

ZIELONA ARCHITEKTURA TERENÓW ZURBANIZOWANYCH W ŚWIETLE KONCEPCJI EKOLOGIZACJI MIASTA

ALEKSANDRA LEWANDOWSKA, KRZYSZTOF ROGATKA

STRESZCZENIE

Artykuł jest próbą omówienia zagadnień związanych z zieloną architekturą w kontekście procesu ekologizacji miasta. W tym celu wskazano na rolę zielonej architektury w terenach zurbanizowanych, analizowanej przez pryzmat wymiaru technologiczno-technicznego oraz środowiskowego w kontekście ekologizacji przestrzeni zurbanizowanej. Ponadto przedstawiono założenia budownictwa zrównoważonego i zróżnicowa-

nie regionalne w Polsce dla tego typu inwestycji, a także rozwój zielonej infrastruktury w miastach w Polsce w postaci zielonych dachów i ścian.

Słowa kluczowe: zielona architektura, ekologizacja miasta, budownictwo zrównoważone, zielone dachy, zielone fasady budynków

GREEN ARCHITECTURE OF URBAN AREAS IN THE LIGHT OF URBAN ECOLOGIZATION CONCEPTION

ABSTRACT

The article is an attempt of describing the problems connected with green architecture in the context of town ecologization process. To obtain the purpose, a role of green architecture in urban areas, analyzed by technological-technical and environmental dimension, in the context of urban areas ecologization was indicated. Moreover, we present the assumptions of sus-

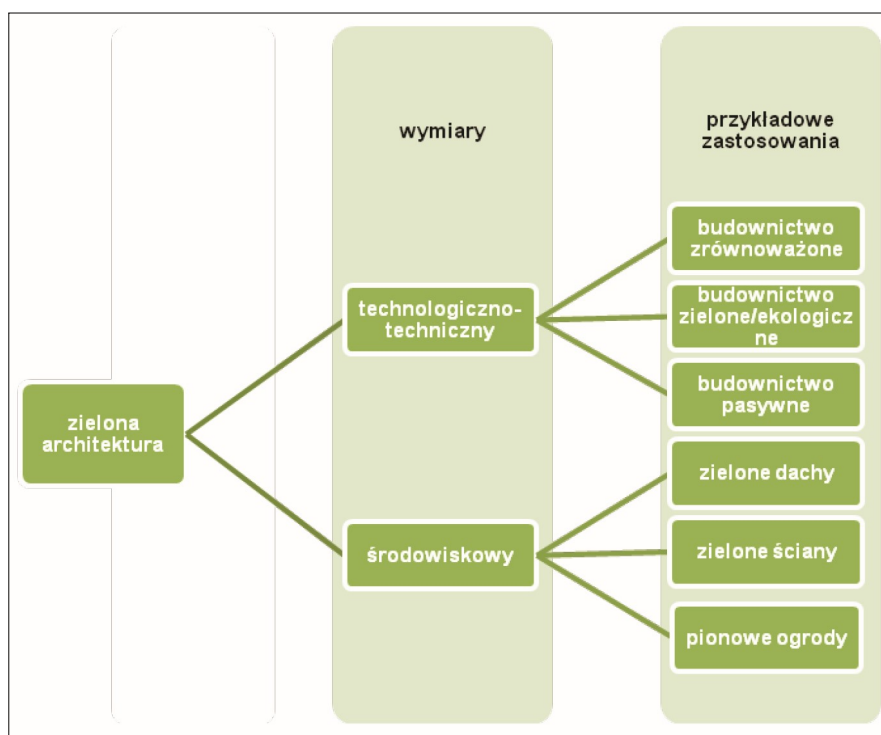
tainable building and regional diversification in Poland for this kind of investment, but also the development of green infrastructure in Polish cities, in the form of green roofs and walls.

Key words: green architecture, urban ecologization, sustainable building, green roofs, green facades

Wprowadzenie

Zielona architektura jest bez wątpienia zagadnieniem wielowymiarowym. Z jednej strony jest ściśle powiązana z ekologiczną sferą architektury, która przejawia się przede wszystkim w spełnianiu określonych kryteriów ochrony przyrody w procesie budowy lub też odnawianiu budynków. W tym sensie nawiązuje do idei budownictwa zrównoważonego. Z drugiej strony akcentuje znaczenie terenów zieleni przy projektowaniu budynków wraz z wyko-

rzystaniem zieleni w otoczeniu zabudowy. Można zatem przyjąć, że temat trzeba analizować w dwóch aspektach: technologiczno-technicznym oraz środowiskowym (il. 1). Pierwszy – odnosi się do budownictwa zrównoważonego, które spełniać ma zasady i kryteria zrównoważonego rozwoju, określane jako zielone, ekologiczne lub pasywne. Drugi – wiąże się ściśle z zielenią, czyli powierzchnią biologicznie czynną w mieście. W tym znaczeniu będzie ona częścią zielonej infrastruktury miasta, czyli sieci naturalnych lub półnaturalnych obszarów zieleni, która



1. Przykładowe aspekty zielonej architektury. Oprac. własne
1. Exemplary aspects of green architecture. The authors' own research

zachowuje i zwiększa bioróżnorodność w ekosystemie miejskim¹.

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie wybranych przykładów z zakresu zielonej architektury w miastach, zobrazowanie zróżnicowania regionalnego pod kątem budownictwa zrównoważonego oraz wskazanie potencjalnych korzyści dla miast wynikających z tego typu ekologicznych inwestycji. Praca składa się zatem z trzech ząbających się części. W pierwszej omówiona została koncepcja ekologizacji miasta z zaakcentowaniem roli zielonej architektury. W kolejnej części przeanalizowano zieloną architekturę rozumianą jako budownictwo zrównoważone, by w następnej odnieść się do zielonej architektury w kontekście zastosowania i wykorzystania zielonej infrastruktury.

Rola architektury zielonej w procesie ekologizacji miasta

Ekologizacja miasta jest naturalną konsekwencją wdrażania idei zrównoważonego rozwoju w wymiarze środowiskowym. Jest przejawem rozwoju, który

dotyczy kwestii środowiska naturalnego, poprawy kondycji miast w wymiarze ekologicznym, a zatem jest czymś innym niż zrównoważony rozwój miasta. Ekologizacja miasta nie jest w pełni możliwa do realizacji w chwili, gdy miasto nie rozwija się w sposób zrównoważony, stąd niezbędna jest integracja trzech kluczowych warunków zrównoważonego rozwoju, jakimi są społeczeństwo, gospodarka oraz środowisko. Można zatem wskazać pewne kierunki działań, które przybliżają miasto do osiągnięcia wymaganego poziomu ekologizacji. Bez wątpienia odwołanie do koncepcji miasta zrównoważonego jest w tym miejscu właściwe.

Na potrzeby niniejszego artykułu przyjęto definicję, że „idealne miasto zrównoważone to miasto, które korzysta z zasobów środowiskowych w takim stopniu, w jakim może te zasoby odbudować. To miasto, którego rozwój jest stopniowy, przemyślany i celowy”², którego rozwój ogranicza do minimum presję na środowisko naturalne, gdzie wdrażane są zasady zrównoważonego rozwoju, między innymi w proces planowania przestrzennego, co gwarantuje zapewnienie dbałości o jakość środowiska, właściwe

¹ K. Tzoulas, K. Korpela, S. Venn, V. Yli-Pelkonen, A. Kaźmierczak, J. Niemela, P. James, *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*, „Landscape and Urban Planning”, 81(3), 2007, s. 167–178.

² Z. Paszkowski, *Miasto idealne w perspektywie europejskiej i jego związku z urbanistyką współczesną*, Universitas, Kraków 2011, s. 196.

zarządzanie zasobami, racjonalne gospodarowanie terenami, podejmowanie proekologicznych rozwiązań w warstwie technologiczno-technicznej oraz dbanie o odpowiednią organizację terenów publicznych, z naciskiem na wysoki udział powierzchni biologicznie czynnych³. Ważna jest również rola zieleni w procesie ekologizacji miasta pełniąca funkcje inżynierjno-techniczne (m.in. osuszanie terenów, tłumienie hałasu, wzmacnianie skarp i nasypów), gospodarcze (m.in. zbiór grzybów, owoców leśnych oraz pozyskiwanie drewna), społeczno-kulturowe (m.in. rekreacyjno-wypoczynkowe, edukacyjne) czy funkcje zdrowotne, wpływające na kondycję fizyczną i psychiczne samopoczucie jej użytkowników⁴. W związku z tym wszelkie działania na rzecz zwiększania udziału terenów zieleni w miastach, odgrywają niebagatelną rolę dla poprawy jakości środowiska w tych jednostkach administracyjnych.

Kluczową rolę w poprawie jakości środowiska należy przypisać inwestycjom z zakresu zielonej architektury. Ważne jest, by projektować nie tylko pojedyncze budynki, które będą spełniały kryteria zrównoważonego rozwoju, ale kreować przestrzeń zurbanizowaną w sposób kompleksowy i perspektywiczny⁵. Zielona architektura to nie tylko podążanie za innowacjami technologicznymi w budownictwie takimi, jak panele słoneczne czy też termiczne szyby. Należy spojrzeć na zieloną architekturę w sposób holistyczny, by nie zatracić głębszego

znaczenia odnoszącego się nie tylko do kwestii ekonomicznych, ale przede wszystkim do prośrodowiskowych i społecznych.

Zielona architektura jako element budownictwa zrównoważonego

Zielona architektura łączy trzy korzyści: gospodarcze (poprzez m.in. zmniejszenie zużycia energii), społeczne (poprzez m.in. zabezpieczenie zdrowego i bezpiecznego środowiska życia i pracy) oraz ekologiczne (poprzez m.in. oszczędne gospodarowanie terenem) wpisując się w idee ekorozwoju.⁶ Jej wymiernym wskaźnikiem może być budownictwo zrównoważone, uwarunkowane ściśle określonymi regułami, wśród których wymienia się m.in. efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, energooszczędność zastosowanych materiałów, stosowanie surowców przyjaznych środowisku i dających się ponownie wykorzystać, zapobieganie zanieczyszczeniom powietrza, wody oraz gleby, zintegrowanie inwestycji ze środowiskiem przyrodniczym i społecznym oraz oszczędne użytkowanie terenu.⁷ Budownictwo zrównoważone, może zatem rozwiązywać szereg problemów środowiskowych poprzez wprowadzanie innowacyjnych technologii, poprawę efektywności energetycznej oraz zwiększenia udziału energii odnawialnej w całościowej produkcji energii⁸, co zostało wykazane przez

³ K. Rogatka, A. Lewandowska, *Zrównoważony rozwój w kontekście planowania przestrzennego – przykład osiedla Jar w Toruniu*, [w:] A. Sut, M. Terlecka (red.), *Wybrane aspekty ochrony środowiska*, Wydawnictwo Armagrap, Krosno 2014, s. 129–139; M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Contemporary Concepts of a City in the Context of Sustainable Development: Perspective of Humanities and Natural Sciences*, „Problemy ekorozwoju”, 11(2), 2016, s. 45–54.

⁴ R. S. Ulrich, R. F. Simonst, B. D. Lositot, E. Fioritot, M. A. Milest, M. Zelsont, *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, „J. Environ. Psych.”, 11, 1991, s. 201–230; T. Takano, K. Nakamura, M. Watanabe, *Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces*, „J. Epidemiol. Commun.”, 56, 2002, s. 913–918; K. J. Gaston, P. H. Warren, K. Thompson, R. M. Smith, *Urban domestic gardens (IV): the extent of the resource and its associated features*, „Biodivers. Conserv.”, 14, 2005, s. 3327–3349; J. D. Marshall, *Urban land area and population growth: a new scaling relationship for metropolitan expansion*, „Urban Studies”, 44(10), 2007, s. 1889–1904; A. L. Mayer, W. D. Shuster, J. J. Beaulieu, M. E. Hopton, L. K. Rhea, A. H. Roy, H. W. Thurston, *Building green infrastructure via citizen participation: A six year study in the Shepherd Creek (Ohio)*, „Environmental Practice”, 14, 2012, s. 57–67; Ch. Bertram, K. Rehdanz, *The role of urban*

green space for human well-being, nr 1911, Kiel Institute for the World Economy, Institute For New Economic Thinking, 2014; D. Szymańska, A. Lewandowska, K. Rogatka, *Temporal trend of greenareas in Poland between 2004 and 2012*, „Urban Forestry & Urban Greening”, 14(4), 2015, s. 1009–1016.

⁵ A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w zrównoważonym budownictwie – wprowadzenie do zagadnienia*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa”, 4, 2015, s. 34–40.

⁶ M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Zielona architektura jako istotowo ważny element miasta zrównoważonego*, [w:] A. Kleśta, M. Terlecka (red.), *Zrównoważony rozwój – idea czy konieczność?*, Wydawnictwo Armagrap, Krosno 2014, s. 119–132; K. Rogatka, S. Środa-Murawska, J. Biegańska, E. Grzelak-Kostulska, J. Chodkowska-Miszczuk, *Środowisko przyrodnicze a planowanie przestrzenne*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy”, 43, 2015, s. 302–312.

⁷ M. Iwanek, *W poszukiwaniu znaczenia architektury ekologicznej – ciągłość historyczna architektury współczesnej*, TeKa Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr., OL PAN, 2009, s. 43–49; L. Kamionka, *Architektura w środowisku zrównoważonym*, „Problemy Ekologii”, 14(2), 2010, s. 61–65; M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Contemporary...*, op. cit.

⁸ J. Chodkowska-Miszczuk, D. Szymańska, *Modernisation of public buildings in Polish towns and the concept of sustainable building*, „Quaestiones Geographicae”, 33(4), 2014, s. 89–99.

Komisję Europejską w dokumencie *Inicjatywa rynków pionierskich dla Europy*, jako jeden z sześciu potencjałów innowacyjnych, sprzyjających konkurencyjności i tworzeniu nowych miejsc pracy w Unii Europejskiej⁹. Zdaniem komisji, państwa członkowskie powinny dążyć do poprawy efektywności energetycznej zasobów mieszkaniowych i budynków publicznych, promując jednocześnie stosowanie „zielonych” wyrobów budowlanych, tym samym budynki te powinny osiągać jak najwyższe standardy efektywności energetycznej i być poddawane regularnej certyfikacji.¹⁰ Wśród kryteriów budownictwa zrównoważonego wymienia się najczęściej kwestie związane z:

- energią – zmniejszenie zużycia energii, korzystanie z odnawialnych źródeł energii, wykorzystywanie technologii pasywnych;
- jakością środowiska wewnętrznego – redukcja poziomu hałasu, oświetlenie w pomieszczeniach w jak największym stopniu naturalne, stosowanie materiałów nieemitujących szkodliwych substancji;
- wykorzystywanymi materiałami budowlanymi – materiały pochodzenia roślinnego (bambus, słoma, drewno), a także surowce wtórne pochodzące z recyklingu (odpady betonowe, cegielniane, metale z odzysku);
- zrównoważonym projektem – zmniejszenie kosztów użytkowania budynku, ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów.

Badacze wskazują, że zrównoważone budownictwo zmniejsza średnio zużycie energii od 24% do 50%, emisję dwutlenku węgla od 33% do 39%, a zużycie wody o 40%.¹¹ By móc rzetelnie ocenić realizację wymogów środowiskowych zostały wprowadzone określone systemy certyfikacyjne. Najpopularniejsze z nich to BREEAM oraz LEED, przeznaczone dla świadomych inwestorów, którzy oprócz korzyści finansowych i oszczędności w zakresie energii, chcą również eksponować troskę o środowisko naturalne oraz komfort i zdrowie użytkowników. Takie podejście współcześnie spotyka się z dużym uznaniem najemców, którzy cenią

nie tylko aspekty ekonomiczne, ale również prospołeczne i prośrodowiskowe.¹²

W Polsce do końca 2016 roku było 378 budynków posiadających certyfikat budownictwa ekologicznego, w tym 289 posiadających certyfikat BREEAM i 89 LEED. Liczba ta nie jest równoznaczna z liczbą wydanych certyfikatów, bowiem jeden budynek może być oceniany w kilku kategoriach. Niemniej liczba budynków zielonych z roku na rok dynamicznie wzrasta od roku 2010, kiedy rozpoczęto certyfikację budynków w Polsce w wymienionych systemach.

Brytyjski system certyfikacyjny BREEAM jest w Polsce bardziej popularny niż jego odpowiednik ze Stanów Zjednoczonych, co wynika z bardziej rygorystycznego systemu ocen zastosowanych w LEED (il. 2). BREEAM wykorzystywany jest w ponad 70 krajach świata, zaś LEED w 150 państwach na całym świecie. W systemie BREEAM funkcjonuje sześć ocen poczynając od Unclassified, Pass, Good, Very Good, Excellent do Outstanding. W Polsce najwięcej certyfikatów, czyli 58% wystawiono z oceną Very Good, w dalszej kolejności z notą Excellent (27%).¹³

Prawie połowa budownictwa zrównoważonego, tj. 48%, zlokalizowana jest w województwie mazowieckim, w przeważającej większości w Warszawie. Województwami, w których również podejmowane są inwestycje w zakresie budownictwa zrównoważonego są: małopolskie (40 budynków), wielkopolskie (32 budynki), dolnośląskie (32 budynki) oraz śląskie (28 budynków). Natomiast województwo lubuskie nie ma żadnego, który posiadałby certyfikat budownictwa ekologicznego.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że 64% certyfikowanych budynków w Polsce to budynki nowe. Ze względu na funkcje obiektów otrzymujących certyfikat przeważają biurowce, które stanowią 58% wszystkich budynków certyfikowanych. Zlokalizowane są one najczęściej w dużych miastach takich, jak Warszawa, Kraków, Poznań, Łódź czy Wrocław.

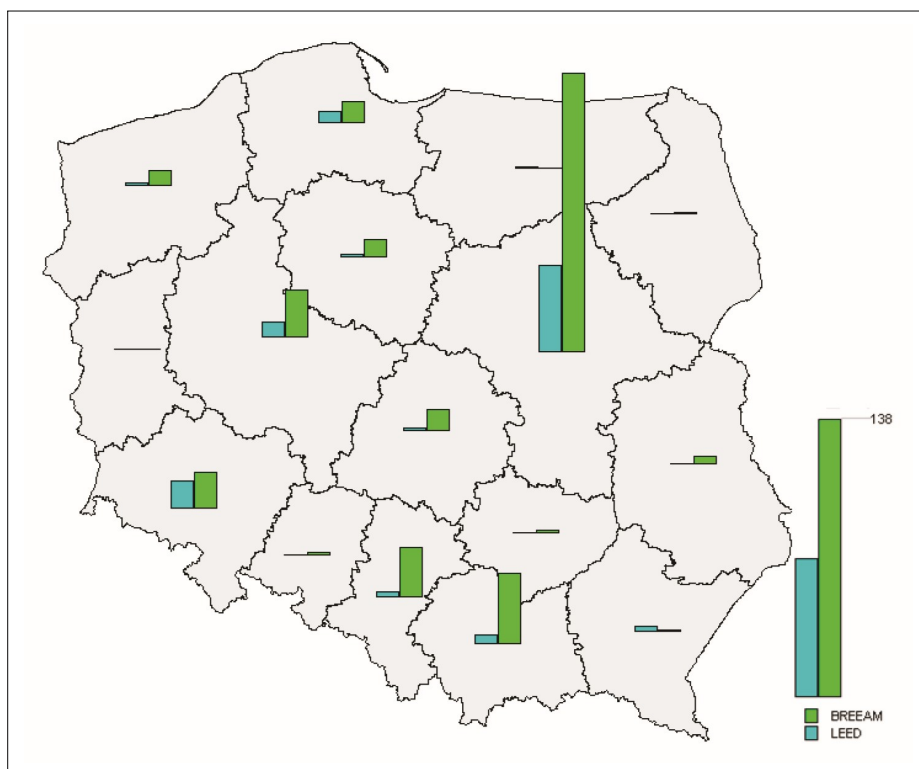
⁹ KOM(2007) 860 Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Inicjatywa rynków pionierskich dla Europy*, Komisja Europejska, Bruksela, 21.12.2007.

¹⁰ L. Czarniecki, J. Tworek, S. Wall, *Budownictwo zrównoważone w Polsce*, 2012, http://www.inzynierbudownictwa.pl/wydarzenia,o_tym_sie_mowi,artykul,budownictwo_zrownowazone_w_polsce,5418 [dostęp: 20.01.2017].

¹¹ A. Aslam, S. Tariq, W. A. A. Syed, S. S. Ali, *Green Architecture & Environmental Benefits: A Review With Reference To Energy Deficient Pakistan*, „Sci. Int. (Lahore)”, 24(4), 2012, s. 495–498.

¹² D. Szymańska, M. Korolko, E. Grzelak-Kostulska, A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w mieście*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2016.

¹³ D. Szymańska, M. Korolko, E. Grzelak-Kostulska, A. Lewandowska, op. cit.



2. Budynki posiadające certyfikat BREEAM lub LEED w Polsce w 2016 r. Oprac. na podst. danych z PLGBC
 2. Buildings with BREEAM or LEED certificate in Poland in 2016. Based on data from PLGBC

Zielona infrastruktura w kontekście ekologizacji miasta

Zielona infrastruktura miasta definiowana w sposób zintegrowany, czyli odnosząca się do obszarów pokrytych roślinnością lub wodą, nawiązuje także do idei zielonej architektury, gdyż formy zieleni mogą być różne, np. zielone dachy oraz fasady budynków wpisują się w ten układ bardzo czytelnie. Korzyści z rozbudowy zielonej infrastruktury w mieście są bardzo duże i pokrywają się z korzyściami powiększania terenów zieleni w miastach, powiększania powierzchni biologicznie czynnej, co jest istotne dla procesu ekologizacji miasta.

Spopularyzowały ten proces dokumenty takie, jak *Strategia adaptacji Polski do zmian klimatu* oraz *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020*, w których wskazuje się na zieleni jako jeden z kluczowych elementów stabilizujących i korzystnie wpływających na klimat.

Strategie adaptacji do zmian klimatu są dopiero w fazie przygotowawczej, zatem kierunki rozwoju zielonej infrastruktury zostały wyznaczone w planach gospodarki niskoemisyjnej. W dokumentach tych zielone dachy i ściany zostały określone jako

innowacyjne działania na rzecz gospodarki niskoemisyjnej. W planach podkreśla się, że tworzenie nowych form zieleni miejskiej, szczególnie w kwartałach zwartej zabudowy, między innymi zielonych dachów oraz zielonych ścian, zwiększa zdolności pochłaniania dwutlenku węgla z atmosfery, a także działa wspomagająco w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń z pozostałych sektorów (szczególnie z transportu). Tego typu rozwiązania są popularne już od dawna w wielu krajach, np. zieleni na dachach (il. 3) oraz wykorzystanie pnączy na ekranach wzdłuż autostrad. W tych niewrażliwych miejscach zieleni ogrywa znaczącą rolę, sprowadzającą się nie tylko do tłumienia hałasu, ale także zatrzymywania zanieczyszczeń generowanych przez ruch samochodowy. Te właściwości zieleni skłoniły wielu mieszkańców miast południowej Anglii do nasadzeń roślinności przed domami, aby niwelować w sposób naturalny niekorzystne oddziaływanie motoryzacji (il. 4). Roślinność występująca wokół domów jednorodzinnych to najczęściej roślinność krzewiasta oraz drzewa w formie żywopłotów.

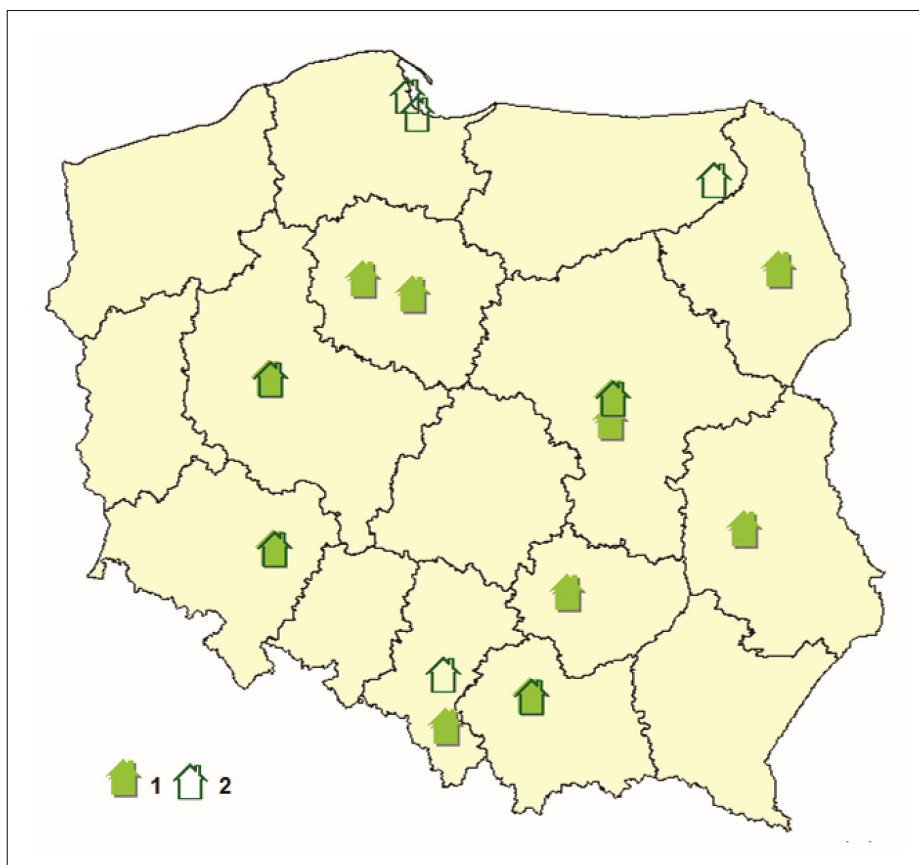
Innowacyjne instalacje, w postaci zielonych ogrodów na dachach czy żywych ścian, powinny być uwzględniane w lokalnych planach rozwoju danej



3. Zielony dach na Greenwich Village School w USA. Fot. Aloha Jon, 2016 r.
3. Green Roof on Greenwich Village School in USA. Photo by Aloha Jon, 2016



4. Roślinność przed domami w High Wycombe (Anglia). Fot. A. Lewandowska, 2017 r.
4. Plants in front of the houses in High Wycombe (England). Photo by A. Lewandowska, 2017



5. Lokalizacja zielonych dachów i ścian w miastach w Polsce, legenda: 1 – zielone dachy; 2 – zielone ściany.

Oprac. własne, na podst. danych z <http://www.ogrodnadglowa.pl/>

5. Localization of green roofs and walls in Polish towns, legends: 1 – green roofs; 2 – green walls.

Based on data from <http://www.ogrodnadglowa.pl/>

jednostki administracyjnej. Przedsięwzięcia w tym zakresie zostały poczynione przez jednostki samorządu terytorialnego, które wpisały inwestycje z zakresu zielonych dachów i ścian w plany gospodarki niskoemisyjnej w niektórych gminach w Polsce (m.in. Warszawa, Wrocław, Lublin, Poznań). Zauważyć jednak należy, że w niektórych polskich miastach funkcjonują już zielone dachy i ściany (il. 5). Ich liczba nie jest duża, chociaż zróżnicowanie przestrzenne wskazuje, iż zlokalizowane są najczęściej w dużych miastach takich, jak Warszawa, Poznań, Wrocław, Kraków, Gdańsk, Gdynia. Można tego typu instalacje również spotkać w mniejszych miejscowościach, jak Iwonicz Zdrój, Kudowa Zdrój, Czaśław. Co ciekawe większą popularnością w Polsce cieszą się ogrody usytuowane na dachach, niż zielone ściany.

Jednym z najbardziej znanych ogrodów na dachu jest zielony dach Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego. Ogród dzieli się na kilka wnętrz, które zostały zaprojektowane jako odrębne ogrody: Ogród Złoty, Ogród Karminowy, Ogród Zielony, Ogród Srebrny. Każdy z nich charakteryzuje się innym doborem gatunkowym roślin, skomponowanych ze

względu na kolorystykę. Inny przykład to ogród na dachu Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, który tworzy przestrzeń spacerową z widokiem na Wisłę, dachy Starego Miasta i Stadion Narodowy. Należy przypuszczać, że takie rozwiązania będą stawać się coraz bardziej popularne, nie tylko z uwagi na kwestie estetyczne, ale przede wszystkim ze względu na walory środowiskowe i ekonomiczne.

Podsumowanie

Zielona architektura zyskuje coraz bardziej na znaczeniu, ponieważ generuje wiele korzyści, które odnoszą się nie tylko do aspektów ekonomicznych, ale przede wszystkim do ekologicznych. Inwestycje z zakresu budownictwa zrównoważonego wpływają na obniżenie kosztów eksploatacji budynków. Ich wnętrza posiada lepszy mikroklimat przyczyniając się do zwiększenia komfortu użytkowania takich obiektów oraz poprawy warunków do pracy i życia. Certyfikacja ekologiczna budynku dodatkowo wpływa na zwiększenie jego wartości rynkowej. Istotny jest także aspekt estetyzacji przestrzeni

miejskiej poprzez stosowanie ekorozwiązań, które najczęściej w naturalny i estetyczny sposób wkomponowują się otoczenie. Projektom tego typu towarzyszy harmonijna i bogata aranżacja terenów zieleni w otoczeniu.

Analiza zjawiska budownictwa zrównoważonego wykazała, że w Polsce występują obecnie sprzyjające warunki do podejmowania inwestycji w tym segmencie rynku budowlanego, który rozwija się bardzo dynamicznie. Należy spodziewać się, iż z roku na rok przybywać będzie ogrodów na dachach i zielonych ścian, co zapewniac będzie korzystny wpływ na ekosystem miasta.¹⁴

Bibliografia

- A. Aslam, S. Tariq, W. A. A. Syed, S. S. Ali, *Green Architecture & Environmental Benefits: A Review With Reference To Energy Deficient Pakistan*, „Sci. Int. (Lahore)”, 24(4), 2012, s. 495–498.
- Ch. Bertram, K. Rehdanz, *The role of urban green space for human well-being*, nr 1911, Kiel Institute for the World Economy, Institute For New Economic Thinking, 2014.
- J. Chodkowska-Miszczuk, D. Szymańska, *Modernisation of public buildings in Polish towns and the concept of sustainable building*, „Quaestiones Geographicae”, 33(4), 2014, s. 89–99.
- L. Czarnecki, J. Tworek, S. Wall, *Budownictwo zrównoważone w Polsce*, 2012, http://www.inzynierbudownictwa.pl/wydarzenia,o_tym_sie_mowi,artykul,budownictwo_zrownowazone_w_polsce,5418 [dostęp: 20.01.2017].
- K. J. Gaston, P. H. Warren, K. Thompson, R. M. Smith, *Urban domestic gardens (IV): the extent of the resource and its associated features*, „Biodivers. Conserv.”, 14, 2005, s. 3327–3349.
- M. Iwanek, *W poszukiwaniu znaczenia architektury ekologicznej – ciągłość historyczna architektury współczesnej*, Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr., OL PAN, 2009, s. 43–49.
- L. Kamionka, *Architektura w środowisku zrównoważonym*, „Problemy Ekologii”, 14(2), 2010, s. 61–65.
- Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Inicjatywa rynków pionierskich dla Europy*, Komisja Europejska, Bruksela, 21.12.2007.
- A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w zrównoważonym budownictwie – wprowadzenie do zagadnienia*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa”, 4, 2015, s. 34–40.
- M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Zielona architektura jako istotowo ważny element miasta zrównoważonego*, [w:] A. Kleśta, M. Terlecka (red.), *Zrównoważony rozwój – idea czy konieczność?*, Wydawnictwo Armagraf, Krosno 2014, s. 119–132.
- M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Contemporary Concepts of a City in the Context of Sustainable Development: Perspective of Humanities and Natural Sciences*, „Problemy ekorozwoju”, 11(2), 2016, s. 45–54.
- J. D. Marshall, *Urban land area and population growth: a new scaling relationship for metropolitan expansion*, „Urban Studies”, 44(10), 2007, s. 1889–1904;
- A. L. Mayer, W. D. Shuster, J. J. Beaulieu, M. E. Hopton, L. K. Rhea, A. H. Roy, H. W. Thurston, *Building green infrastructure via citizen participation: A six year study in the Shepherd Creek (Ohio)*, „Environmental Practice”, 14, 2012, s. 57–67.
- Z. Paszkowski, *Miasto idealne w perspektywie europejskiej i jego związki z urbanistyką współczesną*, Universitas, Kraków 2011.
- K. Rogatka, A. Lewandowska, *Zrównoważony rozwój w kontekście planowania przestrzennego – przykład osiedla Jar w Toruniu*, [w:] A. Sut, M. Terlecka (red.), *Wybrane aspekty ochrony środowiska*, Wydawnictwo Armagraf, Krosno 2014, s. 129–139.
- K. Rogatka, S. Środa-Murawska, J. Biegańska, E. Grzelak-Kostulska, J. Chodkowska-Miszczuk, *Środowisko przyrodnicze a planowanie przestrzenne*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy”, 43, 2015, s. 302–312.
- D. Szymańska, M. Korolko, E. Grzelak-Kostulska, A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w mieście*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2016.
- D. Szymańska, A. Lewandowska, K. Rogatka, *Temporal trend of greenareas in Poland between 2004 and 2012*, „Urban Forestry & Urban Greening”, 14(4), 2015, s. 1009–1016.
- T. Takano, K. Nakamura, M. Watanabe, *Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces*, „J. Epidemiol. Commun.”, 56, 2002, s. 913–918.
- K. Tzoulas, K. Korpela, S. Venn, V. Yli-Pelkonen, A. Kaźmierczak, J. Niemela, P. James, *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*, „Landscape and Urban Planning”, 81(3), 2007, 167–178.
- R. S. Ulrich, R. F. Simonst, B. D. Lositot, E. Fioritot, M. A. Milest, M. Zelsont, *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, „J. Environ. Psych.”, 11, 1991, s. 201–230.
- J. Wines, *Zielona architektura*, Taschen GmbH, Warszawa, 2008.

Aleksandra Lewandowska, mgr
Krzysztof Rogatka, dr inż.

Katedra Studiów Miejskich i Rozwoju Regionalnego,
Wydział Nauk o Ziemi
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

¹⁴ Artykuł został zrealizowany dzięki wsparciu z grantu 2015/19/N/HS4/02586 Narodowego Centrum Nauki.

GREEN ARCHITECTURE OF URBAN AREAS IN THE LIGHT OF URBAN ECOLOGIZATION CONCEPTION

ALEKSANDRA LEWANDOWSKA, KRZYSZTOF ROGATKA

Introduction

Green architecture is undoubtedly multidimensional problem. On the one hand, it is closely related to ecological architecture surface, which manifests itself first of all in fulfilling particular criteria of nature protection during erecting or renovating buildings. In this meaning, it strongly refers to the idea of sustainable building. On the other hand, it matches the importance of green areas during building designing, accentuating the most possible application of green areas around buildings. Therefore, we can assume, that green architecture can be analyzed in two aspects: technological-technical and environmental (Fig. 1). The first one refers directly to building process, which fulfills the rules and criteria of sustainable development, by which it can be defined as sustainable, green, ecological or passive building. The other dimension of green architecture is connected with green *sensu stricto*, i.e. biologically active area in a town. In this meaning, it will be a part of green town infrastructure, i.e. a network of natural or semi-natural green areas, which fact preserves and increases biodiversity in urban ecosystem¹.

The article presents selected examples of green urban architecture, regional diversity taking into account sustainable building, and it indicates potential profits for towns implementing this type of ecological investments. The paper consists of three linking parts. First discusses the conception of town ecologization, emphasizing the role of green architecture. The next one makes analysis of green architecture perceived as sustainable building and the final one refers to green architecture in the context of implementation and usage of green infrastructure.

The role of green architecture in urban ecologization

Urban ecologization is a natural consequence of implementing the idea of sustainable development in environmental dimension. It is a symptom of development which concerns natural environment question, and more precisely, improvement of town conditions in ecological dimension. Urban ecologization is therefore something different than sustainable urban development, but it must be remarked, that these two processes can co-exist. Urban ecologization is not fully possible when a town does not develop in a sustainable way, therefore integration of three key elements, indispensable for sustainable development and consisting of society, economy and environment is absolutely essential for spatial urban ecologization development.

It is difficult to define univocally what urban ecologization is, but some activity directions, nearing a town to obtaining a defined (high) ecologization level, can be pointed out. Reference to conception of sustainable town is legitimize here, but we have to do with some difficulties resulting from lack of one evident definition of the term. For this article needs we can quote one of many, which says that “ideal sustainable town is a town which uses up environmental resources to such an extent, to which it is able to restore them. It is a town with gradual, deliberate and intentional development”². Following this concept one question should be answered here: how to develop urban tissue to limit till minimum pressure on natural environment. The answer suggests implementation of sustainable development rule e.g. in the process of spatial planning, which guarantees care for environment quality, proper resource management including rational site planning, implementation of

¹ K. Tzoulas, K. Korpela, S. Venn, V. Yli-Pelkonen, A. Kaźmierczak, J. Niemela, P. James, *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*, “Landscape and Urban Planning”, 81(3), 2007, pp. 167–178.

² Z. Paszkowski, *Miasto idealne w perspektywie europejskiej i jego związki z urbanistyką współczesną*, Universitas, Kraków 2011, p. 196.

pro-ecological solutions in technological-technical area and protection in the sphere of public areas arrangement, with emphasis on high participation of biologically active areas.³ We should answer the question, therefore, what the role of green areas in the process of urban ecologization is.

Numerous studies indicate that green spaces serve many vital functions, starting with ecological ones (among others – improvement in air quality), through engineering-technical ones (like: land drainage, noise suppression, embankments and all kind of earthworks strengthening), economic functions (mushroom and forest fruit picking and logging), social-cultural functions (among others: recreation, leisure and educational), finishing with pro-health functions improving human well-being and physical and mental condition of their users.⁴ Taking all above into account, all actions to increase green lands in urban space play a significant role in environmental quality modification in these administrative units. The key role in this process is attributed to investments in green architecture. It is important not to design only single buildings in accordance with the idea of sustainable development, but to create complex urban space having the idea in mind.⁵ We can often meet the opinion that green architecture is solely dictated by following innovative technologies in building, like solar cells or insulated glass. Therefore, green architecture should be perceived in

a holistic way, not to lose deeper meaning relating to not only economic questions, but first of all to pro-environmental and pro-social ones.

Green architecture as an element of sustainable building in Poland

Green architecture integrates three benefits: economic (by, e.g. saving on energy), social (by protection of healthy and safe environment for living and working) and ecological (economical land management), which as a result follows the idea of eco-development.⁶ Sustainable building, which implements sustainable development into this economy sector can be a measurable factor of green architecture. It is conditioned closely by strictly defined rules, like: effective use of renewable energy sources and energy efficiency of used materials, introducing reusable environmental friendly materials, preventing air, water and soil pollution, integrating investments with natural and social environment and economical land management.⁷ Sustainable building can therefore solve a number of environmental problems by implementation of innovative technologies, improvements in energetic efficiency and increase of renewable energy participation in total energy production.⁸ That type of building was also recommended by European Committee in ‘Lead Market Initiative for Europe’ as one of six innovative markets, favoring

³ K. Rogatka, A. Lewandowska, *Zrównoważony rozwój w kontekście planowania przestrzennego – przykład osiedla Jar w Toruniu*, [in:] A. Sut, M. Terlecka (eds.), *Wybrane aspekty ochrony środowiska*, Wydawnictwo Armagraf, Krosno 2014, pp. 129–139; M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Contemporary Concepts of a City in the Context of Sustainable Development: Perspective of Humanities and Natural Sciences*, „Problemy ekorozwoju”, 11(2), 2016, pp. 45–54.

⁴ R. S. Ulrich, R. F. Simonst, B. D. Lositot, E. Fioritot, M. A. Milest, M. Zelsont, *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, „J. Environ. Psych.”, 11, 1991, pp. 201–230; T. Takano, K. Nakamura, M. Watanabe, *Urban residential environments and senior citizens’ longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces*, „J. Epidemiol. Commun.”, 56, 2002, pp. 913–918; K. J. Gaston, P. H. Warren, K. Thompson, R. M. Smith, *Urban domestic gardens (IV): the extent of the resource and its associated features*, „Biodivers. Conserv.”, 14, 2005, pp. 3327–3349; J. D. Marshall, *Urban land area and population growth: a new scaling relationship for metropolitan expansion*, „Urban Studies”, 44(10), 2007, pp. 1889–1904; A. L. Mayer, W. D. Shuster, J. J. Beaulieu, M. E. Hopton, L. K. Rhea, A. H. Roy, H. W. Thurston, *Building green infrastructure via citizen participation: A six year study in the Shepherd Creek (Ohio)*, „Environmental Practice”, 14, 2012, pp. 57–67; Ch. Bertram, K. Rehdanz, *The role of urban green*

space for human well-being, no. 1911, Kiel Institute for the World Economy, Institute For New Economic Thinking, 2014; D. Szymańska, A. Lewandowska, K. Rogatka, *Temporal trend of greenareas in Poland between 2004 and 2012*, „Urban Forestry & Urban Greening”, 14(4), 2015, pp. 1009–1016.

⁵ A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w zrównoważonym budownictwie – wprowadzenie do zagadnienia*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa”, 4, 2015, pp. 34–40.

⁶ M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Zielona architektura jako istotowo ważny element miasta zrównoważonego*, [in:] A. Kleśta, M. Terlecka (eds.) *Zrównoważony rozwój – idea czy konieczność?*, Wydawnictwo Armagraf, Krosno 2014, pp. 119–132; K. Rogatka, S. Środa-Murawska, J. Biegańska, E. Grzelak-Kostulska, J. Chodkowska-Miszczyk, *Środowisko przyrodnicze a planowanie przestrzenne*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy”, 43, 2015, pp. 302–312.

⁷ M. Iwanek, *W poszukiwaniu znaczenia architektury ekologicznej – ciągłość historyczna architektury współczesnej*, TeKa Kom. Arch. Urb. Stud. Krajob. OL PAN, 2009, pp. 43–49; L. Kamionka, *Architektura w środowisku zrównoważonym*, „Problemy Ekologii”, 14(2), 2010, pp. 61–65; M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Contemporary ...*, op. cit.

⁸ J. Chodkowska-Miszczyk, D. Szymańska, *Modernisation of public buildings in Polish towns and the concept of sustainable building*, „Quaestiones Geographicae”, 33(4), 2014, pp. 89–99.

competitiveness and creating new work places in European Union.⁹ In the Committee opinion member states should work for improvement of energy efficiency in housing resources and public buildings, simultaneously promoting implementation of 'green' construction products, which should result in the highest standards of energy efficiency what, in turn, should be certified regularly.¹⁰ A number of buildings erected following the defined environmental requirements in Poland and in the world can be an indicator of sustainable building development. Criteria of sustainable building include, among others, the questions connected with:

- energy – reducing energy consumption, using renewable energy sources and passive technologies;
- internal environment quality – reducing noise level, keeping the most possible natural light inside rooms, using materials with the least possible harmful substances emission;
- using building materials – materials of vegetal origin (bamboo, straw, wood), but also recycled materials (concrete and brick waste, recycled metals);
- sustainable design – reducing costs of building exploitations and waste production.

Aslam et al. point out that sustainable building reduces energy consumption of average from 24% to 50%, carbon dioxide emission from 33% to 39%, and water consumption of 40%.¹¹ To evaluate implementation of environmental requirements properly, particular certification systems were introduced, the most popular of which are: BREEAM and LEED. They are designed mainly for aware investors, who apart from financial profits and saving energy seen only after a few years of implementation, wish to expose their activities in care for natural environment, as well as comfort and health of the users. These practices meet with lodgers approval, who appreciate not only economical aspects, but also pro-social and pro-environmental ones.¹²

Poland reported till the end of 2016 only 378 buildings with ecological building certificate, including 289 with BREEAM certificate and 89 with LEED. The number is not equal to a number of cer-

tificates issued, because one building can be classified in a few different categories. However, a number of 'green' buildings has been increasing from year to year in a dynamic way since 2010, when first certificate was granted to a building in LEED, a and BREEAM systems.

It should be remarked here, that British certifying system BREEAM is more popular in Poland comparing to its counterpart from the USA, which results, among others, from more rigorous evaluation system and notifications used in LEED. BREEAM is implemented in over 70 countries in the world, while LEED in 150 countries around the world. In BREEAM system there are six ratings starting with: Unclassified, Pass, Good, Very Good, Excellent to Outstanding. In Poland the biggest number of certificates, i.e. 58% is reported for Very Good rating, and next in number is Excellent (27%).¹³

Nearly half of the building number, i.e. 48%, is located in Mazowieckie voivodeship, mostly in Warsaw (Fig. 2). The other voivodeships, where the investments in sustainable building are taken up include: Małopolskie (40 buildings), Wielkopolskie (32 buildings), Dolnośląskie (32 buildings) and Śląskie (28 buildings). It should be remarked, however, that Lubuskie province has not a single building with the certificate of ecological building.

It must also be emphasized that 64% of certified buildings in Poland are new ones and due to the objects' functions they are office buildings in majority – 58% of all attested buildings, located the most often in big cities, such as: Warsaw, Kraków, Poznań, Łódź or Wrocław.

Green infrastructure in the context of urban ecologization

Urban green infrastructure is defined in an integrated way, what means reference to lands covered with vegetation or water and is associated in itself with green architecture, as forms of green can be varied. Green roofs or facades of buildings are also readable in this schedule. Benefits resulting from urban

⁹ KOM(2007) 860 Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Inicjatywa rynków pionierskich dla Europy*, Komisja Europejska, Bruksela, 21.12.2007.

¹⁰ L. Czarnecki, J. Tworek, S. Wall, *Budownictwo zrównoważone w Polsce*, 2012, http://www.inzynierbudownictwa.pl/wydarzenia_o_tym_sie_mowi,artykul,budownictwo_zrownowazone_w_polsce,5418 [accessed on 20.01.2017].

¹¹ A. Aslam, S. Tariq, W. A. A. Syed, S. S. Ali, *Green Architecture & Environmental Benefits: A Review With Reference To Energy Deficient Pakistan*, "Sci. Int. (Lahore)" 24(4), 2012, pp. 495–498.

¹² D. Szymańska, M. Korolko, E. Grzelak-Kostulska, A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w mieście*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2016.

¹³ Ibidem.

green infrastructure development are significant, but they are identical with benefits from expanding urban green areas and create one paradigm calling for extending urban biologically active spaces, what in turn is essential in urban ecologization process.

Information concerning green infrastructure increased in value mainly due to documents, like: Strategy on adaptation to climate change in Poland and Strategic Adaptation Plan for Sectors and Areas Sensitive to Climate Change until 2020. These documents indicate that green areas are to be one of the key elements for climate stabilization and its improvement.

Strategic adaptations to climate change are in the stage of being prepared, hence directions of green infrastructure development are included in plans of low-carbon economy. These documents define green roofs and walls as innovative activities for low-carbon economy. The plans emphasize that creating new forms of urban vegetation, particularly in compact built up areas, arranging green roofs and walls is beneficial for absorption of carbon dioxide from the atmosphere, but also supports reducing greenhouse gases emission and pollutions from other economy sectors (transportation in particular). These kinds of solutions have been popular in many countries for long, e.g. green plants on roofs (Fig. 3) and planting climbing vines on screens along motorways. In these critical places, green vegetation plays a significant role, not only suppressing noise, but also absorbing pollution generated by traffic. These green properties made many citizens of South England grow various plants in front of their houses to eliminate naturally unfavorable motorization consequences (Fig. 4). It is worth mentioning that plants situated around single-family houses consist the most often of shrubs making a hedge and trees.

These types of solutions should become popular also in Polish towns and more innovative arrangements in forms of roof gardens or 'living' walls should be included in local plans of administrative units development. As it was remarked above, some steps in the field have been already made by several local government units, which placed investments of green roofs and walls in their plans of low-carbon economy for their communes around Poland (among others: Warsaw, Wrocław, Lublin, Poznań).

It should be noticed, however, that several Polish towns have had green roofs and walls function-

ing (Fig. 5). Their number is not very imposing, although their spatial diversity indicates that they are located the most often in big cities, like: Warsaw, Poznań, Wrocław, Kraków, Gdańsk, Gdynia, but this kind of arrangements can also be met in smaller towns, like: Iwonicz Zdrój, Kudowa Zdrój, Czasław, and what is interesting, gardens situated on roofs are more popular than green walls.

Green roof of Warsaw University Library is one of the best known solutions of that kind. The garden is divided into some sections, designed as separate gardens: Golden Garden, Carmine Garden, Green Garden and Silver Garden, each of which is characterized by various plants, composed because of their colors. Another interesting example of green roof is a garden on the roof of Copernicus Science Center in Warsaw, which creates special walking area with the view to the Vistula River, roofs of the Old City and the National Stadium Warsaw. It should be supposed that such solutions will become more and more popular, not only for their aesthetic reasons, but first and foremost, due to their environmental and economic values.

Summary

Green architecture has been more significant from year to year, because it generates a number of benefits, both economical and ecological. Investments in sustainable building reduce greatly costs of buildings exploitation. Their interiors have improved microclimate contributing to increase of users' comfort and work and living conditions. Ecological building certification increases its market value, what can be taken into account by a housing developer while selling it with higher profit. Eco-solutions make urban space more aesthetic and enable in a natural way to compose the structures into space. These projects are frequently accompanied by harmonious and rich composition of green land around.

In the light of analyses made above, it can be observed that Poland can boast at present with favorable conditions for taking up investments in sustainable building, with this section of building market developing dynamically. We can expect more roof gardens and green walls in future, what will influence positively on urban ecosystem.¹⁴

Translated by the Authors

¹⁴ This work was supported by grant 2015/19/N/HS4/02586 from the National Science Centre, Poland.

Bibliography

- A. Aslam, S. Tariq, W. A. A. Syed, S. S. Ali, "Green Architecture & Environmental Benefits: A Review With Reference To Energy Deficient Pakistan", "Sci. Int. (Lahore)", 24(4), 2012, pp. 495–498.
- Ch. Bertram, K. Rehdanz, *The role of urban green space for human well-being*, no. 1911, Kiel Institute for the World Economy, Institute For New Economic Thinking, 2014.
- J. Chodkowska-Miszczuk, D. Szymańska, *Modernisation of public buildings in Polish towns and the concept of sustainable building*, "Quaestiones Geographicae", 33(4), 2014, pp. 89–99.
- L. Czarnecki, J. Tworek, S. Wall, *Budownictwo zrównoważone w Polsce*, 2012, http://www.inzynierbudownictwa.pl/wydarzenia,o_tym_sie_mowi,artykul,budownictwo_zrownowazone_w_polsce,5418 [accessed on 20.01.2017].
- K. J. Gaston, P. H. Warren, K. Thompson, R. M. Smith, *Urban domestic gardens (IV): the extent of the resource and its associated features*, "Biodivers. Conserv.", 14, 2005, pp. 3327–3349.
- M. Iwanek, *W poszukiwaniu znaczenia architektury ekologicznej – ciągłość historyczna architektury współczesnej*, TeKa Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr., OL PAN, 2009, pp. 43–49.
- L. Kamionka, *Architektura w środowisku zrównoważonym*, "Problemy Ekologii", 14(2), 2010, pp. 61–65.
- Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Inicjatywa rynków pionierskich dla Europy*, Komisja Europejska, Bruksela, 21.12.2007.
- A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w zrównoważonym budownictwie – wprowadzenie do zagadnienia*, "Edukacja biologiczna i środowiskowa", 4, 2015, pp. 34–40.
- M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Zielona architektura jako istotowo ważny element miasta zrównoważonego*, [in:] A. Kleśta, M. Terlecka (eds.), *Zrównoważony rozwój – idea czy konieczność?*, Wydawnictwo Armagraf, Krosno 2014, pp. 119–132.
- M. Leźnicki, A. Lewandowska, *Contemporary Concepts of a City in the Context of Sustainable Development: Perspective of Humanities and Natural Sciences*, "Problemy ekorozwoju", 11(2), 2016, pp. 45–54.
- J. D. Marshall, *Urban land area and population growth: a new scaling relationship for metropolitan expansion*, "Urban Studies", 44(10), 2007, pp. 1889–1904.
- A. L. Mayer, W. D. Shuster, J. J. Beaulieu, M. E. Hopton, L. K. Rhea, A. H. Roy, H. W. Thurston, *Building green infrastructure via citizen participation: A six year study in the Shepherd Creek (Ohio)*, "Environmental Practice", 14, 2012, pp. 57–67.
- Z. Paszkowski, *Miasto idealne w perspektywie europejskiej i jego związki z urbanistyką współczesną*, Universitas, Kraków 2011.
- K. Rogatka, A. Lewandowska, *Zrównoważony rozwój w kontekście planowania przestrzennego – przykład osiedla Jar w Toruniu*, [in:] A. Sut, M. Terlecka (eds.), *Wybrane aspekty ochrony środowiska*, Wydawnictwo Armagraf, Krosno 2014, pp. 129–139.
- K. Rogatka, S. Środa-Murawska, J. Biegańska, E. Grzelak-Kostulska, J. Chodkowska-Miszczuk, *Środowisko przyrodnicze a planowanie przestrzenne*, "Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy", 43, 2015, pp. 302–312.
- D. Szymańska, M. Korolko, E. Grzelak-Kostulska, A. Lewandowska, *Ekoinnowacje w mieście*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2016.
- D. Szymańska, A. Lewandowska, K. Rogatka, *Temporal trend of greenareas in Poland between 2004 and 2012*, "Urban Forestry & Urban Greening", 14(4), 2015, pp. 1009–1016.
- T. Takano, K. Nakamura, M. Watanabe, *Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces*, "J. Epidemiol. Commun.", 56, 2002, pp. 913–918.
- K. Tzoulas, K. Korpela, S. Venn, V. Yli-Pelkonen, A. Kaźmierczak, J. Niemela, P. James, *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*, "Landscape and Urban Planning", 81(3), 2007, pp. 167–178.
- R. S. Ulrich, R. F. Simonst, B. D. Lositot, E. Fioritot, M. A. Milest, M. Zelsont, *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, "J. Environ. Psych.", 11, 1991, pp. 201–230.
- J. Wines, *Zielona architektura*, Taschen GmbH, Warszawa 2008.

Aleksandra Lewandowska, Msc.
Krzysztof Rogatka, Phd, eng.
Department of Urban Studies and Regional
Development, Faculty of Earth Sciences
Nicolaus Copernicus University