleźć się na dachu, ograniczono do minimum w celu zachowania porządku. Ostatecznie architekt zwrócił uwagę na kształt często pomijanej piątej elewacji obiektu, czyli połączy dachowej.



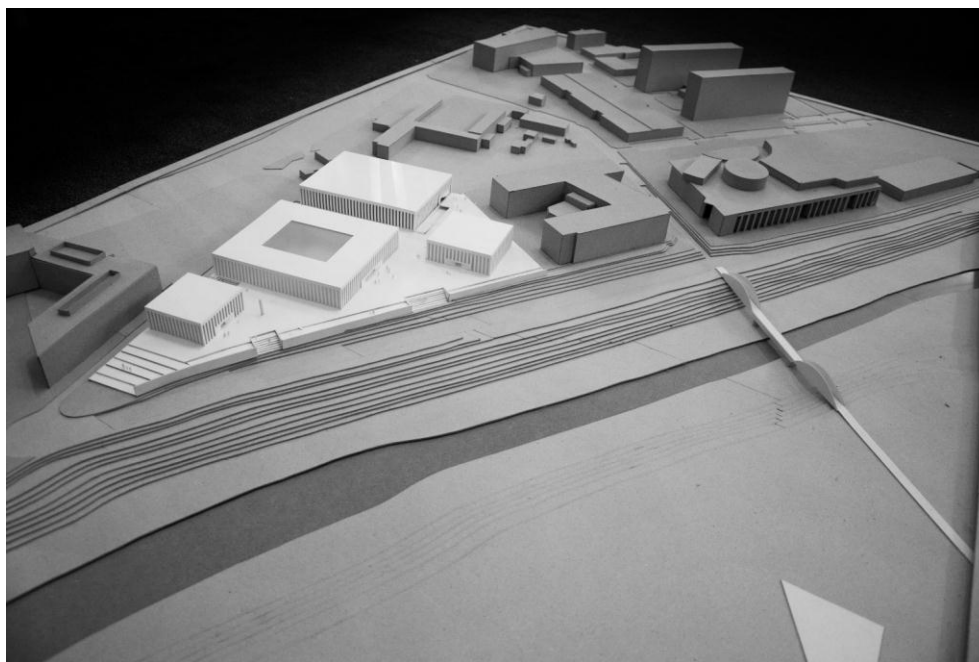
Rys. 11. Zdjęcie kampusu z lotu ptaka – widok na piątą elewację budynku WAWIZ [Zasoby Politechniki Poznańskiej, Dział Promocji]



Rys. 12. Zdjęcie wnętrza budynku WAWIZ. Widoczna podkonstrukcja ogniw fotowoltaicznych [Mariusz Lis]

## 7. PODSUMOWANIE

Przedstawiony w artykule budynek Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania jest przykładem architektury ukazującym jedną z wielu możliwości rozwiązywania problemu łączenia wymagań funkcjonalnych, estetycznych oraz technologicznych w nowoprojektowanych obiektach. Biorąc pod uwagę zaawansowanie instalacji technicznego wyposażenia budynku, koniecznym elementem już podczas wstępnego procesu projektowego była adaptacja form i kubatury wykorzystywanych urządzeń oraz elementów instalacji. Spełnienie założeń mających na celu połączenie wysokiej estetyki z funkcjonalnością oraz sprawnością energetyczną budynku osiągnięte zostało poprzez zastosowanie klasycznych i ponadczasowych rozwiązań kompozycyjnych. Ograniczenie skomplikowania układu wewnętrznego oraz podziałów elewacji skutkowało jednoczesnym uproszczeniem rozprowadzenia sieci instalacji technologicznych. Dzięki temu możliwe stało się wybiórcze zarządzanie ekspozycją elementów wyposażenia, co pozwoliło nadać budynkowi dodatkowe walory edukacyjne.



Rys. 13. Zdjęcie makiety przedstawiające rozwój kampusu [APPSRA]

I.p.	Wyszczególnienie	Zużycie EK wg WT2021	Zużycie EK wg projektu	Zużycie EK wg pomiarów
1	Ogrzewanie, chłodzenie, wentylacja, ciepła woda [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	50	8,06	8,90
2	Oświetlenie wbudowane [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	8,3	12,66	3,70
3	Razem [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<b>58,3</b>	<b>20,72</b>	<b>12,60</b>
4	Zużycie pozostałe [kWh/(m <sup>2</sup> a)]			
5	Suma całkowita [kWh/(m <sup>2</sup> a)]			
6	Produkcja własna PV [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		12,65	13,89
7	Produkcja własna PV zużyta w WAWIZ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]			6,59
8	Zużycie energii elektrycznej z sieci w WAWIZ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]			6,01
9	<b>Emisja CO<sub>2</sub> [kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>a)]</b>	<b>26,3</b>	<b>6,55</b>	<b>4,96</b>

Rys. 14. Charakterystyka energetyczna budynku WAWIZ  
[Rosolski, Szczechowiak 2021]

## LITERATURA

- Błaszczynski T., Ksit B., Dyzman B., 2013, *Budownictwo zrównoważone z elementami certyfikacji energetycznej*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław.
- Cieślak W., Szwejca F., Zawartowski J., Pietrzak K., Rosolski S., Szkarłat K., Rutkowski M., 2021, *Capabilities of Nearly Zero Energy Building (nZEB) Electricity Generation to Charge Electric Vehicle (EV) Operating in Real Driving Conditions (RDC)*, "Energies", Vol. 14, no. 22.
- Laskowski L., 2008, *Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Monsa, 2010, *Low tech architecture*, Instituto Monsa de Ediciones, Barcelona.
- Monsa, 2012, *Efficiency buildings. Bioclimatic architecture*, Instituto Monsa de Ediciones, Barcelona.
- Nowak H., 2012, *Zastosowanie badań termowizyjnych w budownictwie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Rosolski S., 2012, *Projektowanie architektoniczne a zagadnienia odwrotne*, Exemplum, Warszawa.
- Rosolski S., 2016, *Budynek niemal zeroenergetyczny w aspekcie proekologicznych i prospołecznych uwarunkowań budownictwa zrównoważonego. Materiały konferencyjne MEA*, Poznań.
- Rosolski S., 2020, *Budynek niemal zero-energetyczny Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej w kampusie „Warta” w Poznaniu*, Sympozjum Technologiczno-Wdrożeniowe dotyczące zagadnień budownictwa niemal zero-energetycznego organizowane dla Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii, Poznań.

- Rosolski S., 2021, *Budynek niemal zero-energetyczny Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej w kampusie „Warta” w Poznaniu*, Kongres 3W dn. 26-27.08.2021 r.
- Rosolski S., Szczechowiak E., 2021, *Budynek edukacyjny niemal zeroenergetyczny na przykładzie Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej*, XVIII Konferencja Naukowo-Techniczna, Wałcz (9-11.09.2021 r.).
- Szczechowiak E., 1995, *Nowe tendencje w ograniczaniu zużycia energii cieplnej budynków*, „Ogrzewnictwo Praktyczne”, nr 4, t. 11.
- Szczechowiak E., 2006, *Efektywność energetyczna budynków*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Budownictwo Łądowe”, nr 58, s. 25-44.
- Szczechowiak E., 2008a, *Budynki energooszczędne i pasywne*, „Czysta Energia”, nr 3, s. 22-26.
- Szczechowiak E., 2008b, *Zmiany w budownictwie w aspekcie zrównoważonego rozwoju*, 54. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Łądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZiTb, Białystok–Krynica, 21-26 września 2008, „Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej”.
- Szczechowiak E., 2013, *IV Forum Budownictwa Energooszczędnego i pasywnego*, Budma, Poznań.
- Szczechowiak E., Mróz T., 1993, *Komfort klimatyczny a projektowanie architektoniczne*, Międzynarodowe Seminarium Naukowe nt. Urbanistyczne Instrumenty Promocji Inwestycji, Rokosowo.
- UCHWAŁA NR XXIV/216/V/2007 RADY MIASTA POZNANIA z dnia 23 października 2007 r. w sprawie uchwalenia *miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Kampus Politechniki Poznańskiej w paśmie Warta” w Poznaniu*.
- UCHWAŁA NR XXIII/428/VIII/2020 RADY MIASTA POZNANIA z dnia 25 lutego 2020 r. w sprawie *miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „W rejonie ulicy Berdychowo” w Poznaniu*.

## **BUILDING OF FACULTY ARCHITECTURE AND FACULTY OF ENGINEERING MANAGEMENT AS FIRST STEP TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF “WARTA” CAMPUS AT POZNAŃ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

### Summary

This article discusses the mutual correlation of function and form of contemporary architecture with energy conditions and potential of new technologies in buildings. The article presents an introduction to further interdisciplinary research aiming at defining the potential of the building of the Faculty of Architecture and Engineering Management as a facility supporting energy performance of the whole campus of the University of Technology located directly by the Warta river in Poznań.

**Keywords:** nearly zero-energy building (nZEB), renewable energy sources, sustainable architecture, energy performance, technical equipment of the building, building structure