

## Ekonomiczne i ekologiczne aspekty zielonych dachów

**Autor:** Agnieszka Ociepa-Kubicka

### Abstrakt:

W artykule przedstawiono wady i zalety zielonych dachów. Porównano koszty założenia zielonych dachów i tradycyjnych oraz koszty eksploatacji w kolejnych latach użytkowania. W artykule zwrócono uwagę również na korzyści przyrodnicze oraz społeczne wynikające z zakładania zielonych dachów. Jak wynika z badań nadal podstawową barierą ograniczającą rozwój tych inwestycji są ich stosunkowo wysokie koszty. W Polsce zielone dachy nie są jeszcze rozwiązaniem często spotykanym. Należy jednak podkreślić, że zarówno inwestorzy jak i społeczeństwo są coraz bardziej świadomi korzyści ekonomicznych i ekologicznych związanych z wprowadzaniem zielonych dachów w przestrzeń miejską.

**Słowa kluczowe:** zielone dachy, ekonomia, urbanizacja

**JEL:** Q

**Historia:** Otrzymano 21.06.2014, poprawiono 23.09.2014, zaakceptowano 07.10.2014

### Wstęp

Wszyscy ludzie potrzebują odpoczynku i relaksu. Udowodniono, iż barwa zielona wpływa na układ nerwowy człowieka, działa odprężająco i odstresowująco. Rośliny zielone bardzo pozytywnie kształtują nasze emocje. Wyciszają i uspokajają. Drzewa, krzewy oferują nam nie tylko przyjemny chłód w letni dzień, ale także produkują tlen, ograniczają hałas, hamują wiatr. Jednakże wraz z rozwojem miast i przemysłu tej zieleni w naszym otoczeniu niestety ubywa. Zanieczyszczenie środowiska, hałas czy śmieci wpływają bardzo negatywnie na samopoczucie oraz zmniejszają odporność ludzkiego organizmu. Czynniki te przeszkadzają również w utrzymaniu dobrej kondycji zdrowotnej, psychicznej. Dlatego też zwraca się szczególną uwagę na intensywniejsze zagospodarowanie przestrzeni miejskiej zielenią.

Często w związku z niewielką przestrzenią miejską proponuje się zakładać zielone dachy. Obecnie ze względu na rosnącą świadomość ekologiczną i postępującą urbanizację uważa się, że takie rozwiązania będą w przyszłości stosowane na szeroką skalę (Burszta-Adamiak, Sylwester 2010: 64-67). Znanym i cenionym

austriackim malarzem, architektem, który wprowadzał odważnie do swoich projektów zielone dachy był Friedensreich Hundertwasser. W jednym ze swoich manifestów pisał: „Roślinność musi wszędzie tam się rozwijać, gdzie pada deszcz i śnieg, to co zimą białe jest od śniegu, musi latem być zielone. Dachy powinny być zalesione, a w miastach powinno wdychać się leśne powietrze.” Stosowanie zielonych dachów to niepodważalne korzyści przyrodnicze, społeczne niestety wiążą się jednak z dodatkowymi kosztami (Sokołowska 2007).

Szczególne zainteresowanie oraz liczne inwestycje związane z realizacją projektów zielonych dachów na terenie Polski można zaobserwować w końcu lat 90 XX wieku. Co roku przybywa w Polsce ok. pół miliona metrów kwadratowych zielonych dachów, nadal jednak są to ilości dużo mniejsze w stosunku do ilości nowych inwestycji związanych z zakładaniem zielonych dachów np. w Niemczech, Szwajcarii, czy Austrii (Kożuchowski 2008:6-10). W projektach pojawiły się dachy typu ekstensywnego ale również dachy intensywne. Realizacje zielonych dachów w Polsce są wykonywane zarówno na budynkach użyteczności publicznej jak i domach wielorodzinnych.

Ogród na dachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego (rys.1) uważa się jeden z najładniejszych ogrodów Europy. Był pierwszym polskim przedsięwzięciem wykorzystania na dachu zieleni w formie intensywnej. Ogród dzieli się na kilka

obszarów, które zostały zaprojektowane jako odrębne ogrody: Ogród Złoty, Ogród Karminowy, Ogród Zielony, Ogród Srebrny. Każdy z nich charakteryzuje się inną kolorystyką związane jest to z doborem gatunkowym roślin.

**Rys. 1. Ogród na dachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego (Fot. Albert Zawada / AG)**



Źródło: <http://www.bryla.pl/bryla/51,85301,7367235.html?i=9>

Innym przykładem z Warszawy jest zielony dach na centrum handlowym ARKADIA. (Muszyński 2012:6-10). Wykonie imponującego dachu zielonego możemy podziwiać również na Centrum Nauki Kopernik w Warszawie. We Wrocławiu zaś kompleks zielonych dachów powstał na zabudowie wielorodzinnej usytuowanej w ścisłym centrum. Jednakże dachy te nie są udostępniane mieszkańcom ich funkcją jest jedynie poprawa walorów estetycznych roztaczających się z okien mieszkań budynku oraz poprawie lokalnego mikroklimatu. Celem artykułu jest przedstawienie ekonomicznych i ekologicznych korzyści płynących z wprowadzania zielonych dachów w przestrzeń miejską. Wskazanie ograniczeń i barier realizacji tych inwestycji.

### **Kryteria podziału zielonych dachów**

W literaturze można spotkać się z dwoma podstawowymi podziałami zielonych dachów (tab.1) Bardzo ważne jest, by przed podjęciem decyzji o ostatecznym wyborze dachu, zaznajomić się z jego charakterystyką,

techniką wykonania oraz możliwym przeznaczeniem. Jeśli natomiast wyznacznikiem jest przeznaczenie dachu oraz roślinność, która będzie go porastać, wyróżniamy:

- dach ekstensywny „eco roof”,
- dach intensywny „roof garden”.

Dachy ekstensywne są lżejsze od dachów intensywnych, charakteryzują się ponadto obszerną powierzchnią nasadzeń gdzie nie jest wymagana pielęgnacja. Jednakże dachy te są nieużytkowane w przeciwieństwie do dachów intensywnych. Dachy intensywne mogą spełniać funkcje rekreacyjne, wypoczynkowe, mogą służyć jako place zabaw, czy plaże do opalania

([http://informatorbudownictwa.pl/files/fo1/8303-Zielone\\_dachy.pdf](http://informatorbudownictwa.pl/files/fo1/8303-Zielone_dachy.pdf)).

Gdy wyznacznikiem podziału są właściwości termiczne, możemy wyróżnić:

1. dach ocieplony (posiadające warstwę izolacji termicznej)

Do zalet dachów ocieplonych zaliczyć można (Kożuchowski 2008: 10-13)

- stabilność termiczną,
- względy ekonomiczne,

- pełnienie funkcji przegrody ogniowej.
2. dach odwrócony. W dachu odwróconym układ warstw jest odwrotny: izolacja przeciwwilgociowa jest ułożona bezpośrednio na jego konstrukcji, a dopiero na niej znajduje się warstwa izolacji termicznej.

Do zalet dachów odwróconych zaliczyć można (Weber-Siwirska i in.2013):

- możliwość ich użytkowania,
- możliwość wykonania nasadzeń roślinnych,
- łatwość sprawdzenia szczelności dachu,
- odporność na działanie zmiennych warunków atmosferycznych

Tabela 1. Charakterystyka ogólna dachów ekstensywnych i intensywnych

	Ekstensywny	Intensywny
<b>Funkcja</b>	Ekologiczna (ognioodporność, retencja wody, termoizolacja)	Ekologiczna, użytkowa
<b>Wymogi konstrukcyjne</b>	Standardowa konstrukcja z uwzględnieniem dodatkowego obciążenia	Specjalna konstrukcja z uwzględnieniem obciążeń już na etapie projektu plus dodatkowe obciążenia
<b>Typ substratu</b>	Lekki, o dużej porowatości	Od lekkiego do ciężkiego, o dużej porowatości
<b>Typ roślinności</b>	Mchy, trawy, zioła, rozchodniki, rośliny skalne	Trawy, byliny, drzewa, krzewy
<b>Koszt</b>	niski	wysoki
<b>Miąższość substratu</b>	60-200 mm	150-1500 mm
<b>Korzyści</b>	Ekologiczne ważniejsze niż estetyczne	Estetyczne ważniejsze niż ekonomiczne
<b>Waga</b>	40-150 kg/m <sup>2</sup> (maksymalnie 250 kg/m <sup>2</sup> )	180-500 kg/m <sup>2</sup>
<b>Nawadnianie</b>	Nie wymagane, poza długimi okresami bezopadowymi	Wymagane, regularne
<b>Pielęgnacja</b>	Sporadyczna (1-2 konserwacje w ciągu roku)	Regularna

Źródło: Opracowanie redakcji, *ABC dachów zielonych*, „Informator Budowlany-murator. Konstrukcje, Izolacje, Chemia, Wykończenie”, 2013, s.2-4

Stosowany jest jeszcze inny podział zielonych dachów na systemowe i niesystemowe. Dachy systemowe to dachy, których producenci technologii przy zastosowaniu całego zaprojektowanego przez nich systemu, a nie jedynie poszczególnych komponentów lub warstw, po kontroli sprawowanej dodatkowo przez dozór techniczny ich przedstawicieli toku budowy, udzielają dodatkowej gwarancji na wady dachu zielonego.

Dachy niesystemowe to najczęściej dachy zielone projektowane indywidualnie, których poszczególne warstwy wykonywane są z komponentów różnych dostawców

technologii. Żaden z producentów poszczególnych kompo

nentów nie gwarantuje jednak prawidłowego działania całego systemu – a tylko i wyłącznie prawidłowe działanie swojego produktu ( [http://www.psdz.pl/publikacje/2013.05\\_Swiat\\_Architektury.pdf](http://www.psdz.pl/publikacje/2013.05_Swiat_Architektury.pdf) ).

### Koszty i korzyści zakładania zielonych dachów

Zazielenienie powierzchni dachowych jest bardzo korzystne pod wieloma względami: ekologicznym, społecznym, urbanistycznym, technicznym, a także ekonomicznym (Stanowski 2007: 36-37; Kowalczyk 2011: 66-

68; Polańska, Pistorek 2010: 38-39). Należy podkreślić, że posiadają również pewne wady, które są barierą w ich powszechnym

stosowaniu. W tabeli 2 przedstawiono najistotniejsze zalety jak i wady budowy zielonych dachów.

Tabela 2. Zalety i wady zielonych dachów

ZALETY	WADY
<ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawa klimatu</li> <li>• redukcja efektu miejskiej wyspy ciepła</li> <li>• właściwości termoizolacyjne</li> <li>• redukcja potrzeb energetycznych budynku</li> <li>• zmniejszenie albedo temperatur</li> <li>• poprawa bilansu wody</li> <li>• zmniejszenie ilości wody opadowej odprowadzanej przez kanalizację deszczową</li> <li>• poprawa jakości powietrza (pochłanianie CO<sub>2</sub>, wydzielanie tlenu, redukcja zawartych w powietrzu pyłów i zanieczyszczeń)</li> <li>• poprawa estetyki przestrzeni</li> <li>• ukrycie urządzeń instalacyjnych znajdujących się na dachu</li> <li>• tworzenie charakterystycznych elementów roślinnych wyróżniających poszczególne budynki</li> <li>• zwiększenie odporności ogniowej pokrycia dachowego</li> <li>• tłumienie hałasu (od ok. 20 dB do nawet 50 dB)</li> <li>• zapobieganie mechanicznemu uszkodzeniu warstw dachu</li> <li>• podtrzymywanie bioróżnorodności</li> <li>• odzyskanie terenów zielonych na zabudowanej powierzchni</li> <li>• uzyskanie nowej funkcji, np. rekreacyjnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koszty projektu oraz wykonania</li> <li>• ciężar (do 500 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>• możliwość skraplania się pary wodnej w termoizolacji i tworzenie się zastoin wodnych</li> <li>• możliwość przebicia izolacji przez korzenie roślin</li> <li>• pielęgnacja, utrzymanie dachu</li> <li>• kosztowne i pracochłonne remonty</li> </ul>

Źródło: Neufert E., *Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego*, Warszawa: Arkady, 2007

Analizując pod kątem ekonomicznym zalety zielonych dachów należy zwrócić uwagę na ich właściwości izolacyjne ponieważ zapobiegają zarówno wyziębianiu budynków jak i zbyt niemu ich nagrzanemu. Warstwa roślin zmniejsza nagrzewanie się dachu w czasie upałów, a tym samym znacznie zmniejsza różnice temperatur, które na dachach pokrytych zielenią wynoszą ok. 30 °C w skali rocznej, a na dachach konwencjonalnych dochodzą nawet do 100°C (dach pokryty papą nagrzewa się latem do ponad 80° C) (Kauf 2006). Podczas eksploatacji budynków pokrytych zielonymi dachami zmniejszą się koszty związane z ogrzewaniem budynku, zakupem urządzeń grzewczych zimą ( 20 cm substratu glebowego plus 20-40 cm pokrywy roślinnej odpowiada izolacji 15 cm wełną mineralną)( <http://www.studioatrium.pl>). Latem zaś zielony dach powoduje obniżenie temperatury w mieszkaniach o ok. 2-5 °C co

wiąże się z mniejszymi wydatkami na klimatyzację w pomieszczeniach (Kumar, Kaushik 2005: 1505-1511). Są więc dobrą izolacją termiczną. Efektem ekonomicznym jest oszczędność energii, która wynosi od 10% do 30% w porównaniu z dachami konwencjonalnymi.

Ponadto zielone dachy są trwalsze, zwiększona jest ognioodporność dachu jak również zmniejszone jest ryzyko uszkodzenia dachu przez wiatr (Hopkins, Goodwin 2011). Dachy pokryte roślinnością przedłużają żywotność pokrycia co najmniej dwu-, a nawet trzykrotnie. Za przykład mogą posłużyć dachy ekstensywne założone w Berlinie na początku ubiegłego stulecia, które funkcjonują nieprzerwanie od ponad 90 lat bez kosztownych renowacji (Brenneissen 2008). Jedną z niezaprzeczalnych zalet zielonych dachów jest wpływ na poprawę gospodarki wodami opadowymi. W zależności od rodzaju

uprawy ogród dachowy w ciągu roku zatrzymuje od 30 do 99% opadów – i redukcja szczytowych odpływów – nawet do 100%. Z uwagi na konstrukcję zielonego dachu, wody te są zatrzymywane w podłożu i warstwie drenażowej, natomiast odpływ odbywa się dopiero po ich nasyceniu. Wpływa to korzystnie na retencję, co przy przeciążaniu miejskich systemów odbierających wody opadowe stanowi racjonalne rozwiązanie pozwalające na ograniczanie lokalnych podtopień (Burszta-Adamiak 2012: 101-102). Zmniejszenie wymiarów rur kanalizacyjnych, mniejsze obciążenie zbiorników retencyjnych pozwala w konsekwencji zredukować opłaty za odprowadzanie wód opadowych (Tkaczyk 2009: 26-30). Zieleń spełnia też rolę izolacji akustycznej budynku (20 cm gleby redukuje dźwięku do 56-50 dB) co również jest brane

pod uwagę przez potencjalnych klientów (Ślusarek 2010). Deweloperzy coraz częściej jako podstawowy atut oferowanej inwestycji podkreślają bliskość parku, czy też obecność zielonego dachu (Ślusarek 2010; Kania i in. 2013).

Należy jednak podkreślić, że budowa zielonych dachów nadal wiąże się z wysokimi kosztami w szczególności związanymi z zaprojektowaniem dachu, budową konstrukcji jak również późniejszą eksploatacją (Kaźmierczak 2013: 100-108). Autorzy badający kwestie ekonomiczne budowy i eksploatacji zielonych dachów dowodzą, że zakładanie ich jest opłacalne tylko może być różny okres zwrotu inwestycji (<http://www.dachyplaskie.info.pl>). Szacuje się, że budowa 1 m<sup>2</sup> zielonego dachu to ok. 100- 200 zł za 1 m<sup>2</sup> w zależności od technologii wykonania ( tab.3).

**Tabela 3. Szacunkowa kalkulacja kosztów wykonania dachu zielonego – dach ekstensywny pod nasadzenia typu rozchodniki o miąższości (grubości warstwy substratu) 10 cm**

Dach ekstensywny			
	Cena jednostkowa [zł]	Współczynnik zużycia	Koszt rzeczywisty[zł]
folia przeciwkorozenna 0,5 mm	8,00	1,2	9,60
geowłóknina ochronna 900 g/m <sup>2</sup>	18,00	1,2	21,60
drenaż liniowy i skrzynki kontrolne	20,00	0,1	2,00
substrat dachowy 8 cm	18,00	1,1	19,80
roślinność ekstensywna	10,00	1,1	11,00
		materiały razem	64,00
		robocizna	36,00
		w sumie	100,00

Źródło: Koźuchowski P., Piątek – Koźuchowska E., *Dach zielony - skuteczna metoda zabezpieczenia pokryć hydroizolacyjnych*, Inżynier budownictwa, nr 5/ 2009, s.67

Podane w tabeli 3 dane nie zawierają kosztów związanych z pielęgnacją dachu. W Niemczech, Austrii czy Szwajcarii koszt wykonania ekstensywnego dachu zielonego jest niższy i kształtuje się na poziomie 20 euro za m<sup>2</sup>, ([http://www.bryla.pl/bryla/1,85301,14825179,Zielone\\_dachy\\_w\\_przestrzeni\\_miejskiej\\_WYWIAD\\_.html](http://www.bryla.pl/bryla/1,85301,14825179,Zielone_dachy_w_przestrzeni_miejskiej_WYWIAD_.html)). Jest to związane m.in. z wzrastającą konkurencją firm wykonawczych, które dzięki nowym materiałom i rosnącej popularności zazieleniania dachów wśród inwestorów obniżają koszty.

Na rysunku 2 przedstawiono koszty wykonania i eksploatacji w kolejnych latach dachu tradycyjnego w porównaniu do ekstensywnego (Koźuchowski, Piątek–Koźuchowska 2009: 65-67).

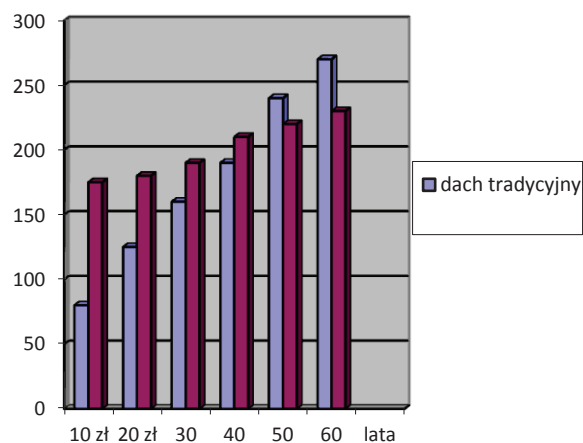
Analizując wykres stwierdza się, że koszty założenia dachu zielonego są dużo wyższe niż

tradycyjnego jednakże po upływie ok. 40 lat koszty eksploatacji obu typów dachów wyrównują się. Ekonomiczne korzyści płynące z budowy i inwestowania w zielone dachy zostały przedstawione na seminarium w Warszawie pt: „Zielone inwestycje - rosnący zysk”. Przeanalizowano badania, które prowadziła Politechnika Berlińska w latach 1999-2005 w 50 miastach. Wyniki badań pokazują, iż pokrycie zielenią zaledwie 20 proc. powierzchni sprawia, że ziemia uzyskuje ponad dwukrotnie wyższą cenę od nieruchomości bez zieleni. O ekonomicznych zaletach budowania zielonych dachów świadczy również przykład z Bazylei gdzie

wprowadzono wymóg zazielenienia wszystkich nowych budynków pokrytych dachem płaskim. W latach wcześniejszych (1996-1997 oraz 2005-2006), utworzono specjalny fundusz (Fundusz Oszczędzania Energii) dofinansowujący zazielenianie dachów istniejących oraz nowo wybudowanych (Lawror i in. 2006). Oszczędność energii podczas pierwszego programu wyniosła 4 GW

rocznie w skali miasta a podczas drugiego 3,1 GW rocznie (Brenneissen 2008). Po upływie kilku lat nastąpił również zwrot nakładu na dotację dla inwestorów decydujących się na zielone dachy a kolejne lata przynosiły już czyste zyski. Również cena wykonania dachów zielonych w ciągu jednej dekady spadła z 90 USD w latach 90. do 17 USD obecnie.

Rys.2. Porównanie kosztów [zł] założenia i eksploatacji dachów ekstensywnego i tradycyjnego w kolejnych latach użytkowania.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kożuchowski P., Piątek – Kożuchowska E., *Dach zielony - skuteczna metoda zabezpieczenia pokryć hydroizolacyjnych*, Inżynier budownictwa, nr 5/ 2009, s. 65-67

Z analiz wynika, że ludzie coraz bardziej cenią i są w stanie zapłacić więcej za działki, na których urządzony jest ogród (ceny są wyższe o ok. 82 euro za 1 m<sup>2</sup>). Powyższe badania zostały przeprowadzone w Niemczech ale również w Polsce widzimy powyższe tendencje przykładem jest apartamentowiec na Saskiej Kępie gdzie pokrycie części dachów przy tarasach matami z rozchodnikami pozwoliło podnieść ceny lokali z taką atrakcją o ok. 200 euro za metr kwadratowy. Upowszechnienie budownictwa z zielonymi dachami będzie prowadzić do wzrostu konkurencyjności na rynku a tym samym w przyszłości spadku cen. Już obecnie należy zwrócić uwagę na zwiększoną sprzedaż materiałów potrzebnych do budowy zielonych dachów oraz rozwój lokalnych przedsiębiorstw (Kaźmierczak 2013: 100-102).

## Podsumowanie

Przyroda w miastach odgrywa bardzo ważną rolę m.in. wpływa na zdrowie i komfort życia

mieszkańców oraz świadczy o zrównoważonym rozwoju danego terenu. Należy jednak zwrócić uwagę, że na obecnych terenach zurbanizowanych obszarów zielonych jest coraz mniej. Dlatego też istnieje potrzeba nowych rozwiązań np. takich jak zielone dachy, dzięki którym można zagospodarować niewykorzystane powierzchnie na terenach miejskich pod uprawę zieleni. W Polsce zielone dachy nie są jeszcze rozwiązaniem częstym. Związane jest to z stosunkowo wysokimi nakładami finansowymi na zaprojektowanie, realizację oraz pielęgnację zielonych dachów. Koszty założenia dachu zielonego są wyższe niż tradycyjnego jednak badania wskazują, że po upływie ok. 40 lat koszty eksploatacji obu typów dachów wyrównują się. W następnych latach, wg. przeprowadzonych analiz, eksploatacja zielonego dachu ekstensywnego jest tańsza od dachu tradycyjnego. Należy zwrócić uwagę na zalety ekonomiczne jakie zielone dachy przynoszą budynkom np. mniejsze zużycie energii, przedłużona

żywołność dachu. Duże możliwości zagospodarowana zielonego dachu redukują koszty pozyskania na cele zieleni miejskiej dodatkowego terenu. Obawy i negatywne opinie osób dotyczące zakładania zielonych dachów w ostatnich latach powoli zmieniają się. Inwestorzy, społeczeństwo są bardziej świadomi korzyści ekonomicznych i ekologicznych związanych z wprowadzaniem zielonych dachów w przestrzeń miejską.

## Bibliografia

Brenneissen S. (2008), *From pilot to mainstream: green roofs in Basel, Switzerland*, w: Proceedings of the Sixth Interactional Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference.

Burszta-Adamiak E., Sylwester A. (2010), Zielone dachy-alternatywne rozwiązanie dla problemów urbanizacji, „Inżynier Budownictwa” lipiec/sierpień, s. 64-67.

Burszta-Adamiak, E. (2012), Gospodarowanie wodami opadowymi na dachach zielonych, „Wodociągi i Kanalizacja”, nr 7, s. 101–102.

Hopkins G., Goodwin Ch. (2011), *Living architecture. Green roof and walls*, CSIRO Publishing, Sydney.

Kania A. i in. (2013), *Zasady projektowania i wykonania zielonych dachów*. Poradnik dla gmin, Wyd. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków.

Kauf S. (2006), *Marketing miast jako oparta na kooperacjach koncepcja rozwoju miast w: Polityka zrównoważonego rozwoju oraz instrumenty zarządzania miastem*, red. Stodczyk J., Rajchel D., Wyd. Uniwersytetu Opolskiego, Opole.

Kaźmierczak A. (2013), Innowacyjne metody wspierania tworzenia zielonej infrastruktury w miastach: współpraca władz lokalnych z inwestorami i właścicielami budynków, „Zrównoważony rozwój- zastosowania”, nr 4, s. 100-108.

Kowalczyk A. (2011), Zielone dachy szansą na zrównoważony rozwój terenów zurbanizowanych, „Zrównoważony Rozwój — Zastosowania”, nr 2, s. 66–81.

Koźuchowski P. (2008), Dachy zielone, „Administrator”, nr 12, s. 6-10.

Koźuchowski P. (2008), Rodzaje dachów i technologia ich wykonania, „Administrator”, nr. 11, s. 10-13.

Koźuchowski P., Piątek – Koźuchowska E. (2009), Dach zielony - skuteczna metoda zabezpieczenia pokryć hydroizolacyjnych, „Inżynier Budownictwa”, nr 5, s. 65-67.

Kumar R., Kaushik S. (2005), Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of buildings, „Energy and Buildings”, nr. 40, s. 1505-1511.

Lawror G. i in. (2006), *Green roofs. A resource manual for municipal policy makers*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa.

Muszyński P. (2012), Dach zielony na centrum handlowym Arkadia, „Dachy Płaskie”, nr 2, s.6-10.

Neufert E. (2007), *Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego*, Arkady, Warszawa.

Opracowanie redakcji (2013), ABC dachów zielonych, „Informator Budowlany-Murator. Konstrukcje, Izolacje, Chemia Wykończenie”, s. 2-4.

Polańska I., Piskorek M. (2010), Zielone dachy w walce z lokalnymi podtopieniami, „Zieleń Miejska”, nr. 11, s. 38-39.

Sokołowska B. (2007), *Dachy zielone w aspekcie ekologiczno-technicznych w: Budownictwo ogólne, zagospodarowanie konstrukcyjne, materiałowe i ciepłowo-wilgotnościowe w budownictwie*, Wyd. Uczelniane Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, Bydgoszcz.

Stanowski J. (2007), Zieleń na dachach, „Zieleń Miejska”, nr 4, s. 36-37.

Ślusarek J. (2010), *Rozwiązania strukturalno-materiałowe balkonów, tarasów,i dachów zielonych*, Wyd. Politechnika Śląska, Gliwice.

Tkaczyk I. (2009), Dachy zielone. Kilka uwag o projektowaniu i realizacji, „Dachy Płaskie”, nr 3, s.26-30.

Weber-Siwirska M. i in. (2013), *Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów i żyjących ścian – Poradnik dla gmin*, Wyd. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków.

<http://www.bryla.pl/bryla/51,85301,7367235.html?i=9> [05.11.2013].

[http://informatorbudownictwa.pl/files/fo/8303-Zielone\\_dachy.pdf](http://informatorbudownictwa.pl/files/fo/8303-Zielone_dachy.pdf) [20.11.2014].

[http://www.psdz.pl/publikacje/2013.05\\_Swiat\\_Architektury.pdf](http://www.psdz.pl/publikacje/2013.05_Swiat_Architektury.pdf) [01.10.2014].

<http://www.dachypłaskie.info.pl> [17.08.2014]

[http://www.bryla.pl/bryla/1,85301,14825179,Zielone\\_dachy\\_w\\_przestrzeni\\_miejskiej\\_\\_WYWIAD\\_.html](http://www.bryla.pl/bryla/1,85301,14825179,Zielone_dachy_w_przestrzeni_miejskiej__WYWIAD_.html) [05.09.2014].

## **Economic and ecological aspects of green roofs**

### **Abstract:**

This paper presents the pros and cons of green roofs. We compared the cost of establishment of green roofs and the exploitation of traditional and costs in subsequent years of use. The article focuses on the benefits of the natural and social benefits of planting green roofs. As the research is still the primary barrier to the development of these projects are their relatively high cost. In Poland, the green roofs are not yet very common solution. It should be noted, however, that both investors and the public are becoming increasingly aware of the economic and environmental benefits associated with the introduction of green roofs in urban space.

**Keywords:** green roofs, economics, urbanization,