

Anna GUMIŃSKA  
Politechnika Śląska, Wydział Architektury

## REALIZACJE WSPÓŁCZESNEGO BUDOWNICTWA W EUROPIE W ASPEKcie ENERGOOSZCZĘDNOŚCI I WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Na wybranych przykładach zabudowy współczesnej przedstawiono zastosowanie materiałów, technologii energooszczędnych, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w tego rodzaju budownictwie i zagospodarowaniu przestrzennym tych obiektów. Analiza współczesnych realizacji architektonicznych dotyczyła zagadnień związanych z przystosowaniem współczesnego budownictwa do zmieniającego się klimatu. Wyznaczono najważniejsze kryteria wpływające na budynek, zarówno ze względu na zmieniający się klimat, jak i na obowiązujące przepisy prawne. Do analizy wybrano przykłady współczesnej architektury mieszkaniowej z Niemiec, Danii, Norwegii, Szwecji i Włoch. W pracy wykorzystano dokumentację zdjęciową wykonaną „*in situ*”. Przedstawiono wyniki analiz zastosowania proekologicznych materiałów i technologii.

**Słowa kluczowe:** energooszczędność, odnawialne źródła energii, zmiany klimatu, architektura współczesna

### WPROWADZENIE

We współczesnej architekturze europejskiej występują tendencje do stosowania proekologicznych materiałów i technologii budowlanych oraz wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju.

Pod pojęciem „*zrównoważonego rozwoju*” można przyjąć działania zapewniające najwyższy poziom jakości życia z pozostawieniem szans rozwoju dla przyszłych pokoleń poprzez oszczędność zasobów naturalnych, nieniszczenie środowiska naturalnego i zagwarantowanie bezpiecznego środowiska zamieszkania, odpornej infrastruktury na zmiany klimatu [1].

Zagadnienie to było badane w wielowątkowych aspektach problemowych (socjologicznym, ekonomicznym, planistycznym), a zajmowali się nim między innymi: D.C. Pirages (1977), S. Kozłowski (1998), A. Niedek (1991), Burchard-Dziubińska (1994), K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki, (1995), R. Pajda (1998), B. Piontek (2005), P. Dasgupta (2007), A. Kassenberg (2007), T. Borys (2010), J.M. Chmielewski (2010), L. Mierzejewska (2015) i inni badacze [1-3].

Istnieje wiele raportów, opracowań i badań ukierunkowanych na działania zrównoważonego rozwoju na strefę budownictwa wobec zmieniającego się klimatu

i potrzeb z tego wynikających, między innymi: raport „Brundtland” World Commission on Environment and Development (WCED), 1987, *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.; Agenda 21 z 1992 r.; Dokumenty końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych Środowisko i Rozwój z 1993 r.; Traktat Amsterdamski z 1997 r.; Konstytucja RP art. 5, 68.4, 74.1, 74.2, 74.3, 74.4, 86 - DzU 1997, Nr 78, poz. 483; Ustawa Prawo Ochrony Środowiska - DzU 2001, Nr 62, poz. 627, DzU 2016, poz. 672, 831, 903; Ustawa o Efektywności Energetycznej - DzU 2016, poz. 831; Strategia Unii Europejskiej w zakresie przystosowania się do zmian klimatu, Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Strategia Unii Europejskiej w zakresie ogrzewania i chłodzenia oraz wiele innych opracowań i analiz [1].

Istotnym zagadnieniem poruszonym w tych dokumentach jest między innymi poprawa efektywności energetycznej budynków i zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii na przykład poprzez poprawę izolacyjności termicznej budynków przez stosowanie renowacji termicznej elementów budynku, energooszczędnych materiałów i technologii budowlanych, wprowadzania dużej ilości zieleni do budynku (dachy, ściany) i w zagospodarowaniu terenu.

Przykładami miast o ideach nastawionych na redukcję zapotrzebowania energii i wody są między innymi Hammarby Sjöstad (Sztokholm, Szwecja) oraz Vauban w Niemczech.

Do analizy wybrano przykłady współczesnej architektury mieszkaniowej i usługowej z Niemiec, Danii, Norwegii, Szwecji i Włoch.

## 1. ZMIANY KLIMATU A BUDYNEK

Do najważniejszych kryteriów zmian klimatycznych kształtujących nowe zasady wznoszenia budynków należą zagadnienia związane z nasileniem się zjawisk atmosferycznych, takich jak:

- a) powodzie,
- b) intensywne opady deszczu,
- c) silne wiatry,
- d) duże nasłonecznienie [4].

Konsekwencjami tych zjawisk jest konieczność zwiększenia odporności budynków na wymienione zjawiska poprzez zabezpieczenie budynku i terenu przed:

- a) powodzią, dużymi i nagłymi opadami deszczu i śniegu - hydroizolacje, wzmocniona konstrukcja, zabezpieczenie niższych kondygnacji budynku, odpływ wody, nawierzchnie przepuszczające wodę;
- b) zmianami temperatur - oszczędność energii, termoizolacja, wentylacja, chłodzenie, struktura budowy obiektu, materiały budowlane;
- c) silnymi wiatrami, wstrząsami tektonicznymi - elastyczność i odporność konstrukcji budynku;

- d) efektem „miasta - wyspy ciepła” - konstrukcja i struktura budynku, nieodblaskowe elewacje budynków, osłona przed ciepłem, słońcem;
- e) zanieczyszczeniem atmosfery - oczyszczanie atmosfery materiałami na elewacjach budynków [4].

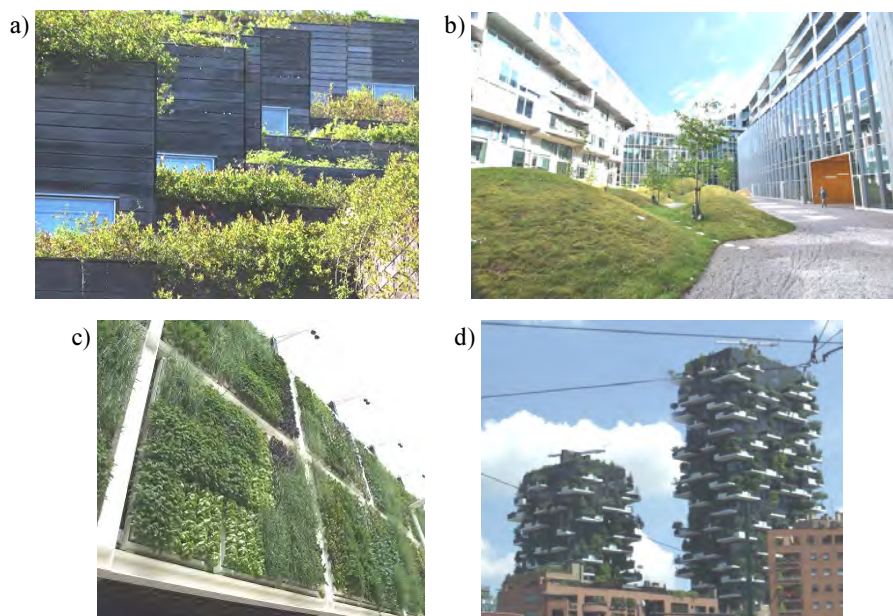
## 2. PRZYKŁADY BUDYNKÓW I TECHNOLOGII

We współczesnym budownictwie europejskim występują tendencje proekologiczne głównie ukazujące następujące kierunki:

- a) stosowanie zwiększonej ilości zieleni w zagospodarowaniu działki i w budynku (dach, ściany),
- b) kształtowanie struktury budynku wykorzystującej naturalne zjawiska przyrodnicze wspomagające oszczędność energii (wentylacja, oświetlenie, składowanie wody, energii),
- c) nawiązywanie kształtem, strukturą i zasadą działania do naturalnych systemów przyrodniczych (kształt i działanie drzewa, zasada działania kręgosłupa),
- d) wykorzystywanie naturalnych bądź składających się w części z naturalnych surowców materiały budowlane (materiały ulegające recyklingowi, konglomeraty z naturalnymi materiałami),
- e) naturalistyczne kształtowanie otoczenia budynku z wprowadzaniem zbiorników wodnych, obszarów z zielenią czynną (uwzględnienie nagłych i intensywnych zjawisk atmosferycznych - dużych opadów deszczu, suszy),
- f) stosowanie technologii informatycznych kontrolujących zużycie energii przez budynek, technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii (ogniwa fotowoltaiczne, energia geotermalna) [5-7].

### 2.1. Zieleni

Stosowanie zielonych ścian, dachów, ogrodów wertykalnych ma za zadanie zwiększenie ilości czynnej zieleni w mieście, poprawę mikroklimatu, gospodarki wodnej, obniżenie temperatury w mieście, zmniejszenia powierzchni odbijającej światło. Przykładami tych zastosowań zieleni są: zielone dachy na wielorodzinnym 10-piętrowym budynku mieszkalnym z parkingami pod spodem Mountain Dwellings w Kopenhadze (Dania, proj. PLOT + BIG Architects, 2008 - rys. 1a), wewnętrzna przestrzeń budynku wielorodzinnego 8 House zagospodarowana naturalnymi elementami, takimi jak zieleni i żwir w Kopenhadze, Ørestad (Dania, arch. Bjarke Ingels Group BIG, 2010 - rys. 1b), wertykalne farmy z uprawami owoców i warzyw na elewacji Pawilonu Amerykańskiego na Wystawie Światowej EXPO w Mediolanie (Włochy, 2015 - rys. 1c), ogrody wertykalne z zielenią umieszczoną na balkonach wież mieszkalnych „Bosco Verticale” w Mediolanie (Włochy, arch. Stefano Boeri; 2014 - rys. 1d).



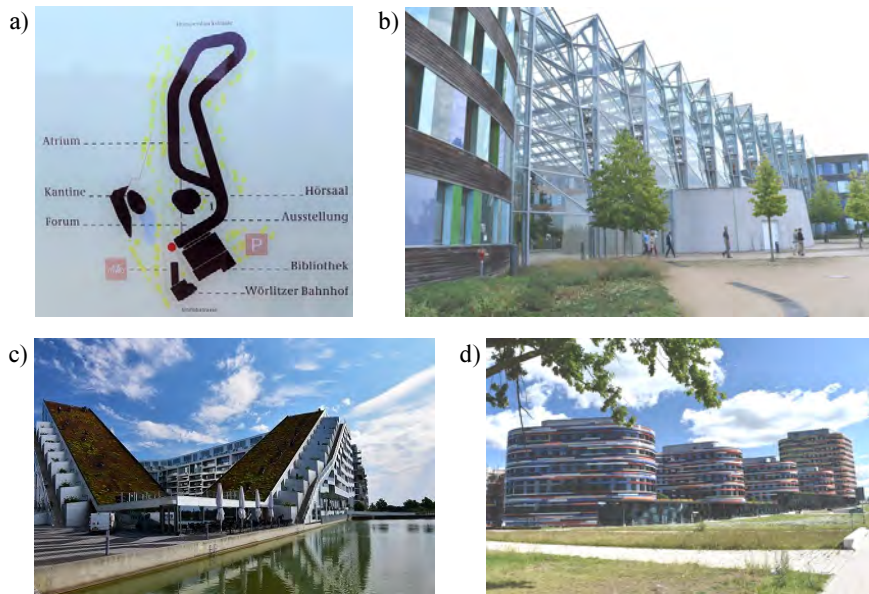
Rys. 1. Zastosowanie zieleni w budynkach: a) Mountain Dwellings, Kopenhaga, Dania; b) 8 House, Kopenhaga, Ørestad, Dania; c) Pawilon Amerykański, Wystawa Światowa EXPO, Mediolan, Włochy; d) „Bosco Verticale”, Mediolan, Włochy  
[A. Gumińska, 1a, 1b - 2016, 1c, 1d - 2015]

## 2.2. Struktura budynku i zagospodarowania przestrzennego

Ważnym elementem wpływającym na efektywność energetyczną budynku jest jego struktura, układ, podziały kubatury, a także wykorzystanie naturalnych zjawisk, np. naturalne oświetlenie, wentylacja, energia geotermalna, a także zasilanie wentylacji i ogrzewania z energii słonecznej i geotermalnej, stosowanie elementów budowlanych ograniczających zużycie energii, np. wzmocniona izolacja termiczna.

Także w nasilających się anomaliach pogodowych ważnym elementem budynku jest jego konstrukcja odporna na obciążenia wiatrem.

Na przykład wydłużenie i podzielenie na segmenty struktury obiektu dla lepszego doświetlenia naturalnego i wentylacji (rys. 2a, b - schemat rzutu i zadaszony dziedziniec - Federal Environmental Agency, Dessau, Niemcy, proj. Biuro Sauerbuch & Hutton, Matthias Sauerbruch, Louisa Hutton), natomiast odpowiednie ukształtowanie budynku zapewnia dobre nasłonecznienie i przewietrzanie (rys. 2c - 8 HOUSE, Kopenhaga, Ørestad, Dania, proj. arch. Bjarke Ingels Group BIG), istotnymi są także: ograniczenie przeszklenia, dobra, wzmocniona izolacyjność termiczna i rozczłonkowanie bryły budynku dla lepszej wentylacji i doświetlenia (rys. 2d - Urząd Miejski Rozwoju i Środowiska, Hamburg-Wilhelmsburg, Niemcy, 2013, proj. arch. Sauerbruch Hutton Architekten) [5, 6].



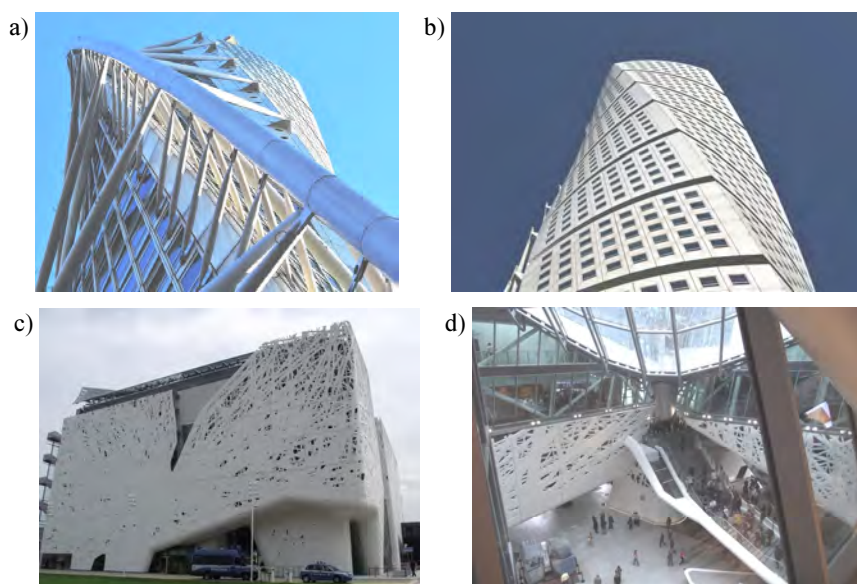
Rys. 2. Proekologiczne ukształtowanie struktury budynku: a), b) rzut i widok Federal Environmental Agency, Dessau, Niemcy; c) 8 HOUSE, Kopenhaga, Ørestad, Dania; d) Urząd Miejski Rozwoju i Środowiska, Hamburg-Wilhelmsburg, Niemcy [A. Gumińska, 2016]

Oprócz struktury budynku, jego budowy i zastosowanych w nim technologii istotnym elementem wiążącym w całość system zrównoważonego rozwoju jest zagospodarowanie terenu. Czynniki takie jak przepuszczalność gleby (stopień „zasklepienia” gleby), temperatura gleby (wpływ budynku na podniesienie jej między innymi poprzez odbicie słońca w elewacji), zbiorniki retencyjne na nagłe, intensywne opady mają wpływ na całociowy efekt proekologiczny. Przykładami są adaptacje rodzimych i utworzenie nowych zbiorników wodnych (rys. 3a, b - Egebjerggard Osiedle, Ballerup, Bo I By, Dania, proj. arch. Henning Larsen i inni przekształcane od 1996 r.) oraz nawiązanie do tradycji regionalnej poprzez domy pasywne w basenie z deszczówką (rys. 3c - Water Houses, Iba Hamburg, Niemcy, proj. Schenk + Waiblinger Architekten) czy też stosowanie wody w pobliżu budynków (rys. 3d - osiedle mieszkaniowe, Malmo, Szwecja) [6].

Także ukształtowanie konstrukcji budynku ma zasadnicze znaczenie w dostosowaniu architektury do zmieniających się warunków klimatycznych. Konsekwencją naśladowania konstrukcyjnego natury w strukturze budynku jest odporność konstrukcji nośnej budynku na anomalia pogodowe. Przykładem pokazującym taką zasadę jest naśladowująca strukturę kręgosłupa konstrukcja Turning Torso w Malmo w Szwecji (rys. 4a, b - proj. Santiago Calatrava, 1999-2005). Natomiast analogią do budowy i zasady działania drzewa (oczyszczanie powietrza za pomocą elewacji, zbieranie wody, wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych, inne) jest Pawilon Włoski, EXPO, Mediolan, Włochy, 2015 r. (rys. 4c, d) [8].



Rys. 3. Zbiorniki wodne i zabudowa wielorodzinna: a) Egebjerggard Osiedle, Ballerup; b) Bo I By, Dania; c) Water Houses, Iba, Hamburg, Niemcy; d) osiedle mieszkaniowe, Malmo, Szwecja [A. Gumińska, 2016]

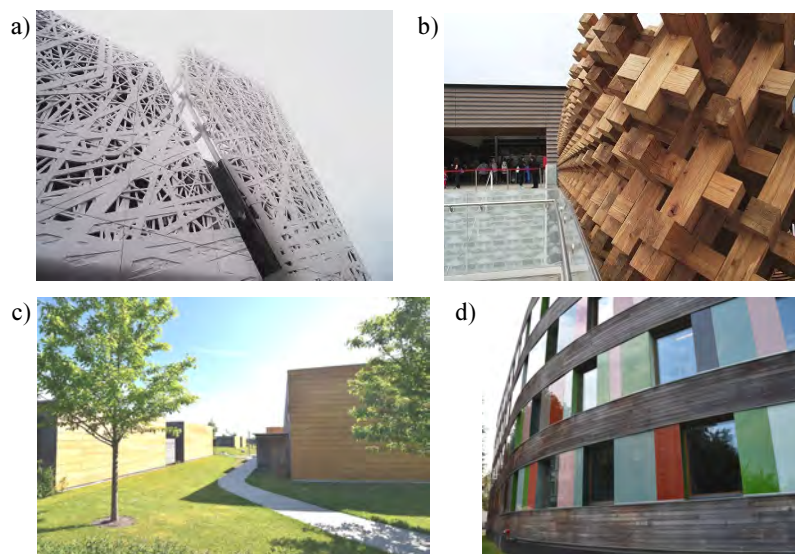


Rys. 4. Konstrykcje i struktury budynków nawiązujące do natury: a), b) Turning Torso, Malmo, Szwecja; c), d) Pawilon Włoski, EXPO, Mediolan, Włochy [A. Gumińska, 4a, 4b - 2016, 4c, 4d - 2015]

### 2.3. Technologie i materiały budowlane

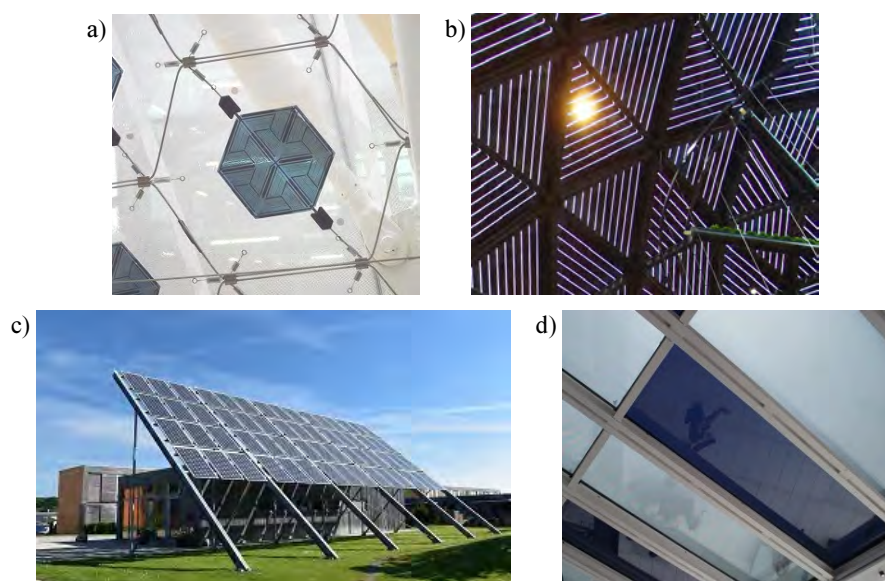
Spośród szerokiej gamy proekologicznych technologii i materiałów budowlanych przedstawiono jedynie nieliczne.

Ciekawym przykładem technologii proekologicznej jest zastosowanie oczyszczającego atmosferę betonu na elewacji budynku, który w kontakcie ze światłem słonecznym neutralizuje zanieczyszczenia powietrza, przekształcając je w obojętne sole na przykład na elewacji Pawilonu Włoskiego, EXPO 2015, Mediolan, Włochy, rys. 5a) [6]. Przykładem może być również wykorzystywanie naturalnych, rodzimych materiałów do budowy obiektów, elewacji z drewna w Osiedlu Modrzewiowy Ogród I, Aarhus, Dania (2008, Proj. Herzog+Partner - rys. 5c), drewno użyte do budowy ściany bez gwoździ w Pawilonie Japońskim na EXPO 2015, Mediolan, Włochy (rys. 5b) [6]. Oprócz stosowania naturalnych materiałów elewacyjnych (modrzew) do technologii proekologicznych zaliczyć można również stosowanie energii geotermalnej oraz układy bryły ułatwiające właściwe doświetlenie, wentylację i izolację akustyczną jak w Federal Environmental Agency, Dessau, Niemcy (proj. Biuro Sauerbuch & Hutton, Matthias Sauerbruch, Louisa Hutton - rys. 5d).

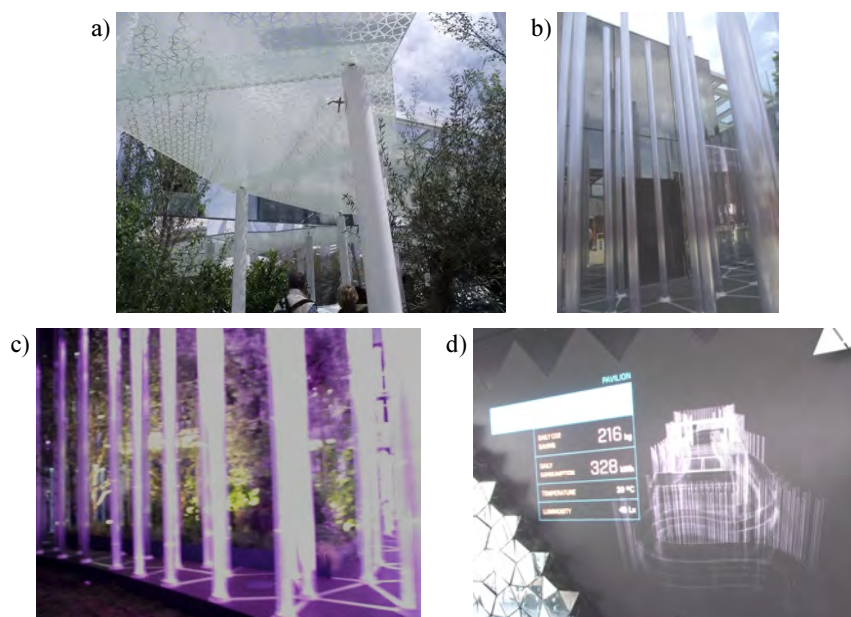


Rys. 5. Wspomaganie oczyszczania atmosfery za pomocą betonowej elewacji oraz naturalne materiały na elewacjach: a) Pawilon Włoski, EXPO 2015, Mediolan, Włochy; b) Pawilon Japoński, EXPO 2015, Mediolan, Włochy; c) Zabudowa Osiedla Modrzewiowy Ogród I, Aarhus, Dania; d) Federal Environmental Agency, Dessau, Niemcy  
[A. Gumińska, 5a, 5b - 2015, 5c, 5d - 2016]

Ważnym także aspektem w oszczędzaniu energii jest ochrona przed nadmiernym nasłonecznieniem. Poprzez stosowanie technologii kontroli natężenia światła, promieni UV i podczerwieni, kontroli zużycia i pozyskiwania energii możliwe jest zmniejszenie wydatków energetycznych. Przykładami nowoczesnych paneli fotowoltaicznych są panele zastosowane w Pawilonie Niemieckim na EXPO 2015, Mediolan, Włochy (rys. 6a) z ogniwami fotowoltaicznymi umieszczonymi na stalowej siatce, w Pawilonie Belgijskim na EXPO 2015, Mediolan, Włochy (rys. 6b) ogniwa fotowoltaiczne pełnią również rolę osłony przed słońcem tak jak w Osiedlu Modrzewiowy Ogród I, Aarhus, Dania (rys. 6c - 2008, Proj. Herzog+Partner).



Rys. 6. Ogniwa fotowoltaiczne, różne rodzaje, miejsca umieszczenia: a) Pawilon Niemiecki, EXPO 2015, Mediolan, Włochy; b) Pawilon Belgijski, EXPO 2015, Mediolan, Włochy; c) Zabudowa Osiedla Modrzewiowy Ogród I, Aarhus, Dania; d) technologia SPD regulowania natężenia światła - Pawilon Amerykański, Expo 2015, Mediolan, Włochy [A. Gumińska, 6a, 6b, 6c - 2015, 6d - 2016]



Rys. 7. Elementy pozyskujące energię za pomocą paneli fotowoltaicznych, połączenie z systemem oświetlenia; Pawilon Enel, EXPO 2015, Mediolan, Włochy [A. Gumińska, 2015]



Natomiast panele fotowoltaiczne zastosowane w Pawilonie Enel na EXPO 2015, Mediolan, Włochy (rys. 7) w dzień pobierają energię i dzięki połączeniu „komórkowemu” w system nocą oświetlają otoczenie (rys. 7d - technologia obliczania zużycia energii dla budynku). Równie ważnym aspektem energooszczędności jest ochrona przed nadmiernym nasłonecznieniem. Taką technologię SPD Smart Windows regulowania natężenia światła, zacieniania pomieszczeń zastosowano w Pawilonie Amerykańskim na Expo 2015, Mediolan, Włochy (rys. 6d) [6].

## PODSUMOWANIE, WNIOSKI

Kształtowanie architektury powstającej współcześnie wskazuje nie tylko na proekologiczną świadomość społeczną, ale także unormowania prawne odzwierciedlają zasady zrównoważonego rozwoju.

Wybrane przykłady ukazują zastosowanie różnych typów działań proekologicznych. Stosowanie naturalnych, rodzimych materiałów, rozwiązań technologicznych opartych na naturalnych zasadach jest odpowiedzią na kształtowanie środowiska i przystosowywanie go do zmian klimatycznych. Podejmowane działania inwestycyjne mają wpływ na poprawę jakości środowiska. Przedstawione przykłady są jedynie nielicznymi działaniami mających na celu oszczędzanie energii, wody, oczyszczanie atmosfery poprzez obiekty architektoniczne i urbanistyczne, czyli zachowanie w jak najlepszym stanie środowiska naturalnego dla przyszłych pokoleń.

Zrównoważony rozwój dotyczy wielu aspektów kształtowania środowiska. Jednak równie ważnym zagadnieniem jest stosowanie tych zasad w budownictwie, najbliższym otoczeniu człowieka [3, 9, 10].

## LITERATURA

- [1] Mierzejewska L., Zrównoważony rozwój miasta - wybrane sposoby pojmowania, koncepcje i modele, [http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-3d0ba10f-da40-4be9-b514-591ffa2ce430/c/PRM\\_2015-3\\_01\\_Mierzejewska.pdf](http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-3d0ba10f-da40-4be9-b514-591ffa2ce430/c/PRM_2015-3_01_Mierzejewska.pdf), dostęp: 25.02.2016 r.
- [2] Chmielewski J.M., Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.
- [3] Stanny M., Czarnecki A., Zrównoważony rozwój obszarów wiejskich Zielonych Płuc Polski Próba analizy empirycznej, Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2011, [http://admin.www.irwirpan.waw.pl/dir\\_upload/site/files/Monika/ksiazka2011/r01.pdf](http://admin.www.irwirpan.waw.pl/dir_upload/site/files/Monika/ksiazka2011/r01.pdf), dostęp: 10.09.2016 r.
- [4] Wibig J., Jakusik E. (red.), Warunki klimatyczne i oceanograficzne w Polsce i na Bałtyku południowym - spodziewane zmiany i wytyczne do opracowania strategii adaptacyjnych w gospodarce krajowej, Tom 1, [w:] Wpływ zmian klimatu na gospodarkę, środowisko i społeczeństwo, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012, s. VI, 131, [http://klimat.imgw.pl/?page\\_id=1540](http://klimat.imgw.pl/?page_id=1540), dostęp: 10.09.2016 r.
- [5] Energy Atlas Future Concept Renewable Wilhelmsburg IBA Hamburg (ed.), JOVIS Verlag GmbH, 2010.

- [6] IBA Hamburg Projekte und Konzepte. Katalog zur Zwischenpräsentation 2010 Internationale Bauausstellung Hamburg (Hg.), JOVIS Verlag GmbH, 2010.
- [7] Marchwiński J., Zielonko-Jung Ka., Współczesna architektura proekologiczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.
- [8] Feeding the Planet. Energy for Life, Official Catalogue Expo 2015, Mondadori Electa, Milano 2015.
- [9] Bać Z. (red.), Habitaty proekologiczne = Proecological habitats. Habitaty 2009., Prace Naukowe Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej; nr 8 Architektura Mieszkaniowa, Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
- [10] Pęski W., Zarządzanie zrównoważonym rozwojem miast, Arkady, Warszawa 1999.
- [11] Archdaily: <http://www.archdaily.com/630901/italy-pavilion-milan-expo-2015-nemesi>, dostęp: 25.07.2016 r.
- [12] Błaszczński T., Dyzman B., Ksit B., Budownictwo zrównoważone z elementami certyfikacji energetycznej, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2012.
- [13] Kowalewska A., Planowanie przestrzenne i urbanistyka w kontekście globalnych zmian klimatycznych? w kierunku Low carbon cities, Stowarzyszenie Pierwsza Warszawska Agenda 21, [http://www.agenda21.waw.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=65](http://www.agenda21.waw.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=65), dostęp: 25.07.2016 r.
- [14] Parlament Europejski, Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego I Komitetu Regionów, Strategia UE w zakresie ogrzewania i chłodzenia, <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/PL/1-2016-51-PL-F1-1.PDF>, dostęp: 10.09.2016 r.

## **CONTEMPORARY CONSTRUCTION PROJECTS IN EUROPE IN TERMS OF ENERGY SAVING AND THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**

**Selected examples of modern buildings show the use of materials, energy-efficient technologies and renewable energy sources. Analysis of contemporary architectural projects concerned issues related to the adaptation of contemporary architecture to the changing climate. They were the most important criteria influencing the building, both because of the changing climate, as well as the applicable legal provisions. Examples have been selected for contemporary architecture in Germany, Denmark, Norway, Sweden and Italy. Photo documentation was done locally. We present the results of analyzes of the use of environmentally friendly materials and technologies.**

**Keywords: energy efficiency, renewable energy, climate change, contemporary architecture**