

Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów i żyjących ścian

Poradnik dla gmin

Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów i żyjących ścian

Poradnik dla gmin

Kraków 2013

Autorzy: **Andrzej Kania** – Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” (PSDZ), Wrocław
Magdalena Mioduszewska – Uniwersytet Nauk Stosowanych w Zurichu (ZHAW)
Patrycja Płonka – Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités” (PNEC)
Jarema A. Rabiński – Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” (PSDZ), Wrocław
Daniel Skarżyński – Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” (PSDZ), Wrocław
Ewa Walter – Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” (PSDZ), Wrocław
Marta Weber-Siwerska – Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” (PSDZ), Wrocław

Konsultacja naukowa: **dr Stephan Brenneisen** – Uniwersytet Nauk Stosowanych w Zurichu

Recenzent: **Marcin Gąsiorowski** – Niemiecki Związek Architektów Krajobrazu

Redakcja techniczna: Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”

Wydawca: Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”
ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków
tel. + 48 12 429 17 95; fax +48 12 429 17 93
e-mail: biuro@pnec.org.pl
www.pnec.org.pl

Skład i druk: Agencja Reklamowo-Wydawnicza „Ostoja”, tel. 601 41 01 01

ISBN: 978-83-924306-8-1

© Copyright by Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków 2013

Poradnik jest współfinansowany przez Szwajcarię w ramach szwajcarskiego programu współpracy z nowymi krajami członkowskimi Unii Europejskiej oraz ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie.



Exemplarz bezpłatny – sprzedaż zabroniona!

Szanowni Państwo!

Zmiany klimatu są dziś uważane za jeden z największych i najbardziej złożonych problemów XXI wieku. Bez aktywnego zaangażowania samorządów lokalnych oraz mieszkańców miast nie jest możliwe przeciwdziałanie zmianom klimatycznym, przy jednoczesnym zapewnieniu rozwoju gospodarczego i wyższej jakości życia obywateli.

Władze lokalne odpowiedzialne są za wdrażanie zrównoważonego rozwoju energetycznego i ochronę klimatu w swoich gminach. Chcąc zainspirować je do realizacji nowatorskich na polskim gruncie przedsięwzięć oddajemy do rąk Państwa ten poradnik.

Jest to pierwsze polskie, profesjonalne opracowanie, stanowiące kompendium wiedzy na temat projektowania, realizacji i pielęgnacji ogrodów na dachach i ścianach, czyli realizacji pięknej, humanistycznej i ekologicznej idei związanej z koncepcją kompensacji przestrzeni zielonej zajętej przez budynek.

Poradnik został przygotowany z inicjatywy Stowarzyszenia Gmin Polska Sieć „Energie Cités” – lidera projektu **Ogród nad głową – czyli szwajcarskie zielone dachy i żyjące ściany modelem i inspiracją dla innowacyjnych działań polskich samorządów (gmin) na rzecz oszczędności energii i ochrony klimatu**, którego partnerami są Uniwersytet Nauk Stosowanych w Zurychu i Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone”.

Autorzy poradnika dołożyli wszelkich starań, aby był on napisany w sposób przystępny i profesjonalny, a przede wszystkim interesujący. Znajdziecie w nim Państwo wiele przydatnych wskazówek i przykładów dotyczących zakładania oraz pielęgnacji zielonych dachów i żyjących ścian, a także odpowiedzi na takie pytania, jak m.in.: w jaki sposób zielone dachy i żyjące ściany przyczyniają się do ochrony klimatu, oszczędzania energii i ograniczenia spływu wód opadowych z dachów oraz jakie jest ich znaczenie w odtwarzaniu lokalnych ekosystemów.

Zapraszamy do lektury!

Maria Stankiewicz
kierownik projektu „Ogród nad głową”

Spis treści

Wprowadzenie	9
Definicje.....	11
Rozdział 1. Wstęp	17
1.1. Krótka historia zielonych dachów.....	17
1.2. Społeczno-przyrodnicze przesłanki do stosowania zielonych dachów i żyjących ścian.....	23
Rozdział 2. Funkcje i zalety zielonych dachów i żyjących ścian	27
2.1. Aspekt przestrzenny.....	27
2.2. Aspekt przyrodniczy	28
Oczyszczanie powietrza.....	28
Retencja i oczyszczanie wód opadowych.....	29
Wpływ na lokalną temperaturę.....	30
Bioróżnorodność	31
2.3. Aspekt ekonomiczny	33
Zużycie energii	33
Trwałość materiałów – poprawa trwałości hydroizolacji dachu	34
Tłumienie hałasu	35
Zmniejszenie ryzyka związanego z tzw. siłą ssącą wiatru.....	35
Wyeliminowanie z kosztów całości budynku kosztów budowy ostatniego stropu	35
Korzyści finansowe dla inwestora	36
2.4. Aspekt społeczny	37
Rozdział 3. Rodzaje zielonych dachów – krótka charakterystyka.....	39
3.1. Podział ze względu na rodzaj zastosowanej zieleni.....	39
Dachy ekstensywne (dachy z uprawą ekstensywną)	39
Dachy intensywne (dachy z uprawą intensywną).....	40
Dachy pół-ekstensywne.....	40
3.2. Podział ze względu na warstwę izolacji termicznej.....	40
Dach (ocieplony) standardowy.....	40
Dach odwrócony	41
3.3. Podział ze względu na zróżnicowany stopień nachylenia zazielenianej powierzchni	41
3.4. Dachy systemowe i niesystemowe	42
Dachy systemowe.....	42
Dachy niesystemowe.....	43
3.5. Inne rodzaje zielonych dachów.....	43
Rozdział 4. Projektowanie i wykonywanie zielonych dachów	45
4.1. Konstrukcje i materiały	45
Izolacja przeciwwilgociowa.....	46
Warstwa ochronna	46
Warstwa drenująca	46
Warstwa filtrująca	47
Warstwa wegetacyjna (podłoże)	47
Odprowadzanie wody.....	49
Nawierzchnie pieszkie i pieszo-jezdne.....	49

4.2.	Warstwa wegetacyjna	50
4.3.	Zieleń	54
4.4.	Projektowanie.....	59
4.5.	Wykonanie	61
4.6.	Pielęgnacja.....	62
4.7.	Koszty	63
Rozdział 5.	Typy żyjących ścian – krótka charakterystyka.....	65
5.1.	Żyjące ściany we wnętrzu	66
5.2.	Zewnętrzne żyjące ściany	66
Rozdział 6.	Projektowanie i wykonywanie żyjących ścian	69
6.1.	Warunki klimatyczne.....	69
	Temperatura i wilgotność	69
	Wiatr	70
	Światło	70
6.2.	Zieleń	71
6.3.	Materiały	74
	Maty hydroponiczne	74
	Substrat glebowy.....	75
	Podłoża organiczne.....	76
	Podłoża nieorganiczne.....	76
6.4.	Konstrukcje.....	77
	Systemy modułowe	78
	Systemy hydroponiczne	80
	Systemy hybrydowe	80
6.5.	Pielęgnacja.....	80
	Nawadnianie.....	80
	Nawożenie	81
	Zabiegi pielęgnacyjne	81
6.6.	Koszty	81
Rozdział 7.	Uwarunkowania formalno-prawne przy wprowadzaniu nowatorskich technologii dla zieleni.....	83
7.1.	Działalność Unii Europejskiej w zakresie wspomagania nowoczesnych technologii dla zieleni.....	84
	Program LIFE i LIFE+	84
	Zielona infrastruktura.....	85
7.2.	Strategia Rozwoju Kraju 2007–2015	86
7.3.	Polskie normy i regulacje prawne.....	87
	Teren biologicznie czynny.....	88
	Kompensacja przyrodnicza	89
	Kompensacja przyrodnicza a nasadzenia zastępcze	91
	Uczestnicy procesu budowlanego	92
7.4.	Certyfikaty	94
	Certyfikat LEED	94
	Inne certyfikaty.....	99
Rozdział 8.	Aspekty prawne dotyczące zielonych dachów w Szwajcarii... 101	
	Zurych	101
	Bazylea.....	106
Rozdział 9.	Potencjał rynku i analiza ekonomiczna dachów zielonych w Szwajcarii.....	113

Rozdział 10. Promocja nowatorskich technologii dla zieleni w aspekcie budowania świadomości ekologicznej społeczności gminnych i wzmacniania partycypacji społecznej	117
10.1. Partycypacja społeczna	117
10.2. Edukacja ekologiczna	118
10.3. Marketing miasta.....	119
Rozdział 11. Przykładowe realizacje w Polsce	121
11.1. Zielone dachy	121
Ogród na dachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego	121
Sąd Najwyższy w Warszawie.....	123
Centrum Handlowe ARKADIA	125
Osiedle 19. Dzielnica	127
Odra House.....	129
11.2. Żywe ściany.....	131
Żywa ściana w prywatnym ogrodzie, Wrocław	131
Infobox Gdynia.....	133
Galeria Przymorze	134
Zielona ściana w hotelu Czarny Potok	136
Rozdział 12. Przykładowe realizacje w Szwajcarii.....	137
Asphof – ferma organiczna	137
Klinikum 2 – Szpital Uniwersytecki w Bazylei.....	139
MFO Park Zurich	143
Dach zielony na budynku należącym do firmy Gemperle AG	146
Hala wystawiennicza Messehalle w Bazylei	148
Rozdział 13. Zielone dachy i żyjące ściany w lokalnych <i>Planach działań na rzecz zrównoważonej energii</i> (SEAP)	151
13.1. Wiodąca rola miast w kontekście zrównoważonego rozwoju energetycznego	151
13.2. Porozumienie Burmistrzów na rzecz ochrony klimatu	154
13.3. Lokalny <i>Plan działań na rzecz zrównoważonej energii</i>	158
13.4. Zielone dachy i żyjące ściany w <i>Planie działań na rzecz zrównoważonej energii</i>	165
Bibliografia.....	169
Publikacje	169
Źródła internetowe.....	172

Wprowadzenie

Zielone dachy zakładane są często z powodów natury estetycznej, choć w dzisiejszych czasach powinny być traktowane przede wszystkim jako inwestycje gospodarcze, które nie tylko przynoszą zwrot poniesionych nakładów, ale dają długofalowe wymierne korzyści materialne.

Rozwiązania dotyczące stosowania zielonych dachów znane były już w starożytności, a narody Północy przed setkami lat przy pomocy dachów wykonanych z darni chroniły swoje domostwa przed surowym klimatem. Obecnie wielu twierdzi, że zielone dachy to również pokrycie dachów przyszłości, a przyszłe pokolenia dziwić się wręcz będą, że kiedyś budowano dachy całkiem pozbawione roślinności. Austriacki malarz, architekt, filozof i wizjoner Friedensreich Hundertwasser pisał w jednym ze swoich manifestów: „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”.

Od lat sześćdziesiątych XX wieku obserwujemy wzrastające zainteresowanie zielonymi dachami. Powodem jest nie tylko rosnąca świadomość ekologiczna i postępująca urbanizacja. Przyczynił się do tego w znacznym stopniu rozwój nowych technologii, w tym umożliwiających produkcję trwałych uszczelnień, odpornych na działanie korzeni.

Stosowanie zielonych dachów wiąże się z dodatkowymi kosztami. Zwiększone zostają wymagania dotyczące statyki budynku, zagwarantowana musi być odporność warstw izolacyjnych na działanie korzeni. Stosowane substraty posiadać muszą odpowiednie parametry, jak na przykład współczynniki infiltracji, skład oraz uziarnienie.

Powstaje pytanie, czy warto ponosić dodatkowe nakłady. Odpowiedzią na nie są korzyści, jakie uzyskamy, a najważniejsze z nich to:

- zielone dachy redukują znacznie spływ wód deszczowych; zależnie od grubości warstw spływa z nich zaledwie między 5 a 30% opadu; dodatkowo odpływ ulega znacznemu spowolnieniu; umożliwia to inwestycje budowlane na terenach pozbawionych sieci kanalizacyjnych lub na obszarach, gdzie infrastruktura kanalizacyjna jest niewystarczająca dla standardowej zabudowy; poprzez stosowanie zielonych dachów oraz systemów infiltracyjnych można

ograniczać lub eliminować coraz częściej wprowadzane opłaty za odprowadzanie do kanalizacji wody deszczowej;

- ekstremalne różnice temperatur oraz niszczące promieniowanie ultrafioletowe działające na powierzchnie dachów zostają ograniczone; skutkiem tego elementy konstrukcji dachu oraz warstwy techniczne wymagają mniej remontów i napraw, ich żywotność wrasta średnio dwukrotnie;
- dodatkowa ochrona termiczna dachu pozwala zredukować koszty ogrzewania oraz wydatków na klimatyzację w upalne dni; 1 m² dachu ekstensywnego pozwala zaoszczędzić średnio 2 l oleju opałowego/rok;
- dzięki zjawisku transpiracji następuje poprawa mikroklimatu w bezpośrednim otoczeniu zielonych dachów, redukowane są pyły i produkowany jest tlen – te cechy są szczególnie cenne na terenach zurbanizowanych, przeciwdziałają tworzeniu się miejskich „wysp ciepła”;
- zielone dachy minimalizują również hałas – zależnie od grubości warstw mierzono zmniejszenie hałasu do 46dB oraz tzw. elektrosmogu;
- zielone dachy i ściany stanowią powierzchnie biologicznie czynne, stanowią element tzw. ekokompensacji; dzięki temu możliwe jest prowadzenie inwestycji, które nie mogłyby zostać zrealizowane (np. nie uzyskałyby pozwolenia na budowę) przy zastosowaniu rozwiązań konwencjonalnych;
- pozwalają na lepsze wykorzystanie kosztownych terenów miejskich jako terenów zielonych czy ogrodów, co w konsekwencji ma pozytywny wpływ na atrakcyjność inwestycji i jej opłacalność.

Poradnik zawiera wiele cennych uwag, wskazówek oraz informacji na temat stosowania zielonych dachów oraz ścian. Omówione zostały sposoby ich budowy, przedstawiono listy stosowanych roślin, jak również aspekty formalno-prawne, a także dobre przykłady konkretnych realizacji z Polski oraz Szwajcarii. Autorzy przedstawili korzyści płynące ze stosowania zielonych dachów oraz fasad, a tym samym argumenty, które winny stanowić inspirację i zachętę dla Czytelnika do stosowania tych proekologicznych rozwiązań.

Marcin Gąsiorowski
architekt krajobrazu

Definicje

Daniel Skarżyński, Jarema A. Rabiński, Ewa Walter, Marta Weber-Siwińska

.....

BAF (Biotope Area Factor) – system oceny wpływu inwestycji na środowisko stosowany na obszarach silnie zurbanizowanych, wykorzystany po raz pierwszy w praktyce w opracowaniach krajobrazowych dla Berlina i Malmö. Efektem stosowania BAF jest poprawa wartości przyrodniczej terenu, a tym samym uniknięcie jego degradacji w wyniku wprowadzonych zmian. Za pomocą BAF określa się wartość przyrodniczą terenu przed i po inwestycji wykorzystując w przeliczeniach współczynniki dla odpowiednich typów terenu, podobnie jak w przypadku → **ekokompensacji**. BAF wyraża tym samym stosunek → **biologicznie czynnej powierzchni** do powierzchni całkowitej terenu. W odróżnieniu od metody kompensacyjnej BAF zakłada minimalną wartość docelową, która jest zależna od funkcji obszaru. Polska metoda oparta na BAF to WABP (współczynnik biologicznie czynnej powierzchni)[Cebzat 2003].

Biologicznie czynne powierzchnie – powierzchnie pokryte lub możliwe do zagospodarowania roślinnością trwałą, których zastosowanie jest uwarunkowane przez prawo. Definicja ta odnosi się przede wszystkim do wszelkich → **powierzchni chłonnych** na terenach zabudowanych, ze względu na ich właściwości wynikające z przyrodniczego funkcjonowania. Na powierzchniach biologicznie czynnych zachodzą określone procesy, takie jak: wymiana gazowa, krążenie wody, procesy glebowe itp., dzięki czemu powierzchnie te stanowią przeciwwagę dla powierzchni zabudowanych. Omawianego pojęcia (merytorycznego) nie należy utożsamiać z podobnym, lecz jednak nie tożsamym, pojęciem formalno-prawnym określanym mianem teren biologicznie czynny, które posiada tzw. definicję legalną (to znaczy definicję zawartą w obowiązującej normie prawnej) określoną w § 1, ust. 1 c rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 marca 2009 r. (zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. z 7 kwietnia 2009 r.) [omówione w rozdziale 7.3].

Bioróżnorodność (różnorodność biologiczna, ang. biodiversity) – definicja legalna pojęcia różnorodność biologiczna została określona w art. 5, ust. 16 ustawy

z 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody jako cyt. *zróżnicowanie żywych organizmów występujących w ekosystemach, w obrębie gatunku i między gatunkami, oraz zróżnicowanie ekosystemów*. Głównym dokumentem regulującym jest tu „Konwencja o zróżnicowaniu biologicznym” ustanowiona na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 r. Definicji bioróżnorodności używa się w odniesieniu zarówno do różnorodności gatunkowej, jak też ekologicznej (typy zgrupowań gatunków roślin i zwierząt) czy też genetycznej. Bioróżnorodność kształtuje ekosystemy zapewniając im stabilność, równowagę oraz poprawne funkcjonowanie, jednocześnie wpływając na warunki bytowania człowieka [Drapella-Hermansdorfer 2003, Łabno 2006].

BMPs (Best Management Practices) zob. **dobra praktyka**.

Chłonna powierzchnia (ang. absorbent landscape, absorbent surface) – powierzchnia terenu w mieście zdolna przyjąć wody opadowe. Odnosi się to zarówno do czasowego zatrzymania (retencja), przesączania do gruntu (infiltracja), jak też zasilania wód gruntowych lub odtranspirowania wody poprzez rośliny. Do powierzchni chłonnych zaliczamy tereny zieleni w mieście, takie jak: trawniki, parki, zieleńce, → **zielone dachy**, → **żyjące ściany** oraz lasy i obszary podmokłe. Powierzchnie chłonne spełniają rolę ekokompensacyjną (→ **ekokompensacja**) na terenach zurbanizowanych [Kozłowska 2008].

Ciepło systemowe zob. **LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)**.

Dobra praktyka (ang. Best Management Practices – BMPs) – zbiór wskazówek ustalonych do prowadzenia działań bądź kreowania jakichkolwiek przedsięwzięć [Philips 2003].

Ekokompensacja (kompensacja przyrodnicza, ang. ecological assesment) – to inaczej sposób inwestowania na danym terenie, który nie obniża jego wartości przyrodniczej, a wręcz przeciwnie – podnosi ją. Obowiązek ekokompensacji został zaproponowany w Paneuropejskiej Strategii Różnorodności Biologicznej i Krajobrazowej (Pan-European Strategy Biodiversity and Landscape) w 1995 r. Podstawowa zasada ekokompensacji mówi, że wartość środowiska przed inwestycją nie może być niższa od wartości docelowej, co jest egzekwowane przy odbiorze inwestycji. Chodzi tu o przyrodnicze funkcjonowanie terenu inwestycji. Celem działania metody ekokompensacji jest przede wszystkim ochrona terenów o znacznej wartości przyrodniczej. Ocena wartości terenu według metody ekokompensacji następuje poprzez mnożenie powierzchni przez współczynnik odpowiedni dla

danej kategorii, np. powierzchnie zabudowane, powierzchnie przepuszczalne dla wody, tereny zieleni w obrębie zabudowy etc. [Ceburat 2003]. W projekcie zgodnym z zasadą ekokompensacji należy zaproponować rozwiązania (przyrodnicze lub techniczne), które wyrównają przewidywane straty w środowisku naturalnym. Omawianego pojęcia merytorycznego nie wolno jednak utożsamiać z podobnym, lecz jednak nie tożsamym, pojęciem formalno-prawnym określanym mianem kompensacji przyrodniczej, które posiada tzw. definicję legalną określoną w art. 3, ust. 8 Prawa ochrony środowiska [omówione w rozdziale 7.3].

Gospodarowanie zasobami wód opadowych (zarządzanie zasobami wód opadowych, ang. stormwater management – SWM) – zarządzanie spływami wód opadowych (deszczu i śniegu) tak, by zmniejszyć ich negatywne skutki w mieście, przy jednoczesnej korzyści dla środowiska przyrodniczego, a przede wszystkim wyrównania bilansu wodnego. Podstawowe działania to umożliwienie:

- wsiąkania jak największej ilości wód w miejscu opadu (przepuszczalne powierzchnie lub powierzchnie bioretencyjne),
- odprowadzania wód opadowych w miejsca wsiąkania,
- gromadzenia wód opadowych,
- oczyszczania wód opadowych,
- wykorzystania wód opadowych.

Zarządzanie zasobami wód opadowych to część zrównoważonej ochrony zlewni. W tym kontekście działania mają na celu nie tylko odzyskanie wód opadowych i ich ochronę bądź wykorzystanie, ale przede wszystkim zminimalizowanie zagrożenia powodziowego. Zarządzanie zasobami wód opadowych wprowadza się poprzez plany/programy przy pomocy narzędzi zgodnych z zasadami → **zrównoważonego rozwoju** [Kozłowska 2008].

Hydroponika (ang. hydroponics) – to uprawa roślin w wodzie. Uprawa w medium (ściółka organiczna bądź nieorganiczna) z zamontowanym systemem nawodniającym również nosi nazwę hydrouprawy.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – międzynarodowy system certyfikacji dla budynków lub społeczeństwa opracowany przez amerykańską organizację Green Building Council (USGBC) w 1998 r. LEED odnosi się do parametrów o największym znaczeniu dla zrównoważonego życia człowieka, takich jak: oszczędność energii, racjonalne zużycie wody, zmniejszenie emisji CO₂, poprawa jakości środowiska wewnątrz pomieszczeń, zarządzanie zasobami i ich wrażliwość na skutki. Certyfikat LEED przyznawany jest wg klasyfikacji punktowej w zakresie spełnienia wymogów budownictwa zrównoważonego. Oceny dokonuje

grupa niezależnych ekspertów biorąc pod uwagę różnorodne czynniki wpływające na zrównoważoną jakość obiektu.

Miejska wyspa ciepła (ang. urban heat island) – zjawisko wynikające z zaburzeń cyklu hydrologicznego i zmian klimatycznych. Kształtowana w godzinach popołudniowych i nocnych „wyspa ciepła” prowadzi do napływu chłodnego i wilgotnego powietrza z okolicy. W zderzeniu z ciepłymi i suchymi masami powietrza miejskiego następuje lokalna konwergencja mas powietrza i ich konwekcyjne wznoszenie się, co prowadzi do powstawania chmur burzowych [Chęłmicki 2001].

Siedlisko przyrodnicze (ang. habitat) – definicja legalna pojęcia została określona w art. 5, ust. 17 ustawy z 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody jako cyt. *obszar lądowy lub wodny, naturalny, półnaturalny lub antropogeniczny, wyodrębniony w oparciu o cechy geograficzne, abiotyczne i biotyczne.*

Siedlisko roślin, siedlisko zwierząt lub siedlisko grzybów – definicja legalna pojęcia została określona w art. 5, ust. 17 ustawy z 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody jako cyt. *obszar występowania roślin, zwierząt lub grzybów w ciągu całego życia lub dowolnym stadium ich rozwoju.* Siedliskiem dla roślin, zwierząt, a nawet grzybów z istoty swojej są obszary dachów zielonych.

Tereny zieleni (ang. green area) – definicja legalna pojęcia została określona w art. 5, ust. 21 ustawy z 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody jako cyt. *tereny wraz z infrastrukturą techniczną i budynkami funkcjonalnie z nimi związanymi, pokryte roślinnością, znajdujące się w granicach wsi o zwartej zabudowie lub miast, pełniące funkcje estetyczne, rekreacyjne, zdrowotne lub osłonowe, a w szczególności [a więc nie wyłącznie – przypisek wł.] parki, zieleńce, promenady, bulwary, ogrody botaniczne, zoologiczne, jordanowskie i zabytkowe oraz cmentarze, a także zieleń towarzysząca ulicom, placom, zabytkowym fortyfikacjom, budynkom, składowiskom, lotniskom oraz obiektom kolejowym i przemysłowym.* Tym samym powierzchnie → **zielonych dachów** jako pokryte roślinnością, znajdujące się w granicach wsi o zwartej zabudowie lub miast, a które z istoty swojej pełnią funkcje estetyczne jako zieleń towarzysząca budynkom, zaliczamy do terenów zieleni.

Walory krajobrazowe – definicja legalna pojęcia została określona w art. 5, ust. 21 ustawy z 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody jako cyt. *wartości ekologiczne, estetyczne lub kulturowe obszaru oraz związane z nim rzeźba terenu, twory i składniki przyrody, ukształtowane przez siły przyrody lub działalność człowieka.*

Wertykalny ogród (ang. vertical garden) – zob. → **żyjąca ściana**.

Zabytek (ang. monument) – definicja legalna pojęcia została określona w art. 3, pkt. 1 ustawy z 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (tekst pierwotny: Dz.U. z 2003 roku, nr 162 poz. 1568, z późniejszymi zmianami: Dz.U. z 2004 roku, nr 96 poz. 959, nr 238 poz. 2390, oraz Dz.U. z 2006 roku, nr 50 poz. 362, nr 126 poz. 875, oraz Dz.U. z 2007 roku, nr 192 poz. 1394, oraz Dz.U. z 2010 roku, nr 75 poz. 474, nr 130 poz. 871) jako cyt. *nieruchomość lub rzecz ruchoma, ich części lub zespoły, będące dziełem człowieka lub związane z jego działalnością i stanowiące świadectwo minionej epoki bądź zdarzenia, których zachowanie leży w interesie społecznym ze względu na posiadaną wartość historyczną, artystyczną lub naukową*. Zabytkiem nieruchomym jest cyt. *nieruchomość, jej część lub zespół nieruchomości, o których mowa w pkt. 1*. Do zabytkowych dachów zielonych w Polsce należą np. Arkady Kubickiego (omówione w rozdziale 1.1.) lub sklepienia fortyfikacji wojskowych (patrz rozdział 3.5.).

Zadrzewienie (ang. woodlots, forest patche) – definicja legalna pojęcia została określona w art. 5, ust. 21 ustawy z 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody jako cyt. *drzewa i krzewy w granicach pasa drogowego, pojedyncze drzewa lub krzewy albo ich skupiska niebędące lasem w rozumieniu art. 3 ustawy z 28 września 1991 r. o lasach (Dz.U. z 2005 r., nr 45, poz. 435 z późn. zm.) wraz z terenem, na którym występują i pozostałymi składnikami szaty roślinnej tego terenu, spełniające cele ochronne, produkcyjne lub społeczno-kulturowe*. Tym samym nasadzenia drzew lub krzewów na zielonym dachu spełniają w rozumieniu formalno-prawnym przesłanki zadrzewień.

Zielony dach (ang. green roof) – za zielony dach przyjmuje się otwartą, porośniętą roślinnością powierzchnię oddzieloną od powierzchni gruntu poprzez budowlę bądź inną konstrukcję inżynierską. Zielony dach jest popularnym sposobem na → **ekokompensację**. Może być stosowany pod powierzchnią terenu, na jego poziomie lub ponad nim. Termin „zielony dach” jest dosłownym tłumaczeniem angielskiego pojęcia „green roof”. Określenie to nie odnosi się do barwy pokrycia dachowego, lecz do jego właściwości ekologicznych oraz zastosowania zieleni w postaci roślinności na całej powierzchni dachowej lub na wybranym jej fragmencie. Zdecydowanie bardziej obrazowe i precyzyjne jest niemieckie określenie „dachbegreenung”, które dosłownie tłumaczy się jako: „zazielenianie dachów” (co w domyśle oznacza obsadzanie dachu roślinami). W języku polskim funkcjonuje także określenie „roślinny dach” lub „dach z zielenią”, jak też „żyjący dach ekologiczny”,

będące synonimem zielonego dachu, a przy tym zdecydowanie lepiej precyzujące najbardziej charakterystyczny element konstrukcyjny tych instalacji.

Zielone dachy mogą być stosowane zarówno w skali mikro na garażach, komórkach altanach, wiatach itp., jak też w skali makro na dachach wieżowców i ogromnych powierzchniowo hal, tunelach, wiaduktach stanowiących przejścia dla zwierząt. Jednym z bardziej popularnych w Polsce rozwiązań są roślinne pokrycia dachów parkingów podziemnych. Nowoczesne technologie pozwalają na sadzenie nie tylko traw i bylin, ale też drzew i krzewów lub → **zadrzewień** na coraz większych powierzchniach. Uzyskane nowe → **tereny zieleni** oraz → **walory krajobrazowe** są cenne zwłaszcza w warunkach intensywnej, zwartej zabudowy.

Zrównoważony rozwój (trwały rozwój, ang. sustainable development) – według raportu pt. „Our Common Future” Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju, zwanej też Komisją Brundtland, powołanej przez ONZ w 1987 r., jest to *rozwój, który zaspokaja aktualne potrzeby, nie pozbawiając przyszłych pokoleń możliwości zaspokojenia ich potrzeb*. Koncepcja zrównoważonego rozwoju uwzględnia 5 wymiarów:

- ekologiczny – eksploataowanie bądź ochronę;
- ekonomiczny – możliwie jak najmniejsze nakłady;
- polityczno-organizacyjny – w zakresie ram i środków instytucjonalnych organizacji społecznych;
- dobrobyt – obowiązek zaspokajania podstawowych potrzeb;
- technologiczny – określa stosunek do nauki i technologii.

Zrównoważenie rozwoju miasta jest możliwe przy koordynacji wysiłków w różnych sektorach, na różnych poziomach administracyjnych. Jednym z ważnych celów zrównoważonego rozwoju jest m.in. zastąpienie nieograniczonych przepływów, w których zasoby przyrodnicze są zamieniane w odpady w zamkniętym obiegu. Trwały rozwój nie jest uniwersalnym środkiem dla wszystkich działań, ale indywidualną strategią w określonym miejscu działania, uwzględniającą także oddziaływanie i ewentualne skutki dla globalnych zasobów środowiska wg zasady „myśl globalnie – działaj lokalnie” [Kundzewicz 2000].

Żyjąca ściana (ang. living wall) syn. wertykalny ogród (ang. vertical garden) – w tym opracowaniu definicja odnosi się do systemu złożonego z modułowych paneli roślinnych (z PCV, stali, aluminium, mat hydroponicznych) przytwierdzonych do konstrukcji nośnej. System korzeniowy roślin rozwija się bezpośrednio w zaprojektowanych panelach w oderwaniu od powierzchni gruntu. Do prawidłowego funkcjonowania systemu niezbędny jest automatyczny system nawadniania oraz odpowiednie nawożenie.

*„Oto praktyczna zasada: jeśli tylko możesz,
zbuduj przynajmniej jeden mały ogród na dachu w każdym budynku”*

[Christopher Alexander „Język wzorców”]

Rozdział 1. Wstęp

1.1. Krótka historia zielonych dachów

Marta Weber-Siwirska

.....

Historia zieleni na dachach rozpoczyna się w starożytności. Ważniejsze źródła literaturowe uznają wiszące ogrody Babilonu za pierwsze tego typu rozwiązania. Gdyby jednak szczegółowo rozpatrywać stosowanie zieleni (w różnej formie!) na dachach, należałoby w historii zielonych dachów rozróżnić dwa ich typy: dachy darniowe oraz ogrody na dachach.

Ekstensywne zazielenianie dachów znane było w niektórych rejonach świata od wieków. Już w okresie wczesnego średniowiecza mieszkańcy domów z roślinnymi dachami doceniali ich właściwości ochronne: chroniły przed nadmiernymi zmianami temperatur. Od początku IX wieku aż do XIX wieku takie konstrukcje powstawały na terenie dzisiejszej Skandynawii, Islandii czy Wysp Owczych. Pokrycia darniowe uważane były za materiał tani oraz łatwo dostępny. W Norwegii i Szwecji stosowano płatwiowo-krokwiową konstrukcję dachu, która wykazywała dużą wytrzymałość na obciążenia śniegiem i dodatkowym materiałem – darnią, jak też na silne działanie wiatru. Technika polegała na stosowaniu warstwy kory brzoźowej jako uszczelnienia oraz gałęzi bądź słomy jako warstwy drenażowej. Darni, wycinana najczęściej z łąki, miała dobre właściwości izolujące – chroniła przed promieniami słonecznymi niższe warstwy oraz pochłaniała duże ilości wody opadowej. Konstrukcja tych pokryć przypominała współczesne (poza materiałem uszczelniającym i drenażem), podobnie jak stosowane ówczesznie gatunki roślin należące do rodzajów *Sedum*, *Sempervivum*, *Jovibara*. Pomimo wielu zalet dachy stanowiły jednak duże zagrożenie pożarowe, a okres ich żywotności był ograniczony z powodu rozkładu warstwy kory. Okres trwałości zielonego dachu wynosił około 60 lat, często jednak z powodu osobliwego klimatu brzoza ulegała rozkładowi i cała konstrukcja musiała zostać odnowiona. Od najdawniejszych

czasów dachy pokryte darnią stosowano również w krajach o gorącym klimacie w celu ochrony przed słońcem i wysoką temperaturą. W Tanzanii powstawały domy posiadające płaskie dachy z warstwą ziemi o miąższości od 20 do 40 cm. Przykłady takich rozwiązań znajdowały się także w Ameryce Południowej, gdzie stanowiły tradycyjne pokrycie chat Azteków. Jako pomieszczenia o bardzo dobrej termoizolacji służyły także do przechowywania zapasów i zbierania wody deszczowej [Emilson 2003]. Również na ziemiach Polski można znaleźć przykłady zielonych dachów na obiektach wojskowych (twierdze, obwarowania) czy wiejskich ziemiankach służących do przechowywania płodów rolnych.



Fot. 1. Tradycyjne pokrycia darniowe dachów do dziś przetrwały w Norwegii i Szwecji [autor: M. Weber-Siwirska].

Za pierwsze dachy intensywne przyjmuje się rozwiązania stosowane w starożytnym Egipcie, które znane są tylko ze źródeł pisanych, a nie z archeologicznych odkryć. Ogrody na dachach zakładano zarówno ze względów religijnych, jak i w wyniku świeckich tradycji budownictwa związanych z uwarunkowaniami klimatycznymi. Kult religijny odegrał znaczną rolę przy zakładaniu ogrodów tarasowych, gdyż wzgórza i ich szczyty uważane były za miejsca przebywania bogów. Natomiast przyczyną konstruowania prywatnych ogrodów na dachach była

gęsta zabudowa w obrębie murów miejskich. Egipski roślinny dach wykorzystywał rośliny uprawiane w donicach, które były ustawiane w taki sposób, aby tworzyły geometryczne kształty [Ahrendt 2007]. Do najbardziej popularnych gatunków wówczas stosowanych roślin należały: winorośl, drzewa figowe, palmy daktylowe i akacje [Majdecki 1981].

Uznawane za jeden z siedmiu cudów świata od czasów Aleksandra Wielkiego Wiszące Ogrody Semiramidy w Babilonie do dziś postrzegane są jako największe osiągnięcie starożytnych w dziedzinie architektury krajobrazu. Powstały w VI w. p.n.e. i stanowiły integralną część królewskiego pałacu – nie były to już ustawione donice lecz kompozycje wyglądające jak tradycyjne ogrody gruntowe. Termin „wiszące” pochodzi od lokalizacji – schodkowych czterech tarasów, z których największy miał wymiary 40 x 45 m. Ogrody były nawadniane za pomocą systemu kanałów i drenów doprowadzających wodę ze studni. Warstwę izolacyjną wykonano z dostępnych materiałów nieprzepuszczalnych dla wody, m.in. ze smoły i ołowiu.

Biorąc pod uwagę wszystkie wczesne kultury można stwierdzić, że zieleń na dachach była najbardziej popularna w starożytnym Rzymie. Ogrody zakładano na dachach miejskich domów i podmiejskich willi, ale także w miejscach pochówku – mauzoleach. Roślinność na dachu miała dla mieszkańców miast nie tylko walory dekoracyjne czy użytkowe, ale była również nierzadko jedyną formą zieleni w pobliżu domu. Często pełniła też funkcję reprezentacyjną.

W przeciwieństwie do antycznych rozwiązań, w średniowiecznej sztuce Orientu ogrody na dachach (podobnie jak tradycyjne) były odzwierciedleniem raju opisanego w Koranie i miały służyć do medytacji. Stosowane tu zioła zapewniały przyjemne aromaty, woda – odświeżający chłód, drzewa – komfortowy cień, a lokalizacja na wysokości gwarantowała izolację od zgiełku miasta. Ze względu na korzystne położenie i ciszę ogrody na dachach w kulturze wschodniej często były użytkowane przez kobiety [Majdecki 1981].

Podczas gdy w krajach Orientu w XV wieku zazielenianie dachów było szeroko rozpowszechnione, w średniowiecznej Europie można znaleźć tylko kilka przykładów, między innymi dach zamku królewskiego w Norymbergii imitujący Wiszące Ogrody Semiramidy. Natomiast we Włoszech w tym czasie zwracano się raczej do tradycji starożytnego Rzymu skupiając się na uprawie doniczkowej. Mniej więcej w tym czasie zakładano również ogrody na dachach w Ameryce, co dokumentowali hiszpańscy konkwistadorzy przybyli na tereny dzisiejszego Meksyku pod dowództwem Corteza [Osmundson 1999].

Zapomniana w średniowiecznej Europie tradycja zakładania roślinnych dachów powróciła wraz z powrotem do kultury antycznej w renesansie. Ówczesne

ogrody nie były już otwarte na otaczający je krajobraz, lecz ograniczone murem lub loggiami. Często były budowane w oparciu o islamski schemat podziału na cztery części, z fontanną pośrodku, łącząc tym samym tradycje Wschodu i Zachodu [Ahrendt 2007].

W XVI i XVII stuleciu konstrukcje zielonych dachów rozprzestrzeniły się wśród możnowładców Europy, w szczególności na południu kontynentu. Dużą rolę w ich projektowaniu odgrywał piękny widok. Roślinne dachy były znacznie większe niż dotychczasowe i służyły także jako kuchenne ogrody użytkowe. Najczęściej sadzono na dachach pnącza, zawsze zielone krzewy i kwiaty.

Ogrody na dachach w okresie baroku i rokoka, podobnie jak tradycyjne, aranżowane były w stylu francuskim: z kolorowymi, kwitnącymi parterami, geometrycznie przycinanymi drzewami, basenami, bogate w rzeźby i elementy dekoracyjne, ułożone na symetrycznym planie wzdłuż centralnej osi. Jednak w dalszym ciągu były one fenomenem dostępnym tylko dla bogatych i wykształconych obywateli. W tym czasie powstawały także ogrody na dachach w Rosji zwane „wysokimi ogrodami”. Znajdowały się tam pomalowane żywymi barwami altany i ogrodzenia oraz bogato dekorowane fontanny. Były to głównie ogrody kwiatowe, ale sadzono tam też drzewa owocowe. Duże znaczenie odgrywały rośliny egzotyczne, które zimą przechowywano w oranżeriach. Założenia te przypominały swoim charakterem styl zachodnioeuropejski, ale nie zatracaly przy tym typowo rosyjskich elementów.

Przykładem polskich rozwiązań dziewiętnastowiecznych są Arkady Kubickiego wykonane w latach 1818–1821 według projektu polskiego architekta Jakuba Kubickiego. Arkady Kubickiego były integralną częścią Zamku Królewskiego w Warszawie, komponując się z założeniem krajobrazowym ogrodów królewskich zlokalizowanych od strony wschodniej – to jest od strony rzeki Wisły. Budowla składała się z 7 ażurowych arkad (stąd pierwsza część nazwy), umieszczonych w ścianach prostokątnego, parterowego budynku o długości 195 m i szerokości 9,5 m, którego sklepienie miało układ krzyżowy o rozpiętości 8,5 metra. Na wschodniej elewacji pomiędzy arkadami umieszczono szereg okrągłych okien, mających za zadanie, oprócz funkcji dekoracyjnych, doświetlanie zaciemnionego wnętrza obiektu. Po połączeniu obszaru sklepienia arkad z terenem znajdującym się tuż przed Zamkiem od strony Wisły uzyskano dach zielony o łącznych wymiarach 195 m na 24 m. Na dachu zielonym arkad wysypano około 0,5 m ziemi, w której posadzono drzewa oraz krzewy ozdobne, uzyskując w ten sposób obszerne zazielenienie dachu. Rozciągał się z niego przepiękny widok na ogrody i rzekę oraz prawobrzeżną część Warszawy.



Fot. 2. Dziewiętnastowieczne polskie zielone dachy – Arkady Kubickiego w Warszawie [źródło: www.wikipedia.pl].

Nowoczesne rozwiązania w metodzie konstrukcji roślinnych dachów wprowadziła epoka klasycyzmu. Dzięki papie (ówcześnie – tekturze pokrytej smołą) uzyskano dobrą izolację przeciw wilgoci stosowaną przy pokrywaniu dachów dachnią. Mimo to w połowie XIX wieku ciągle stanowiły raczej rzadkie zjawisko. Konstrukcja płaskich dachów i związanych z nimi ogrodów pierwszy raz zaczęła mieć masowy charakter pod koniec XIX stulecia, dzięki nowym materiałom budowlanym, z których najważniejszym był cement. Odkrycie na nowo materiału znanego już w starożytności, wraz późniejszym pojawieniem się żelbetu, okazało się przełomowe [Ahrendt 2007].



Fot. 3. Ogród na dachu Biblioteki Uniwersyteckiej (BUW) w Warszawie [autor: E. Walter].

Na przełomie wieków w większych miastach Europy założono wiele nowych ogrodów na dachach, nie tylko budynków prywatnych, ale również na dachach instytucji publicznych oraz budynków przemysłowych. Na terenie Ameryki Północnej szczególną rolę w kształtowaniu roślinnych dachów intensywnych odegrały teatry, w których przedstawienia odbywały się na tzw. piątej elewacji budynku, czyli na dachu. Mimo iż w okresie szczytu ich popularności w Nowym Jorku istniało 9 takich teatrów, wraz z rozwojem kina zaczęły one tracić na znaczeniu i do końca 1920 roku wszystkie zostały zamknięte. Powstałe przed II wojną światową realizacje miały znaczący wpływ na współczesne ogrody na dachach. Przedwojenni architekci zaczęli uwzględniać roślinne dachy w swoich koncepcjach, traktując je najczęściej jako rozszerzenie funkcji wnętrza. Po wojnie ciężka sytuacja ekonomiczna związana z odbudową zniszczeń zahamowała rozwój roślinnych dachów. Jednak w drugiej połowie XX wieku tendencje do wprowadzania zieleni do miast zaczęły powracać, a kurcząca się powierzchnia naturalnych gruntów wręcz wymusza na projektantach wprowadzanie roślinności na dachy i pionowe elewacje budynków. Tym samym jeden z pięciu punktów charakteryzujących nowoczesną architekturę, przedstawiony przez Le Corbusiera w 1923 roku: *Ogród na dachu staje się ulubionym miejscem domu, w mieście oznacza to, że utracona zabudowana przestrzeń zostaje odzyskana*, nadal pozostaje hasłem bardzo ważnym i aktualnym.

Genezy współczesnych zielonych dachów należy szukać w Niemczech i Szwajcarii. W latach 60. i 70. ubiegłego wieku powstało tam wiele eksperymentalnych projektów łączących budynki z zielenią. „Terrassenhauser” był rodzajem budownictwa mieszkaniowego lokalizowanego na stokach o dużym nachyleniu. Dach niższego budynku był jednocześnie ogrodem wyższej kondygnacji. Podobnie dachy garaży były (i nadal bywają) wykorzystywane jako ogrody. W ten ruch wpisywała się także działalność słynnego austriackiego artysty-architekta Friedensreicha Hundertwassera, który stał się jednym z czołowych twórców roślinnych dachów na świecie (mimo iż w swoich projektach używał rozwiązań intensywnych), a jego Hundertwasser Haus w Wiedniu jest postrzegany jako inspirujące rozwiązanie dla dzisiejszych twórców. W latach 70. idea zielonych dachów została rozpowszechniona wśród architektów i projektantów. Dużą rolę odegrał artykuł profesora Hausa Luza „Zielone dachy – luksus czy konieczność”, w którym przedstawiona została potrzeba wprowadzania roślinnych dachów jako jednego z elementów strategii poprawy środowiska miejskiego [Dunett i Kingsbury 2008]. Współcześnie argument korzyści środowiskowych zdecydowanie dominuje nad korzyściami estetycznymi (czy też prestiżowymi).

1.2. Społeczno-przyrodnicze przesłanki do stosowania zielonych dachów i żyjących ścian

Ewa Walter

.....

Czasy, gdy przyroda była jedynie środkiem do osiągnięcia zamierzonego przez człowieka celu, dawno minęły. Aktualne tendencje skierowane są na rozwój zrównoważony i poszukiwanie środków i warunków zapewniających trwałe utrzymanie funkcji systemu ekologicznego. Koncepcja trwałego rozwoju jest coraz poważniej traktowana przez decydentów, grupy finansowe i media, a tym samym wcielana w życie na różnych poziomach. Coraz częściej różne środowiska przekonują się, że na promowaniu trwałego rozwoju i związanych z nim technologii można całkiem nieźle zarobić.

Zrównoważone podejście jest szczególnie ważne dla terenów zurbanizowanych, w których przyroda od lat przegrywa walkę z postępowaniem cywilizacji. Podstawowym problemem miast było ograniczanie przez lata naturalnych zasobów przyrodniczych, przy jednoczesnym braku ich uzupełniania w nowych formach. Wynikało to z prostego rachunku ekonomicznego, który mówił, że drogich i cennych pod zabudowę powierzchni w mieście nie warto tracić pod nowe tereny zieleni. Współcześnie miasta posiadają wiele narzędzi planistycznych, które są korzystne z punktu widzenia środowiska przyrodniczego. Warto tu przytoczyć definicję „środowiska miejskiego”, jaką nakreślił Wojciech Pęski: jest to wewnętrznie powiązany układ, którego składowymi są przyroda oraz człowiek ze swoją kulturą, działalnością i wytworami [Pęski 1999]. Według Pęskiego układ ten pozostaje w równowadze, jeśli samopoczucie ludzi jest dobre.

**Wprowadzenie pojęcia BAF (Biotope Area Factor)
i obowiązku stosowania odpowiednich proporcji zieleni i zabudowy
w procesie planowania inwestycji było ważnym krokiem
do odwrócenia zgubnej tendencji antropogenizacji środowiska.**

BAF (podobna metoda polska to WABP – „współczynnik aktywności biologicznej powierzchni”) określa skuteczność zagospodarowanej powierzchni działki, klasyfikując jednocześnie różne rodzaje powierzchni pod względem funkcji, wartości przyrodniczej i stanowisk roślinności (Tab. 1)[Cebrat 2003].

Tabela 1. BAF dla poszczególnych rodzajów powierzchni (wyszczególniona zieleń dachów i ścian) według ich rzeczywistej wartości ekologicznej [Cebirat za Oleś, 2003]

Lp.	Rodzaj powierzchni	BAF	Charakterystyka
1	Powierzchnie nieprzepuszczalne	0,0	Nawierzchnie utwardzone nieprzepuszczalne dla wody i powietrza, bez roślinności (np. beton, asfalt, płyty betonowe i bruk związany trwale z podłożem).
2	Powierzchnie przepuszczalne	0,2	Nawierzchnie utwardzone przepuszczalne dla wody i powietrza, bez roślinności (np. bruki różnego rodzaju, płyty z podbudową z piasku lub szutru).
3	Powierzchnie półotwarte	0,5	Nawierzchnie przepuszczalne, chłonnące z porostem roślinnym (np. nawierzchnie szutrowe, bruk drewniany, bruk lub płyty z szeroką spoiną ziemną).
4	Powierzchnie wegetacyjne bez połączenia z podłożem naturalnym	0,5	Powierzchnie wegetacyjne na sklepieniach piwnic, garażach podziemnych i zieleni dachowa o miąższości podłoża do 80 cm.
5	Powierzchnie wegetacyjne bez połączenia z podłożem naturalnym	0,7	Podłoże o miąższości ponad 80 cm, bez połączenia z gruntem rodzimym.
6	Powierzchnie wegetacyjne na podłożu naturalnym	1,0	Podłoże połączone z gruntem rodzimym, z warunkami do rozwoju flory i fauny.
7	Powierzchnie, z których woda opadowa jest retencjonowana	0,2	Prześiąkanie wód opadowych do wód gruntowych, wsiąkanie w powierzchnie wegetacyjne (deszczówka z dachów i nawierzchni nieprzepuszczalnych).
8	Powierzchnie pionowe z zazielenieniem max. do 10 m wysokości	0,5	Powierzchnie ścian i murów pokryte pnąciami liczone do max. wysokości 10 m z pominięciem okien.
9	Powierzchnie „zielonych dachów”	0,7	Ekstensywnie lub intensywnie zazielenione dachy o miąższości podłoża od 80 cm.
10	Powierzchnie urządzeń wodnych o ubogiej strukturze przyrodniczej	0,5	Założenia o ubogiej strukturze przyrodniczej, z zamkniętym obiegiem wody.
11	Powierzchnie wód stojących i płynących o bogatej strukturze przyrodniczej	1,0	Wody nie izolowane od podłoża lub z izolacją naturalną, zbiorniki retencyjne, z warunkami do rozwoju flory i fauny.

Zielone dachy i wertykalne ogrody wpisują się niemal idealnie w nowe metody planistyczne. Nowoczesne technologie dają możliwość uzyskania cennych powierzchni biologicznie czynnych bez powiązania z gruntem, a zatem nie konkurują z terenami zabudowanymi, a wręcz mogą z nimi współistnieć. Co więcej, zielone konstrukcje dają się zastosować nie tylko w nowych inwestycjach, ale także w już istniejących. Istotne jest też to, że zwiększanie udziału powierzchni biologicznie czynnych w mieście wynika nie tylko ze szczytnych idei, ale także z przepisów prawnych.

Obecnie większość ekonomistów zgadza się, że normy ochrony środowiska są motorem innowacji i zwiększają konkurencyjność

[Stavros Dimas – ówczesny komisarz ds. środowiska Rady Europejskiej, 2006]

Z roku na rok w Polsce obserwujemy rozwój nowych technologii dla zieleni i zwiększającą się konkurencję w tej dziedzinie. Zielone dachy i wertykalne ogrody to temat wciąż otwarty, rozwijający się, to przyszłość miast, które coraz silniej walczą o zdrowe warunki życia dla swoich mieszkańców.



Fot. 4. Zielony dach na budynku D-20 Politechniki Wrocławskiej
[autor: M. Weber-Siwińska].



Fot. 5. Zielony dach inspirowany leśnym otoczeniem
[autor: M. Weber-Siwińska].



Fot. 6. Wejście na zielony dach BUW [autor: E. Walter].

Rozdział 2. Funkcje i zalety zielonych dachów i żyjących ścian

Jarema A. Rabiński, Daniel Skarżyński, Ewa Walter, Marta Weber-Siwirska

.....

2.1. Aspekt przestrzenny

*W mieście ogromną część powierzchni zajmują dachy.
Jeśli powiążemy to z faktem, że całkowita powierzchnia miasta,
która może być wystawiona na działania słońca, jest skończona,
zrozumiemy, iż budowanie dachów umożliwiających korzystanie ze słońca
i z powietrza jest naturalne, a nawet konieczne.*

[Alexander 2008]

Rozrastająca się zabudowa w miastach skutkuje zmniejszeniem udziału terenów biologicznie czynnych, terenów zieleni, jak też bioróżnorodności. Proces rozbudowy miasta jest trudny do zahamowania, toteż zaczęto poszukiwać nowych sposobów wprowadzania zieleni w tkankę miejską. W Niemczech rozwijająca się gospodarka oraz budownictwo zapoczątkowało powstawanie zielonych dachów jako sposobu na kompensację zajętych terenów, natomiast w Norwegii zielona architektura stanowi przede wszystkim dziedzictwo narodowe.

**Zielone dachy i żyjące ściany zalicza się do terenów zieleni,
które poprawiają estetykę miasta, niwelując poczucie przytłoczenia
powodowane przez wysoką zabudowę.**

Spójny system zieleni w miastach jest bardzo ważny z punktu widzenia funkcjonowania ekosystemu. Pomimo że zielone dachy i wertykalne ogrody są sztucznie tworzone przez człowieka, można je uznać za płaty i korytarze niezbędne do osiągnięcia ciągłości krajobrazowej na terenach silnie zurbanizowanych. Z kolei stosowanie zielonych dachów i ścian na terenach podmiejskich może być sposobem na zniwelowanie niekorzystnych efektów wizualnych, jakie powoduje

zabudowa rozproszona w krajobrazie. Roślinność może służyć do maskowania fragmentów lub całych budynków dla uzyskania lepszej korespondencji z otaczającym krajobrazem [Velazquez 2005].

2.2. Aspekt przyrodniczy

Korzyści dla środowiska przyrodniczego to najczęściej wymieniany powód stosowania nowych technologii dla zieleni – zielonych dachów i żyjących ścian. Przekłada się to w sposób oczywisty na poprawę warunków życia mieszkańców.

W procesie fotosyntezy 155 m² powierzchni zieleni produkuje wystarczającą ilość O₂ dla jednej osoby na dobę.

Oczyszczanie powietrza

Każda powierzchnia zazieleniona będąc producentem tlenu pełni też funkcję filtra oczyszczającego powietrze. Zanieczyszczenia takie jak kurz, sadza czy dym osadzą się na liściach czy igłach, a następnie wraz z opadem atmosferycznym zostają spłukane do podłoża. Rośliny mają też ogromny udział w pochłanianiu zanieczyszczeń gazowych z powietrza.

Rocznie zielony dach pochłania 10–20% pyłów i szkodliwych gazów znajdujących się w powietrzu.

Dobrze pielęgnowany pionowy ogród o powierzchni 10 m² pochłania rocznie taką samą ilość CO₂ co 4-metrowe drzewo.

O skuteczności oczyszczania decyduje zarówno pozioma, jak i pionowa struktura zieleni miejskiej, zatem roślinne dachy i wertykalne ogrody są bardzo istotnym elementem w tym procesie. Zastosowanie odpowiednich gatunków roślin pozwala na redukcję koncentracji związków chemicznych takich jak NO₂, SO₂, CO₂ [Hopkins 2011].

Badania przeprowadzone w Niemczech wykazały, że 1 m² powierzchni traw na zielonym dachu pochłania 0,2 kg cząsteczek pyłów z powietrza w ciągu roku.

Naturalna filtracja umożliwia oczyszczenie powietrza z VOC¹ w połączeniu z systemem wentylacji. Określenia „komponenty organiczne” używa się do wszystkich związków chemicznych zawierających węgiel oraz wodór. VOC obejmują obecnie szeroki wachlarz roztworów, do których zalicza się związki naturalne oraz sztuczne (Tab. 2). Przeciętnie w powietrzu wewnątrz obiektów występuje ponad 900 różnych substancji, a 250 z nich przekracza zwykle dopuszczalne normy.

Tabela 2. Najczęściej spotykane zanieczyszczenia VOC wewnątrz pomieszczeń

Źródło	Związek chemiczny
farba, powłoki ochronne, rozpuszczalnik, materiały uszczelniające	aceton
farba, klej, benzyna, fotokopiarki, linoleum, dywany, materiały uszczelniające	alifatyczne węglowodory
farba, benzyna, linoleum	węglowodory aromatyczne
tapicerka, środki do konserwacji wykładzin, rozpuszczalniki, lakiery	chlor oraz metan
materiały uszczelniające, elementy sufitów podwieszanych, linoleum	octan n-butyłowy
dywan, odświeżacze do ust w aerozolu	dwuchlorobenzen
dezodoranty, papierosy, substancje nabyśczające, tekstylia	terpentyna

Badania przeprowadzone w Europie i w Północnej Ameryce wykazały, iż oddziaływanie VOC jest przyczyną dyskomfortu w środowisku pracy. W pomieszczeniach o większym stężeniu związków lotnych zaobserwowano wśród pracowników częściej występujące zmęczenia, ból głowy, nudności, mrowienia, dzwonienie w uszach, ucisk na klatkę piersiową, zmienność nastroju, irytację.

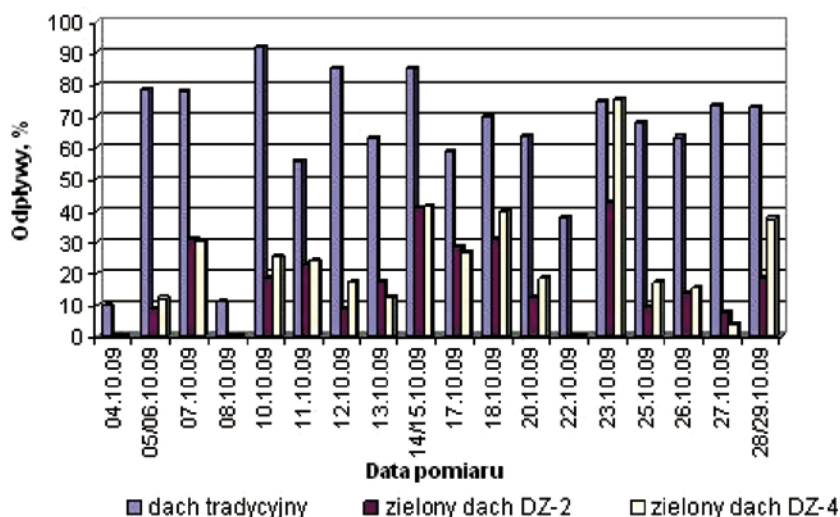
Retencja i oczyszczanie wód opadowych

Rośliny na dachach są dodatkowymi powierzchniami chłonnymi dla wody opadowej, którą retencjonują, biorąc przy tym czynny udział w poprawie warunków klimatycznych, a szerzej bilansu wodnego terenów zurbanizowanych.

Zielone dachy mogą zatrzymać od 15% do 90% wody opadowej z jednego opadu w danym miejscu. Średnia retencja waha się w granicach 50–60%.

1 VOC (Volatile Organic Compounds) – związki lotne produkowane przez substancje chemiczne, takie jak rozpuszczalniki przemysłowe, znajdują się także w spalinach samochodowych.

Czasowe zatrzymanie spływów opadowych nie powoduje przeciążenia kanalizacji burzowej. Dach zielony pozwala oddawać do kanalizacji do 80% mniej wody niż dach typowy, stanowi tym samym zabezpieczenie przeciwpowodziowe. Jednocześnie zielone dachy są filtrem zatrzymującym zanieczyszczenia niesione wraz ze spływami opadowymi, dzięki czemu nie trafiają one do odbiornika. Niektóre gatunki roślin mogą pobierać szkodliwe pierwiastki i wbudowywać je w tkanki. Zielone dachy zatrzymują metale ciężkie takie jak: miedź, ołów, kadm, mogą też zmniejszać stężenie azotu. Pobierana przez rośliny woda w wyniku odparowywania latem przyczynia się do poprawy mikroklimatu.



Wykres 1. Wielkość odpływu wód opadowych w wybranych dniach pomiarowych. DZ-2 – zielony dach z warstwą drenażu odwadniającego, DZ-4 – zielony dach z warstwą drenażu żwirowego [Burszta-Adamiak, niepublikowane]

Wpływ na lokalną temperaturę

W warunkach miejskich odkryte powierzchnie dachowe i elewacje mogą łatwo się nagrzewać, a następnie oddawać ciepło z powrotem do atmosfery. Temperatura powierzchniowa dachów z tradycyjnym pokryciem może sięgać nawet 60°C w bezchmurny dzień. Powstający w ten sposób efekt „miejskiej wyspy ciepła” przyczynia się do wzrostu temperatury w mieście. Na skutek absorpcji, adwekcji i emitowania ciepła z nagranych budynków temperatura może być wyższa o 8°C do 10°C [Davidson 1998]. Wyższa temperatura może z kolei powodować akumulację smogu – zwiększenie zanieczyszczeń w powietrzu oraz zwiększenie występowania opadów atmosferycznych o charakterze lokalnym.

Latem temperatura nad zielonymi dachami jest średnio mniejsza o 2°C w stosunku do dachów niezagospodarowanych roślinnością.

Badania prowadzone w Niemczech, Australii oraz Singapurze na obiektach doświadczalnych oraz istniejących inwestycjach wykazały znaczący wpływ alternatywnych form zieleni na poprawę jakości mikroklimatu w najbliższym otoczeniu. W okresie letnim zielone dachy nie nagrzewają się tak jak dachy z tradycyjnym pokryciem, zimą zaś zmniejszają straty ciepła. Temperatura powierzchni zielonego dachu zależy do różnego rodzaju roślinności [Velazquez 2005]. Zielone ściany także pełnią znaczącą rolę w redukcji temperatury na elewacjach budynków. Obniżenie temperatury powierzchniowej przy zastosowaniu różnorodnej roślinności może wynosić od 12°C do 20°C w stosunku do zwykłej ściany. Także średnia temperatura w otoczeniu pionowych ogrodów ulega obniżeniu o 1–2°C [Chen 2002].

Budynki są największymi „konsumentami energii” – sektor budowlany jest odpowiedzialny za zużycie 45% światowej energii (na podstawie danych dla Europy i USA) oraz 74% energii elektrycznej w USA. Przyczynia się on do prawie 50% emisji gazów cieplarnianych – tyle samo emitują przemysł i transport razem [Katz 2003].

Łagodzenie klimatu miejskiego (przez zwiększenie wilgotności i obniżenie temperatury – dachy z pokryciem bitumicznym nagrzewają się do maksymalnej temperatury 80–100°C, natomiast dachy zielone do maksymalnej temperatury 25–40°C) wpływa na redukcję bardzo niekorzystnego zjawiska tzw. „wyspy ciepła”. Polega ono na tym, że latem w dużych miastach temperatura jest wyższa średnio o około 5,5°C niż na terenach położonych poza nimi, co przyczynia się do powstawania wielu niekorzystnych zjawisk (smog, zanieczyszczenie powietrza, dyskomfort odczuwany przez ludzi w związku z upałami). Z badań wynika, że przy pięcioprocentowym zwiększeniu powierzchni biologicznie czynnej w dużych aglomeracjach miejskich średnia letnia temperatura spadła o 2,2°C. Spowodowało to zmniejszenie się ilości smogu o 10% (badania laboratorium Lawrence Berkeley).

Bioróżnorodność

Oczywistą rolę zielonych dachów i żyjących ścian jest udział w zwiększaniu bioróżnorodności na terenach silnie zurbanizowanych. Zieleń na dachach i ścianach wzbogaca miejski system ekologiczny, tworząc warunki do bytowania różnorodnej fauny i flory. W zależności od wysokości zielonych dachów, chętnie

odwiedzają je zwłaszcza owady i ptaki. Badania pokazują, że w poszukiwaniu pożywienia czy odpoczynku ptaki mogą się wznosić na wysokość 19 piętra, a motyle na wysokość nawet 20 piętra [Velazquez 2005].

Naukowcy w Wielkiej Brytanii i Szwajcarii zaobserwowali, że utworzenie zielonych dachów na terenach wcześniej zdegradowanych spowodowało powrót do miasta zagrożonych gatunków ptaków, pajaków i innych bezkręgowców.



Fot. 7. Na zielonych dachach można stosować wiele ozdobnych gatunków roślin [opracowanie własne na podst. Internetu].

2.3. Aspekt ekonomiczny

Zużycie energii

Jedną z głównych korzyści płynących z zakładania zielonych dachów i żyjących ścian jest redukcja zużycia energii w budynku, dzięki zacienianiu i izolacyjnym właściwościom warstwy roślinnej.

Zagospodarowanie zielenią dachów i elewacji budynków pozwala na obniżenie kosztów klimatyzacji w zakresie 17–79% w skali roku i 0,6–19,5% w całłościowym rozliczeniu zużycia energii w budynku.

Wykonanie zielonego dachu pozwala na obniżenie temperatury w pomieszczeniach pod nim średnio o 2–5°C [Harazono 1990/91, Kumar i Kaushik 2005]. Z kolei obniżenie temperatury w otoczeniu roślinnych ścian w wyniku procesu ewapotranspiracji w okresie lata może sięgać nawet 2–11°C [Hopkins i Goodwin 2011]. W okresie zimy konstrukcja wertykalnego ogrodu ochrania elewację przed oddziaływaniem siły wiatru, redukując zużycie energii na ogrzewanie. Jak pokazuje badania, zieleń zakładana na elewacjach budynku w większym stopniu niż zielone dachy wpływa na poprawę mikroklimatu wewnątrz pomieszczeń. W pomieszczeniach za zielonymi ścianami temperatura zostaje obniżona średnio o 5°C, co w znacznym stopniu pozwala ograniczyć zużycie energii na chłodzenie za pomocą klimatyzacji [Chen 2002]. Analiza zużycia energii w obiektach posiadających zielone dachy i ściany wskazuje, iż tego typu zagospodarowanie pozwala na obniżenie kosztów obciążenia chłodniczego w zakresie 17–79% w skali roku i 0,6–19,5% w całłościowym rozliczeniu zużycia energii w budynku [Wong i in. 2009, Kuhn 1996].

Warstwa 20 cm substratu glebowego oraz 20–40 cm pokrywy z roślin posiada takie same właściwości izolacyjne jak 15 cm wełny mineralnej.

Izolacja termiczna, jaką daje dach zielony, zapobiega zarówno wyziębieniu budynków w zimie, jak i zbytniemu się ich nagrzewaniu latem i powoduje zmniejszenie wydatków związanych z:

- instalowaniem w budynkach większej liczby urządzeń grzewczych (kaloryfery, maty grzewcze itp.);
- zakupem zwiększonej ilości energii przeznaczonej na ogrzewanie zimą;

- instalowaniem w budynkach większej liczby klimatyzatorów;
- zakupem zwiększonej ilości energii przeznaczanej na ochładzanie budynków latem.

Z danych Eurostatu wynika, że Polska znajduje się wśród państw europejskich na 9. miejscu, jeśli chodzi o wydatki na nośniki energii.

W skali roku przeciętna polska rodzina wydaje na ten cel niecałe 6 tys. zł, czyli prawie 1400 euro.

Zapotrzebowanie na ciepło generuje w Polsce aż 55% kosztów utrzymania nieruchomości. Polakom kwota 1370 euro może się wydawać sporą sumą, jednak plasujemy się dopiero na 9. pozycji wśród innych państw europejskich. Nie zapominajmy jednak, że poziom wynagrodzenia w Polsce znacznie odbiega od średniej w Europie. Oznacza to, że niższe w stosunku do innych państw wydatki mogą jednocześnie stanowić wyższą niż w innych krajach część budżetu gospodarstwa domowego.

Na nośniki energii najmniej wśród Europejczyków wydają Bułgarzy (około 330 euro w skali roku) – wynika to przede wszystkim z klimatu, jaki panuje w Bułgarii (stosunkowo wysokie temperatury przyczyniają się do mniejszego zapotrzebowania na ogrzewanie), ale też z tego, iż zarobki są tam najniższe i wymagają od mieszkańców znacznej oszczędności. Łagodny klimat ogranicza zużycie energii także w innych krajach, np. w Turcji lub w Rumunii – przeciętne rodziny w tych państwach nie wydają na nośniki energii więcej niż 1000 euro w skali roku.

Gdzie na nośniki energii wydaje się najwięcej? W krajach, w których poziom wynagrodzeń jest najwyższy, a nośniki energii najdroższe: w Danii i Szwajcarii. Lokuje się one na podium, pomimo iż zapotrzebowanie na ogrzewanie jest w tych krajach niższe niż wynosi średnia w Europie. Szwajcarska modelowa rodzina wydaje rocznie na nośniki energii 4,6 tys. euro, a mieszkańcy Danii – 4,9 tys. euro. Dla nas są to kwoty zawrotne, jednak biorąc pod uwagę fakt, iż przeciętna rodzina w Danii zarabia rocznie 65 tys. euro, a w Szwajcarii 97 tys. euro, trzeba stwierdzić, że ceny energii nie są w tych krajach specjalnie wygórowane.

Trwałość materiałów – poprawa trwałości hydroizolacji dachu

Zielone ściany oraz dachy zielone umożliwiają dwukrotne wydłużenie okresu eksploatacji materiałów użytych do pokrycia elewacji oraz stropów – tj. trwałość kon-

strukcji dachu [Krupka 1996, Hopkins i Goodwin 2011]. Bezpośrednio zabezpieczają one przed:

- czynnikami atmosferycznymi:
 - wiatrem,
 - promieniowaniem ultrafioletowym UV,
 - dużymi skokami temperatur,
 - przed szczególnie szkodliwym działaniem częstego przechodzenia temperatury przez 0°C,
- uszkodzeniami mechanicznymi:
 - w wyniku chodzenia służb technicznych bezpośrednio po warstwach dachu.
 - gradem,
 - spowodowanymi silnymi mrozami.

Ich zastosowanie ma również tę zaletę dla środowiska, że przez zwiększenie trwałości pokrycia dachu zmniejsza się ilość odpadów powstających podczas jego napraw. Dachy z roślinnym pokryciem mają także wyższą odporność ogniową niż te z pokryciem tradycyjnym.

Tłumienie hałasu

Zielone dachy oraz ściany mogą absorbować oraz odbijać określony zakres fal dźwiękowych, podnosząc komfort akustyczny wewnątrz pomieszczeń budynku. Badania przeprowadzone w British Columbia Institute of Technology's Centre wykazały, że 12 cm warstwa substratu glebowego redukuje dźwięk do 40 decybeli (warstwa 20 cm redukuje go w zakresie 46–50 dB). Zastosowana warstwa wegetacyjna absorbuje zakres fal o niskiej częstotliwości, wyższe natomiast blokuje roślinność [Green Roofs for Healthy Cities 2010].

Zmniejszenie ryzyka związanego z tzw. siłą ssącą wiatru

Roślinność i warstwy dachu zielonego zmniejszają ryzyko zerwania dachu przez tzw. siłę ssącą porywczego wiatru.

Wyeliminowanie z kosztów całości budynku kosztów budowy ostatniego stropu

Realizacje zielonych dachów umożliwiają rozliczenie (poprzez sprzedaż) kosztów budowy ostatniego stropodachu, którego wartość – przy braku możliwości jego wykorzystania innego niż dach – jest wliczana w cenę poszczególnych mieszkań. Natomiast zbycie takiej powierzchni jako powierzchni zielonego ogrodu na dachu

lub zielonego tarasu, nawet po odliczeniu kosztów niezbędnych dla prawidłowego wykonania dachu zielonego, pozwala na osiągnięcie niewielkiego zysku [Rabiński 2011].

Wyeliminowanie strat związanych z mniejszą wartością sprzedawanych mieszkań zlokalizowanych na kondygnacjach znajdujących się bezpośrednio pod stropodachami (a powodowanych ryzykiem zacieków na sufitach w wyniku nieuszczelności hydroizolacji dachu) może mieć miejsce w przypadku zaprojektowania ich jako dwu- lub trzypoziomowych apartamentów, z wyjściem na dach zielony przeznaczony do indywidualnego wykorzystywania.

Korzyści finansowe dla inwestora

Odpowiednio zaaranżowany dach zielony (intensywny) może pełnić funkcje rekreacyjne, w tym ogólnodostępne dla mieszkańców, jako ogród lub zieleniec będący również placem zabaw dla dzieci, jak też miejscem rekreacyjnym dostępnym dla osób niepełnosprawnych. Tym samym inwestor może wypełnić obowiązek ustanowiony mocą § 40, ust. 1 rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie przewidującego, iż w zespole budynków wielorodzinnych objętych jednym pozwoleniem na budowę należy, stosownie do potrzeb użytkowych, przewidzieć place zabaw dla dzieci i miejsca rekreacyjne dostępne dla osób niepełnosprawnych, przy czym co najmniej 30% tej powierzchni powinno znajdować się na terenie biologicznie czynnym, chyba że przepisy odrębne stanowią inaczej.

Realizacje zielonych dachów umożliwiają rozliczenie (poprzez sprzedaż) kosztów budowy ostatniego stropodachu, którego wartość przy braku możliwości jego wykorzystania jest wliczana w cenę poszczególnych mieszkań. Natomiast zbycie tej powierzchni, nawet po odliczeniu kosztów niezbędnych dla prawidłowego wykonania dachu zielonego, pozwala na osiągnięcie zysku [Rabiński 2011].

Kolejną wymierną korzyścią finansową dla inwestora jest przyspieszenie sprzedaży lokali znajdujących się bezpośrednio pod dachem budynku, których sprzedaż jest utrudniona z powodu zagrożenia przeciekiem, nagrzewaniem się itp. W przypadku realizacji dachu zielonego inwestorzy wykorzystują go jako element dwu- lub wielokondygnacyjnego apartamentu, a dach jest niejako „zielonym tarasem widokowym”, co ułatwia sprzedaż omawianych lokali przez podniesienie ich atrakcyjności [Rabiński 2011].

Obowiązujące prawodawstwo zachęca inwestorów do finansowania budowy dachów zielonych.

2.4. Aspekt społeczny

Wprowadzanie zieleni w obręb ścisłej zabudowy jest ważne także z punktu widzenia zdrowia psychicznego człowieka. Liczne badania dowodzą, że zieleń niweluje stres i wysoki poziom agresji, wpływając kojąco na zmysły. Emocjonalna równowaga wpływa z kolei na wydajność pracownika, dlatego coraz częściej zielone dachy i żyjące ściany są wykorzystywane w budynkach, w których pracują ludzie. Zwraca się uwagę na to, by były widoczne z okna i dostępne jako tereny wypoczynkowe.



Fot. 8. Dach ekstensywny w ekologicznej wiosce – Holandia [autor: E. Walter].

**Zielone dachy mogą pełnić funkcje edukacyjne,
uświadamiając przeciętnym użytkownikom korzyści,
jakie płyną ze stosowania tego typu rozwiązań.**

Równie popularne jest stosowanie zielonych dachów i wertykalnych ogrodów w przestrzeni publicznej, jaką są np. centra handlowe. Pełnią one wtedy funkcję magnesu przyciągającego klientów, tworząc przestrzeń integracyjną.

Edukacja w zakresie nowych technologii dla zieleni wpisuje się we współczesną potrzebę szerokiej edukacji ekologicznej. Jednym z najbardziej znanych przykładów jest tu Ogród Botaniczny zlokalizowany na dachach w szwedzkiej dzielnicy Augustenborg w mieście Malmö.

Rozdział 3. Rodzaje zielonych dachów – krótka charakterystyka

Jarema A. Rabiński, Ewa Walter, Marta Weber-Siwińska
Praktyka szwajcarska: Magdalena Mioduszevska

.....

Aby lepiej zrozumieć możliwe zastosowania zielonych dachów, należy poznać ich podstawowe rodzaje.

3.1. Podział ze względu na rodzaj zastosowanej zieleni

Wraz z rozwojem popularności roślinnych dachów zaczęła pojawiać się coraz większa ich różnorodność przejawiająca się zarówno w doborze roślin, jak też przeznaczeniu samego dachu. Z tego powodu w połowie lat siedemdziesiątych XX wieku w Niemczech powstał podział na zielone dachy intensywne i ekstensywne, który funkcjonuje obecnie również w języku polskim. Nazewnictwo odnosi się do grubości warstwy substratu, która determinuje możliwość zastosowania roślinności (uprawy), a tym samym stopnia ingerencji w konstrukcję budynku (maksymalne dopuszczalne obciążenie).

Dachy ekstensywne (dachy z uprawą ekstensywną)

Dachy ekstensywne nazywane są czasem „eco roof”, co wyraźnie podkreśla ich ekologiczny aspekt. Miąższość warstwy substratu waha się w tym przypadku od 2 do 20 cm. Całkowita waga dodatkowego obciążenia zawiera się w przedziale od:

- 50 kg – np. w przypadku dachów zielonych jednowarstwowych lub w przypadku wykorzystania tzw. cienkiego drenażu;
- 70 do 170 kg/m² – w pozostałych przypadkach.

Mała masa podłoża glebowego pozwala na zakładanie roślinnego dachu bez dużej ingerencji w konstrukcję budynku. Z głębokością substratu związany jest też dobór gatunkowy. Rośliny na dachu ekstensywnym odznaczają się płytkim systemem korzeniowym oraz niedużymi wymaganiami pielęgnacyjnymi. Najczęściej wykorzystywane są tu gatunki z rodzaju *Sedum* oraz *Sempervivum*.

**Zielone dachy ekstensywne nie są wykorzystywane do celów rekreacji,
a ich podstawową funkcją jest funkcja przyrodnicza.**

Dachy intensywne (dachy z uprawą intensywną)

W stosunku do dachów intensywnych często używana jest nazwa „roof garden” (ogród na dachu), która odnosi się do sposobu ich użytkowania, oddając tym samym bardzo precyzyjnie istotę takiego założenia. Te dachy są zazwyczaj płaskie, możliwe do użytkowania przez ludzi. Mają przypominać tradycyjny ogród, którego wyróżnik i jednocześnie największą atrakcję stanowi najczęściej lokalizacja na budynku lub garażu podziemnym (często w formie tzw. patia).

Konstrukcja dachu intensywnego musi być przygotowana na przyjmowanie dodatkowych obciążeń, osiągających zależnie od projektu od 290 do 970 kg/m² (niektórzy autorzy podają do 1500 kg/m²). Jest to związane z rodzajem i miąższością podłoża, asortymentem roślin (nie tylko trawy i byliny, ale też drzewa i krzewy), a także dodatkowymi elementami, jak baseny, oczka wodne, fontanny, rzeźby ogrodowe, altany, ławki itp.

Ze względu na większe wymagania konstrukcyjne i nakłady finansowe oraz konieczność bardziej skomplikowanej pielęgnacji zielone dachy intensywne są rzadziej stosowane na świecie, natomiast w Polsce bardziej popularne są dachy intensywne, wykonywane w ramach kompensacji przyrodniczej lub nasadzeń zastępczych. Nie umniejsza to jednak ich rangi, ponieważ rozwiązania te dają pozytywne efekty dla środowiska miejskiego w większej skali niż dachy ekstensywne.

Dachy pół-ekstensywne

W terminologii obecny jest także tzw. dach pół-ekstensywny. Odznacza się on podobną technologią wykonania jak dach ekstensywny oraz ekologicznymi założeniami. Ten typ dachu posiada warstwę substratu o miąższości ca 20 cm, co pociąga za sobą zwiększenie liczby możliwych do zastosowania gatunków roślin. Ponadto dach taki może być udostępniony dla użytkowników.

3.2. Podział ze względu na warstwę izolacji termicznej

W tym podziale wyróżniamy **dachy nieocieplone**, które nie posiadają warstwy izolacji termicznej oraz **dachy docieplone**, posiadające warstwę izolacji termicznej. Biorąc pod uwagę układ warstw hydroizolacji w stosunku do termoizolacji dach ocieplony ma jeszcze dwa oblicza opisane poniżej.

Dach (ocieplony) standardowy

Warstwa hydroizolacji umieszczona jest tu wyżej niż warstwa termoizolacji. W niektórych przypadkach nie ma potrzeby ocieplania stropu – układ warstw zielonego dachu jest wtedy identyczny jak przy dachu docieplonym.

Dach odwrócony

Warstwa hydroizolacji umieszczona jest tu niżej niż warstwa termoizolacji. Ten rodzaj dachów jest stosowany najczęściej ze względu na liczne zalety (bardzo dobra ochrona hydroizolacji, wydłużenie okresu jej użytkowania oraz zabezpieczenie przed skokami temperatury, szybsze wykonanie dachu).

W Polsce jest to bardzo popularny typ dachu. Taki sposób krycia stropodachów stał się możliwy dopiero po wprowadzeniu na rynek izolacji styropianowej odpornej na trwałe zawilgocenie, takiej jak płyty hydro oraz polistyren ekstrudowany. Spływ wody opadowej z dachu odwróconego odbywa się na dwóch poziomach: główna masa wody spływa do systemu odwadniającego znad ocieplenia, pozostała ilość, która przeniknie pod ocieplenie, jest odprowadzana po powierzchni izolacji przeciwwilgociowej. Taka forma dachu pozwala na zagospodarowanie jego powierzchni np. przez założenie ogrodu.

3.3. Podział ze względu na zróżnicowany stopień nachylenia zazielenianej powierzchni

Ze względu na zróżnicowanie stopnia nachylenia wyróżniamy:

- **płaski** dach zielony – posiada nachylenie do około 10°;
- **skośny** dach zielony – posiada spadek około 10–25°;
- **stromy** dach zielony – posiada nachylenie powyżej 25°.

Dach zielony o nachyleniu powyżej 45° – z uwagi na skomplikowaną konstrukcję – należy wykonywać według indywidualnego projektu, w którym projektant dysponujący specjalistyczną wiedzą i dużym doświadczeniem zawodowym wyeliminuje liczne problemy techniczne.

Powierzchnie skośne oraz strome wymagają specjalnego rodzaju systemów zazielenienia. Stabilność warstw musi być zabezpieczona w sposób pewny, w celu przeciwdziałania szybszemu spływaniu wody oraz wysychaniu substratu w porównaniu do dachów płaskich konieczne jest zastosowanie rozwiązań przeciwdziałających erozji (wodnej i wietrznej). Często dachy skośne realizuje się tak, by funkcję drenażu pełniła wyłącznie warstwa specjalistycznego substratu.

Z punktu widzenia estetyki miasta ogrody na dachach są pozytywnym wyróżnikiem nadającym przestrzeni specyficzny charakter.

Tabela 3. Porównanie niektórych cech zielonych dachów ekstensywnych i intensywnych [wg Oberndorfer i in. 2007]

Charakterystyka	Zielony dach EKSTENSYWNY	Zielony dach INTENSYWNY
Zadania	Funkcjonalność – gospodarowanie wodami opadowymi, termoizolacja, ognioodporność	Funkcjonalność i estetyka – wpływ na wzrost udziału powierzchni biologicznie czynnych
Wymogi konstrukcyjne *	Obciążenia dla standardowej konstrukcji dachu, plus dodatkowe 70–170 kg/m ²	Specjalna konstrukcja uwzględniona na etapie projektowym lub wzmocnienie istniejącej konstrukcji, plus dodatkowe 290–970 kg/m ²
Typ substratu	Lekki, o wysokiej porowatości, z cienką warstwą materii organicznej **	Od lekkiej do ciężkiej, o wysokiej porowatości, z cienką warstwą materii organicznej
Głębokość warstwy substratu	2–20 cm	20 cm i więcej
Zbiorowiska roślinne	Niskie rośliny, mchy i gatunki o podwyższonej tolerancji na stres (<i>Sedum spp.</i> , <i>Sempervivum spp.</i>)	Brak ograniczeń poza tymi wynikającymi z warunków bytowania tj. głębokość podłoża, klimat, wysokość budynku
Nawadnianie	Małe wymagania lub brak wymagań	Wymagają uzupełniających dawek wody
Konserwacja	Niewymagające – podstawowe czynności jak pielienie, koszenie	Wymagają utrzymania tak jak tradycyjne ogrody
Koszty ***	\$100–\$300 na m ²	Powyżej \$200 na m ²
Dostępność/Użyteczność	Raczej funkcjonalne, a nie użytkowe (poza potrzebą konserwacji)	Przydatne do użytkowania, wymagają zarządzania dostępnością

* Źródła literaturowe podają zróżnicowane dane dla wielkości dodatkowych obciążeń, co wynika z różnorodności stosowanych systemów.

** Choć autorom znany jest fakt, iż w Europie zachodniej stosowane są substraty bez materii organicznej, to jednak ich użycie nie jest zalecane w polskich warunkach.

*** Dane z 2007 r.

3.4. Dachy systemowe i niesystemowe

Dachy systemowe

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 w toku budowy, udzielają dodatkowej gwarancji na wady dachu zielonego.

Choć są to dachy droższe w realizacji, zapewniają zdecydowanie większe bezpieczeństwo przyszłym użytkownikom w przypadku wady dachu zielonego.

Uprawniony podmiot (np. inwestor, właściciel, współwłaściciele), poza możliwością dochodzenia roszczeń od wykonawcy z tytułu wykonania dachu zielonego niezgodnie z umową lub z tytułu jego wad, może skorzystać również z gwarancji czyli dobrowolnej deklaracji producenta systemu.

Dachy niesystemowe

Dachy niesystemowe to najczęściej dachy zielone projektowane indywidualnie, których poszczególne warstwy wykonywane są z komponentów różnych dostawców technologii. W miejscu tym przypomnieć należy, że żaden z producentów poszczególnych komponentów nie gwarantuje jednak prawidłowego działania całego systemu – a tylko i wyłącznie prawidłowe działanie swojego produktu – tym samym nie można zakładać, w szczególności bez przeprowadzenia badań, że kompletny system będzie działał bez jakichkolwiek zakłóceń.

3.5. Inne rodzaje zielonych dachów

Wśród innych rodzajów zielonych dachów możemy wymienić zielone dachy o specjalistycznej nawierzchni trawiastej:

- sportowe – boisk piłkarskich np. Murawa Stadionu Narodowego w Warszawie,
- wzmocnione – Netlon Advanced Turf, Fibreturf (np. pod zielone drogi przeciwpożarowe lub dojazdowe (rzadko i krótkotrwale użytkowane z uwagi na możliwość wytarcia żdźbeł traw).

Jedną z bardziej rozpowszechnionych w Polsce konstrukcji zielonego dachu jest obecnie **pokrycie podziemnych obiektów**. Zwiększony rozwój podziemnych parkingów, tuneli itp. budowli spowodował upowszechnienie stosowania zieleni na płytach je pokrywających. Budowa parkingu pod ziemią ma na celu zaoszczędzenie powierzchni terenu, którą można wykorzystać między innymi pod zieleń. Powstające w ten sposób zielone dachy mogą być pokryte trawą czy bylinami, ale też niewielkimi krzewami. W takim przypadku warstwa drenażowa występuje zarówno w profilu zielonego dachu, jak też w płycie pokrywającej podziemną konstrukcję.

Bardzo ciekawymi konstrukcjami, z uwagi na zagadnienia przyrodnicze np. doboru roślin, zachowania się zwierząt, jak też techniczne, są zielone dachy z żywymi ścianami wiaduktów budowanych nad autostradami i drogami szybkiego ruchu, stanowiące przejścia dla dzikich zwierząt.

Ostatnim rodzajem dachów zielonych, wyodrębnionym z uwagi na zagadnienia formalno-prawne, są tzw. **zabytkowe dachy zielone** – chronione mocą przepisów szczególnych tj. ustawy z 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. W Polsce do zabytkowych dachów zielonych zaliczamy np. Arkady Kubickiego w Warszawie czy sklepienia fortyfikacji wojskowych np. Twierdzy Modlin.

Praktyka szwajcarska

W Szwajcarii, by czerpać jak największe korzyści przy jednoczesnym zachowaniu niskich kosztów instalacji dachu zielonego, stosuje się rozwiązania niesystemowe. Pozwalają one zwiększyć dostępność tej technologii również dla prywatnych użytkowników, chcących założyć dach zielony np. na domach jednorodzinnych, wielorodzinnych, garażach czy altanach.

Realizacja dachu niesystemowego opisana została na przykładzie kurnika na fermie organicznej w Asphof w rozdziale poświęconym przykładowym realizacjom w Szwajcarii (s. 137).

Rozdział 4. Projektowanie i wykonywanie zielonych dachów

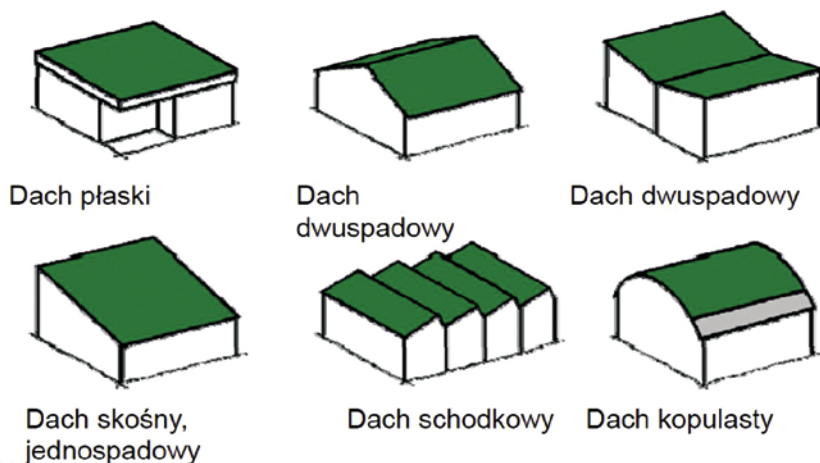
Andrzej Kania, Jarema A. Rabiński, Ewa Walter, Marta Weber-Siwińska
Praktyka szwajcarska: Magdalena Mioduszevska

.....

Zielone dachy można stosować na nowo powstających budynkach, jak też już istniejących, przy dostosowaniu konstrukcji do dodatkowych obciążeń (tylko dachy ekstensywne). Wybór typu zielonego dachu zależy od konstrukcji budynku, rodzaju płaszczyzny dachowej (nachylenie), wysokości budynku i przeznaczenia (dach użytkowy lub funkcjonalny).

4.1. Konstrukcje i materiały

Zielone dachy można budować na dowolnych konstrukcjach stropów i dachów, jedynym warunkiem jest odpowiednia nośność konstrukcji (rys. z konstrukcjami). Kształt dachu i nachylenie połaci także nie stanowią większego problemu – dostępne materiały i technologie pozwalają prawidłowo wykonać dach zielony na spadku od 0° do 45°.



Rys 1. Różne rodzaje dachów możliwe do zagospodarowania zielenią
[źródło: materiały firmy GCL sp. z o.o.].

Konstrukcja zielonego dachu powinna spełniać kilka podstawowych kryteriów: być lekka, stabilna, zapewniać równowagę termiczną i hydrologiczną na dachu.

W zależności od rodzaju zielonego dachu (ekstensywny/intensywny, funkcjonalny/użytkowy, płaski/skośny) w konstrukcjach występują pewne różnice w grubości poszczególnych warstw oraz w zastosowanych materiałach. Materiały używane do konstrukcji zielonych dachów powinny charakteryzować się podwyższonymi parametrami technicznymi w stosunku do dachów odkrytych. Spowodowane jest to specyficznymi warunkami, w jakich są stosowane, np. materiały ponad uszczelnieniem są stale wilgotne lub mokre, inne narażone są na działanie kwasów humusowych i korzeni roślin, poddawane dużym obciążeniom.

Każda konstrukcja składa się z warstw typowych dla zielonych dachów, które zostały scharakteryzowane poniżej.

Izolacja przeciwwilgociowa

Tzw. hydroizolacja powinna gwarantować wodoszczelność i odporność na przerastanie korzeni. W warstwie tej znajdują się także wpusty odprowadzające wodę z dachu. Ich dobór musi gwarantować niezawodną pracę w różnych warunkach atmosferycznych. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele hydroizolacji, najlepsze wykonane są z syntetycznego kauczuku EPDM jak też polietylenu PE-HD – odporne nawet na przerastanie przez trzcinę, bambus i miskant [FLL-2008].

Warstwa ochronna

Może się składać z kilku warstw. Chroni warstwę hydroizolacji przed przerastaniem korzeni, uszkodzeniami mechanicznymi wynikającymi z obciążenia warstwami gleby lub żwiru, dodatkowo zabezpiecza przed uszkodzeniami podczas budowy i użytkowania. Wykonana jest najczęściej z tworzyw sztucznych np. geowłóknin ochronnych, powłok z włókien poliestrowych lub żywic, papy bitumicznej.

Warstwa drenująca

Podstawowym jej zadaniem jest umożliwienie odprowadzenia nadwyżki wody w czasie silnych opadów atmosferycznych lub jej magazynowanie, służące zabezpieczeniu warstw glebowych przed przesychaniem. Drenaż nie może tworzyć bariery dla korzeni roślin. Warstwę tę tworzy żwir (gdy drenaż nie ma funkcji gromadzenia wody, gdyż żwir przerywa działanie sił kapilarnych zaopatrujących wyżej

położone warstwy), keramzyt, pumeks lub tłoczone maty polipropylenowe, tzw. maty kubełkowe o budowie sprzyjającej retencjonowaniu wody i sprawnemu jej odpływowi z systemu.

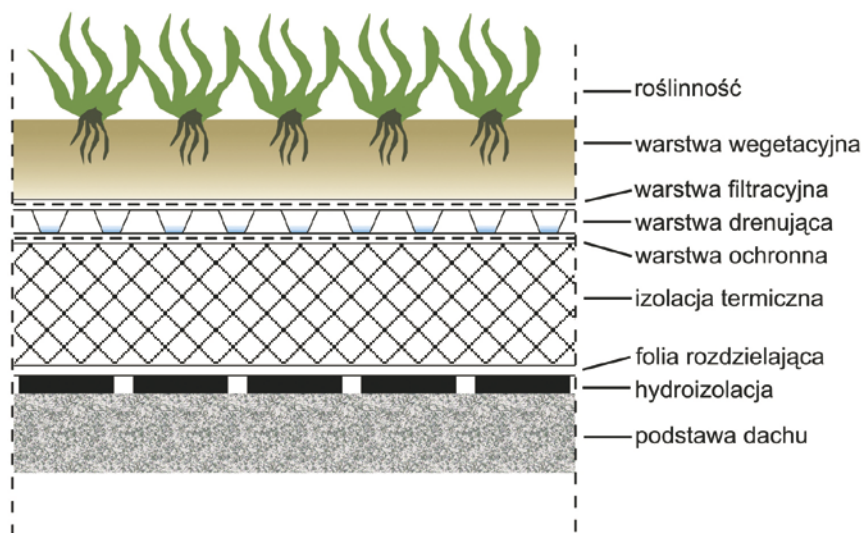
Warstwa filtrująca

Zapobiega zamulaniu warstwy drenującej. Jej podstawowe cechy to dobra przenikalność dla wody oraz korzeni roślin, przy dużej odporności na gnicie. Zazwyczaj wykonana jest z geowłóknin filtracyjnych.

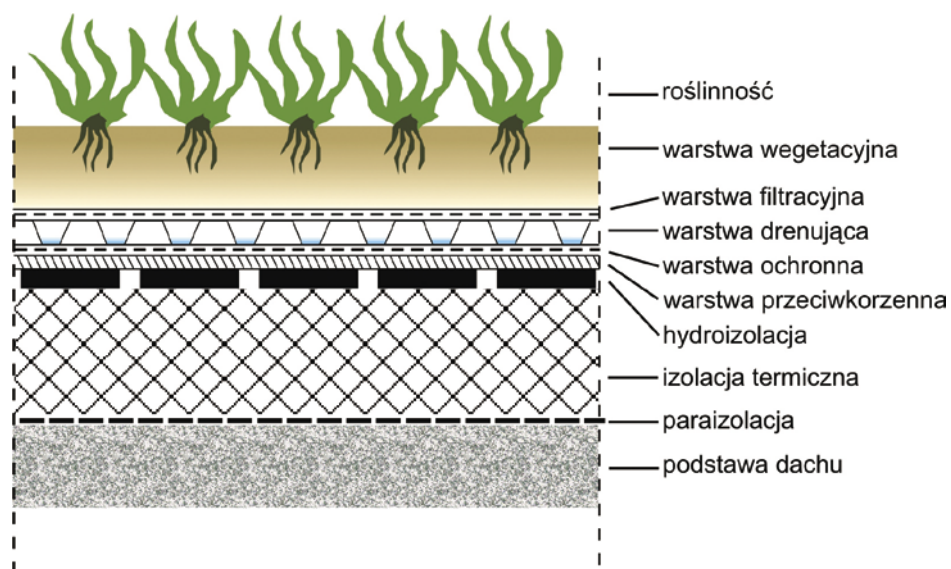
Warstwa wegetacyjna (podłoże)

Ta warstwa musi dobrze magazynować wodę w czasie suszy, a jej nadmiar odprowadzać do głębiej położonych warstw. Jej zadaniem jest też magazynowanie składników pokarmowych niezbędnych dla prawidłowego rozwoju roślin. Podłoże musi być lekkie, o dużej porowatości oraz zawartości materii organicznej (więcej w rozdziale 7.2.).

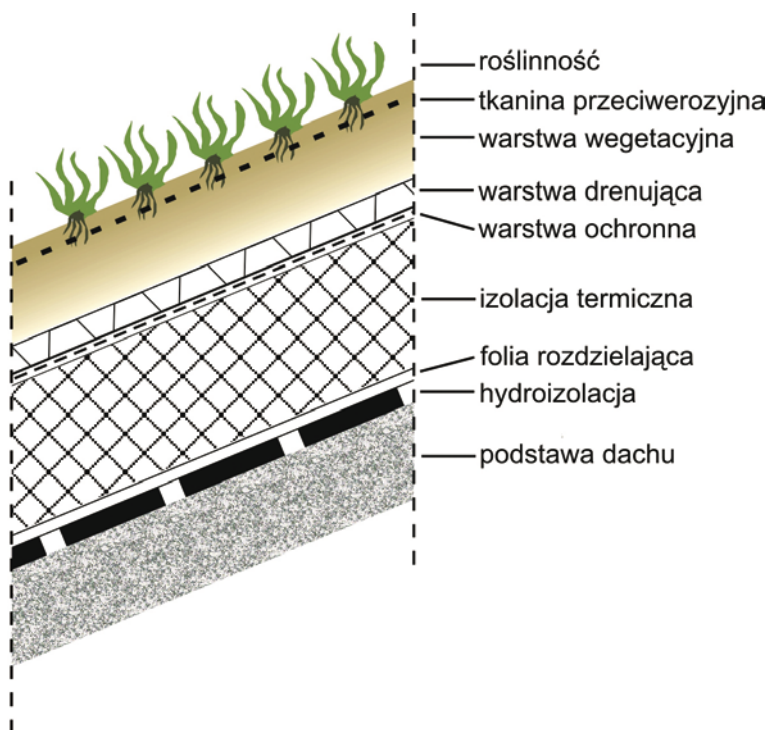
W przypadku drzew i krzewów w odniesieniu do ukształtowania warstwy wegetacyjnej obowiązuje prosta zasada, że grubość warstwy substratu dla zazielenienia intensywnego nie może wynosić mniej niż 10% wysokości rośliny.



Rys. 2. Układ warstw na zielonym dachu ekstensywnym – konstrukcja odwrócona [opracowanie: E. Walter].



Rys. 3. Układ warstw na zielonym dachu ekstensywnym – konstrukcja klasyczna [opracowanie: E. Walter].



Rys. 4. Układ warstw na zielonym dachu skośnym [opracowanie: E. Walter].

Odprowadzanie wody

Ważnym składowym elementem każdej konstrukcji zielonego dachu są wpusty dachowe do odprowadzania nadmiaru wody. W zależności od rodzaju konstrukcji zielonego dachu mamy do wyboru trzy metody ich zastosowania:

- 1) Metoda grawitacyjna – rura spustowa jest prowadzona pionowo wewnątrz budynku i jest połączona z kanalizacją zewnętrzną.
- 2) Metoda podciśnieniowa – wpusty dachowe kierują wodę poziomym odcinkiem umieszczonym pod stropodachem do rury spustowej wewnątrz lub na zewnątrz budynku.
- 3) Przepusty w attyce, połączone z bocznymi, zewnętrznymi rurami spustowymi.

Nawierzchnie pieszce i pieszo-jezdne

Rozwój technologii i systemów zielonego dachu umożliwia dziś stworzenie nie tylko nawierzchni pieszce, ale i jezdnej, gdzie warstwę wierzchnią stanowić może kostka brukowa lub trawa. Dzięki wykorzystaniu wytrzymałych na ściskanie płyt drenujących możliwe jest łatwe połączenie powierzchni zielonych z powierzchniami utwardzonymi przeznaczonymi do ruchu pieszcego. Znacznie wyższe wymagania stawia się układom, po których ma się odbywać ruch pojazdów mechanicznych. W takim wypadku niezwykle ważne jest uwzględnienie oprócz obciążeń statycznych także obciążeń poziomych wywoływanych przez hamowanie, skręcanie i przyspieszanie pojazdów. Łącząc ruch kołowy z rekreacyjnym wykorzystaniem roślinnego dachu, poza zapewnieniem niezbędnego drenażu i wytrzymałości konstrukcji, należy również pamiętać o zagwarantowaniu odpowiednio wysokiej zdolności systemu do zatrzymywania wody. Powodzenie tego systemu w dużej mierze zależy od prawidłowo dobranego drenażu.

Praktyka szwajcarska

W Szwajcarii, by obniżyć koszty zakładania dachów zielonych i uczynić je bardziej dostępnymi dla prywatnych, potencjalnych użytkowników, uproszczono konstrukcję poprzez ograniczenie używanych materiałów, z zachowaniem wszystkich korzyści płynących z technologii. Układ warstw wygląda następująco:

- **Wodoszczelna membrana dachu** – może być wykonana np. z masy bitumicznej. Wodoszczelna membrana jest wymagana również w przypadku wykonywania dachów nie zakładających użycia technologii dachów zielonych.

Przed zainstalowaniem kolejnych warstw instalacji należy upewnić się, że membrana została wykonana poprawnie.

→ **Warstwa ochronna** – najczęściej wykorzystuje się materiał z tworzyw sztucznych, jak geowłókniny chłonna-ochronne. Zabezpieczają one membranę dachu przed uszkodzeniami mechanicznymi podczas wykonywania instalacji oraz po jej zakończeniu. Użycie geowłókniny chłonna-ochronnej poprawia również zdolność magazynowania wody na dachu, co jest szczególnie ważne dla prawidłowego rozwoju roślinności.

→ **Warstwa wegetacyjna (podłoże)** – to najważniejsza warstwa dachu zielonego. Rodzaj wybranego podłoża będzie decydował o ekologicznej jakości i sukcesie zazielenienia dachu. By uzyskać jak najwyższą jakość ekologiczną, można użyć gleby naturalnie występującej w regionie, należy jednak pamiętać o ograniczonych możliwościach obciążenia dachu.

Przed zastosowaniem naturalnej gleby należy się upewnić, iż jej właściwości, jak współczynnik filtracji czy uziarnienie, będą bezpieczne dla instalacji. Przy użyciu gleby, która nie spełnia tych wymagań, może nastąpić jego sufuzja, spływ bądź niekorzystna akumulacja wody na dachu.

→ **Drenaż** – opaski żwirowe wokół krawędzi dachu oraz wokół zaprojektowanych odpływów zapewnią odpływ grawitacyjny nadmiaru wody z dachu. Zaleganie wody ponad poziomem substratu najprawdopodobniej sugeruje złe zaprojektowane miejsca wykonanych odpływów.

4.2. Warstwa wegetacyjna

Warstwa ta – jedna z ważniejszych warstw zielonego dachu – powinna posiadać odpowiednie cechy istotne zarówno z punktu widzenia konstrukcji dachu, jak też przydatności do rozwoju roślinności.

Podstawowym zadaniem warstwy wegetacyjnej jest sprawne odprowadzanie nadmiaru wody do warstwy drenażowej lub okresowe jej magazynowanie oraz zapewnienie warunków wzrostu dla roślin.

Najważniejsze cechy warstwy wegetacyjnej to:

- waga – powinna być lekka, co ma istotne znaczenie dla całej konstrukcji dachowej i zapewnienia optymalnych obciążeń; grubość warstwy podłoża jest uzależniona od rodzaju stosowanej roślinności, tj. jej ukorzenienia;
- struktura – powinna być stabilna, o odpowiednim uziarnieniu, zapewniającym odprowadzanie nadmiaru wody oraz gromadzenie powietrza;
- skład – jest istotny z punktu widzenia roślinności, warstwa wegetacyjna musi stworzyć roślinom dobre warunki do prowadzenia procesów życiowych.

Najczęstszym materiałem wegetacyjnym stosowanym w konstrukcji zielonych dachów są wszelkiego rodzaju substraty.

Tabela 4. Przykładowe mieszanki warstwy wegetacyjnej stosowanej na różnych rodzajach zielonych dachów [źródło: www.krajewscy.pl]

Cecha	Zielone dachy EKSTENSYWNE	Zielone dachy INTENSYWNE
miąższość	około 5–30 cm	30–100 cm
ciężar	50–250 kg/m ²	250–1000 kg/m ²
skład	keramzyt kruszony, piasek płukany, keramzyt okrągły, kompost z kory (ewentualnie specjalny torf cegiełkowy, nawóz lub bentonit), frakcje spławialne max. 15%, subst. org. <65 g/l, przepuszczalność 0,6–70 mm/min, poj. wodna >35%	keramzyt kruszony, piasek płukany, keramzyt okrągły, kompost z kory (ewentualnie specjalny torf cegiełkowy, nawóz lub bentonit), frakcje spławialne max. 20%, subst. org. <90 g/l, przepuszczalność 0,3–30 mm/min, poj. wodna >45%
roślinność	trawa, mech, sukulent y i zioła, czasem niskie krzewy	byliny, krzewy, drzewa oraz trawniki
właściwości	struktura bardzo stabilna w długim okresie, nawet do 10 lat, odporna na przemarzanie i wysokie temperatury, mała zawartość części organicznych, bardzo dobry dostęp powietrza do korzeni, łatwe odprowadzanie nadmiaru wody	struktura bardzo stabilna w długim okresie, nawet do 10 lat, odporna na przemarzanie i wysokie temperatury, podłoże zabezpiecza rośliny przed wiatrem dzięki większej zwięzłości; wymaga regularnej pielęgnacji i nawadniania

Substraty to mieszanki ziemi z humusem oraz rozdrobnionym materiałem pochodzenia mineralnego takim jak: grys kamienny, pumeks, dolomit czy tuf wulkaniczny. Dodatkowo stosuje się niekiedy włókna palmy kokosowej, zwiększające

zdolność substratu do gromadzenia wody. Czasami zamiast cięższych żwirów i grysów używa się materiałów produkowanych na bazie gruzu ceglanego czy da-
chówkowego oraz elementów ceramicznych w postaci granulatów.

Warstwę wegetacyjną wykonuje się również z płyt lub mat wegetacyjnych. Pełnią one równocześnie rolę drenażu i warstwy ochronnej, ale stosowane są je-
dynie dla roślin o bardzo małych wymaganiach tj. trawy, mchy, rozchodniki. Płyty
wegetacyjne produkowane są z tworzywa sztucznego o profilowanej powierzch-
ni, natomiast maty wytwarza się z wełny mineralnej lub włókien kokosowych, na-
syconych substratem glebowym i nasionami.

Praktyka szwajcarska

Oprócz specjalistycznych substratów oferowanych przez firmy wykorzystywana jest również warstwa tzw. humusu, tj. górna próchniczna część naturalnego podłoża – gleby, np. usunięta w celu wykonania fundamentów pod nowy budynek. Należy pa-
miętać, iż wykorzystywany materiał musi posiadać odpowiednie właściwości fizyczne. Zbyt duża obecność gliny, pyłów czy
iłłów może być niebezpieczna dla poprawnego funkcjonowania (np. stagnacja wody czy zatykanie warstw drenażowych oraz
odpływów), w takim wypadku powinna być poddana odpowied-
nim procesom. Istnieją jednak sposoby, by wykorzystać natu-
ralną warstwę humusu, nawet gdy jej parametry, np. waga
czy niski współczynnik filtracji, są niekorzystne. Można wyko-
nać warstwę wegetacyjną składającą się z dwóch, trzech ma-
teriałów, stosując jako bazę słomę lub substrat technologiczny
dla poprawy wymaganych właściwości warstwy wegetacyjnej,
a na nią nanieść warstwę naturalnej ziemi. Istnieją również
rozwiązania technologiczne, które mogą wesprzeć używanie
materiałów naturalnych, jak włókniny filtracyjne czy panele ma-
gazynujące wodę. Każdy projekt dachu zielonego powinien być
rozpatrywany indywidualnie, z przemyśleniem wszystkich moż-
liwych rozwiązań i wymagań danej instalacji. Mimo iż humus
charakteryzuje się większą wagą niż substraty, jego zastoso-
wanie może przynosić wiele korzyści, co zostało dostrzeżone
choćby przez kanton Bazylea w Szwajcarii (por. rozdział 8:
Aspekty prawne dotyczące dachów zielonych w Szwajcarii).
Oto trzy najważniejsze z nich:

- Posiada naturalną mikroflorę, dzięki której po instalacji dachu w krótszym czasie niż w przypadku wykorzystania substratu będzie możliwe ustabilizowanie się i usamodzielnienie roślin.
- Bank nasion znajdujący się w glebie zapewni wysoką bioróżnorodność, a co najważniejsze – rośliny na dachu będą należeć do naturalnej flory otoczenia, koegzystując z nim jako jego integralna część. Ponadto zapewni wzrost roślin od razu po instalacji. Dodatkowe przeprowadzenie wysiewu jest jednak wskazane (patrz: „direct seeding”, rozdział 4.3. Zieleń).
- Wykorzystanie gleby naturalnie występującej w regionie, najlepiej jak najbliżej wykonywanej instalacji, zmniejsza ilość tzw. szarej energii przeprowadzenia instalacji, która generowana jest np. podczas produkcji i transportu substratu.

Wykorzystanie materiału, który już znajduje się w miejscu lub bliskiej okolicy instalacji, redukuje również koszt jej założenia. Dzięki temu prywatni właściciele mają większą swobodę w dostępie do technologii.

W przypadku gdy problemem jest wyłącznie waga humusu, co uniemożliwia stworzenie odpowiedniego profilu substratu wymaganego do wzrostu roślin, stosowane są rozwiązania niesystemowe, np. słoma jako pierwsza warstwa podłoża, znajdująca się pod substratem. Dzięki temu rozwiązaniu podniesiony zostaje profil warstwy wegetacyjnej, ale również kompostowanie słomy przyczyni się do długoterminowego zaopatrywania dachu zielonego w składniki odżywcze, wymagane do prawidłowego wzrostu roślin. W taki sposób został rozwiązany problem dachu zielonego na kurniku fermy organicznej, gdzie limit obciążenia wynosił zaledwie 100 kg/m². Warstwa wegetacyjna została zaprojektowana jako 15 cm wysuszonej trawy z gatunku *Miscanthus sinensis* oraz 5 cm gleby.

Użycie regionalnej gleby podczas instalacji dachu zielonego stwarza również możliwość stworzenia środowiska sprzyjającego ochronie zagrożonych gatunków roślin i zwierząt. Ponieważ dachy takie nie są wykorzystywane w celach rekreacyjnych, a dostęp do nich jest zazwyczaj ograniczony, przestrzeń

ta pozostaje chroniona przed negatywnym oddziaływaniem człowieka.



*Fot. 9. Kurnik fermy organicznej w Asphof z naturalną roślinnością
[autor: P. Zanetti].*

4.3. Zieleń

Planując dobór roślinności na dachy należy przewidzieć i uwzględnić wiele okoliczności, które zwykle nie są brane pod uwagę przy planowaniu tradycyjnych terenów zieleni np. negatywny wpływ światła odbitego od fasad.

Roślinność na dachu znacznie częściej narażona jest na niekorzystne warunki środowiska, takie jak silne porywy wiatrów czy wyższa temperatura powietrza.

Niekorzystne czynniki powodują zwiększenie utraty wody, zatem gatunki proponowane w takiej lokalizacji muszą posiadać naturalne mechanizmy obronne. Są nimi np. liście i (lub) pędy pokryte warstwą wosku czy też włoskami, co zapobiega nadmiernemu parowaniu; albo grube liście ułatwiające gromadzenie wody. Dotyczy to zwłaszcza gatunków przeznaczonych do zastosowania na dachach ekstensywnych. Poniższe tabele przedstawiają przykładowe gatunki roślin najczęściej stosowanych na roślinnych dachach.

Tabela 5. Rośliny proponowane do stosowania na dachach ekstensywnych
[opracowanie: M. Weber-Siwirska]

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Termin i element dekoracyjny	Wysokość rośliny [cm]	Liczba roślin na m ²
1	Czyściec welnisty	<i>Stachys byzantina</i>	VII–VIII kwiaty, całoroczne liście	30–40	12
2	Dąbrówka rozłogowa	<i>Ajuga reptans</i>	V kwiaty	7–20	16
3		'Atropurpurea'	kwiaty – niebieskie, liście czerwone i purpurowe		
4		'Black Scallop'	kwiaty – fioletowe, całoroczne, wielobarwne i pstre liście w odcieniach czerwieni		
5		'Burgundy Glow'	kwiaty – niebieskie, liście czerwone i purpurowe		
6		'Pink Surprise'	kwiaty – różowe, czerwone i purpurowe liście		
7		'Variegata'	kwiaty – niebieskie, liście nierównomiernie wybarwione w odcieniach czerwieni i purpury z kremowymi, różowymi lub rdzawymi plamami		
8	Driakiew kaukaska	<i>Scabiosa caucasica</i>	VII–VIII kwiaty	20–60	9
9	Drzazczka średnia	<i>Briza media</i>	V–VIII kwiatostany	20–50	10
10	Gęsiówka kaukaska	<i>Arabis caucasica</i>	III–IV bardzo liczne, białe kwiaty, zawsze zielone liście	10–20	7
11	Głowienka wielkokwiatowa	<i>Prunella grandiflora</i>	VII–VIII fioletowo-niebieskie kwiaty	30	16
12	Krwawnik pospolity	<i>Achillea millefolium</i>		50–80	7
13		'Cerise Queen'	VI–X czerwono-bordowe kwiaty		
14		'Kelwayi'	VI–VIII bordowe, czerwone i różowe kwiaty		
15		'Paprika'	VI–VIII czerwone kwiaty		
16		'Red Beauty'	VI–VII czerwone kwiaty		
17	Macierzanka piaszkowa	<i>Thymus serpyllum</i>	VI purpurowe kwiaty, zawsze zielone liście	5–10	16
18		'Albiflorus'	VI białe kwiaty	5	16–25
19	Rojniczek pospolity	<i>Jobivara sobolifera</i>	VI–VII bładożółte kwiaty, zawsze zielone liście	10–20	16
20	Rojnik murowy	<i>Sempervivum tectorum</i>	VI–VII brudnoróżowe kwiaty, zawsze zielone liście	30	9
21	Rojnik pajęczynowaty	<i>Sempervivum arachnoideum</i>	VI białe kwiaty, zawsze zielone liście	10–20	16

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Termin i element dekoracyjny	Wysokość rośliny [cm]	Liczba roślin na m ²
22	Rozchodnik biały	<i>Sedum album</i>	VI drobne białe kwiaty, zawsze zielone liście	10	16
23		'Coral Carpet'	jesienią i na intensywnym słońcu liście zabarwiają się na czerwono		
24		'Murale'	VI – różowe kwiaty, liście czerwono-brązowe	15	
25	Rozchodnik okazały	<i>Sedum spectabile</i>	VIII–IX różowe kwiaty, zawsze zielone liście	50	5–7
26		'Brillant'	VIII–IX jaskraworóżowe kwiaty, liście niebiesko-zielone		
27		'Carmen'	VIII–X karminowo-różowe kwiaty		
28		'Stardust'	VIII–X białe kwiaty		
29	Rozchodnik ostry	<i>Sedum acre</i>	VI żółte kwiaty, zawsze zielone liście	5	16
30		'Yellow Queen'	żółte liście		
31	Rozchodnik ościsty	<i>Sedum reflexum</i>	VII – złotożółte kwiaty, zawsze zielone liście	15–30	16
32	Rozchodnik kamczacki	<i>Sedum kamtschaticum</i>	VII–VII żółte kwiaty	10–20	12–16
33	Smagliczka skalna	<i>Aurinia saxatilis</i>	IV–V żółte kwiaty, zawsze zielone liście	20–50	11
34	Ukwap dwupienny	<i>Antennaria dioica</i>	V–VII białe kwiaty, zawsze zielone liście	10–20	20
35	Zawciąg nadmorski	<i>Armeria maritima</i>	V–IX białe, różowe lub czerwone kwiaty; zawsze zielone liście	10–20	11
36		'Alba'	V–IX białe kwiaty		
37		'Rosea'	V–IX różowe kwiaty		
38		'Rubrifolia'	V–VI; IX różowe kwiaty		
39		'Splendens Perfecta'	V–VIII czerwone kwiaty		

W przypadku dachów intensywnych nie ma specjalnych ograniczeń odnośnie doboru roślin. Należy jednak pamiętać o specyficznych warunkach panujących w tym środowisku i uwzględnić czas, jaki inwestor może poświęcić na zabiegi pielęgnacyjne. Zatem najlepiej decydować się na rośliny stanowisk słonecznych, znoszące czasową suszę. W przypadku dachów półintensywnych, będących formą przejściową pomiędzy dachami ekstensywnymi i intensywnymi, można sadzić wszystkie rośliny polecane do stosowania na dachach ekstensywnych, rozszerzając wybór o propozycje z tabeli 6.

Tabela 6. Rośliny proponowane do stosowania na dachach intensywnych
[opracowanie: M. Weber-Siwińska]

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Termin i element dekoracyjny	Wysokość rośliny [cm]	Liczba roślin na m ²
1	Berberys Thunberga	<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea nana'	III–XI czerwone i purpurowe liście	40–60 m	3–5
2		'Aurea'	III–IX intensywnie żółte liście	100–200	pojedynczo, maksymalnie 3
3		'Golden Ring'	III–IX purpurowe liście z żółtą obwódką		
4		'Harlequin'	III–IX wielobarwne liście		
5	Biota wschodnia	<i>Platycladus orientalis</i> 'Aurea Nana'	roślina zawsze zielona o złocistych łuskach	50–100	3–5
6		'Justyna'	roślina zawsze zielona o ciemnozielonych łuskach		
7	Bodziszek czerwony	<i>Geranium sanguineum</i>	jesienne przebarwienie liści; VI–VIII białe, różowe i fioletowe kwiaty	20–50	10–12
8	Dyptam jesionolistny	<i>Dictamnus albus</i>	VI białe kwiaty	50–100	5
9	Floks sztydlasty	<i>Flox subulata</i>	IV–V białe, czerwone, różowe i fioletowe kwiaty	10–30	11
10	Goździk siny	<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	V–VI pachnące kwiaty roślina zawsze zielona	20–50	12
11	Irga Dammera	<i>Cotoneaster dammeri</i>	zawsze zielone liście, długie pędy, zakorzeniające się	10–20	1–3
12	Jałowiec chiński w kartowych odmianach	<i>Juniperus chonensis</i>	zawsze zielone igły	300–500	1–3
13	Jałowiec płozący	<i>Juniperus horizontalis</i>	zawsze zielone igły	20–30	1–3
14	Jałowiec pospolity (różne odmiany)	<i>Juniperus communis</i>	zawsze zielone igły	300–500	1–3
15	Lawenda wąskolistna	<i>Lavandula angustifolia</i>	VII pachnące kwiaty	30–60	5–8
16	Lebiodka pospolita	<i>Origanum vulgare</i>	VII–IX lila-różowe kwiaty, roślina przyprawowa	20–50	16
17	Liliowiec ogrodowy	<i>Hemerocallis ×hybrida</i>	VII–IX kwiaty wszystkich barw	50–100	3–5
18	Pięciornik krzewiasty	<i>Potentilla fruticosa</i>	V–X żółte kwiaty	50–100	5–7
19	Powojniki botaniczne	<i>Clematis sp.</i>	V–VIII kwiaty we wszystkich barwach, roślina pnąca	200–300	1–5
20	Sosna czarna	<i>Pinus nigra</i> 'Pierrick Brégeon'	roślina zawsze zielona, o kulistym pokroju	20–50	1–3
21		'Nana'	roślina zawsze zielona, kulisty pokrój	200–300	1

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Termin i element dekoracyjny	Wysokość rośliny [cm]	Liczba roślin na m²
22	Sosna górską	<i>Pinus mugo</i> 'Sherwood Compact'	roślina zawsze zielona, kulisty pokrój	50-100	1-3
23		'Mops'		40-70	
24		'Little Goldstar'	zawsze zielona roślina o złocistych igłach	40-60	
25	Sosna pospolita	<i>Pinus sylvestris</i> 'Aurea'	roślina zawsze zielona, o igłach przebarwiających się zimą na żółto	200-300	1
26		'Globosa Viridis'	roślina zawsze zielona, o bardzo gęstej stożkowatej koronie	50-100	
27		'Juto'	roślina zawsze zielona, o srebrzystych igłach	100-200	
28	Świerk biały	<i>Picea glauca</i> 'Alberta Globe'	roślina zawsze zielona, o stożkowym pokroju	20-50	1
29		'Conica'		50-100	
30		'Daisy's White'	roślina zawsze zielona, wiosną – końcówki nowych pędów mają białą barwę		
31	Tawuła japońska w odmianach	<i>Spirea japonica</i>	VI-VII purpurowe kwiaty	50-100	5-7
32	Żywotnik zachodni	<i>Tuja occidentalis</i> 'Danica'	roślina zawsze zielona, pokrój kulisty	20-40	3 / mb
33		'Globosa'		50-100	3-5

Praktyka szwajcarska

Oprócz tradycyjnych technik zazieleniania dachów, takich jak wysiew, maty wegetacyjne czy nasadzenia roślinne, za metodę wymagającą najmniejszych nakładów finansowych uznaje się tzw. „direct seeding”. Metoda ta polega na wykorzystaniu istniejącego naturalnie banku nasion z okolicznych terenów zielonych. W odpowiednim okresie wegetacyjnym, gdy dostępna jest największa liczba nasion, następuje skoszenie, najlepiej w najbliższej okolicy dachu, łąki odznaczającej się dużą bioróżnorodnością, a uzyskana biomasa zostaje zebrana i przetransportowana w miejsce instalacji. Nasiona wraz z zebrany materiałem umieszcza się na nowo zainstalowanym dachu. Za pomocą takiej metody wspiera się rozwój regionalnie występujących zbiorowisk roślinnych. Bioróżnorodny dach o zróżnicowanej strukturze roślinnej będzie stwarzał również siedlisko dla zwierząt, np. pajaków, koników polnych czy motyli

i owadów, a w konsekwencji dach zielony może stać się źródłem pożywienia dla ptaków.

Oponenty tej koncepcji wskazują jednak, na podstawie obserwacji dachów zielonych pozbawionych wymaganej pielęgnacji, że w wyniku tzw. **sukcesji ekologicznej – sukcesja biocenoz** następuje naturalna zmienność biocenoz w czasie, polegająca na zarastaniu ich powierzchni (w szczególności dachów ekstensywnych) różnego rodzaju roślinnością, w tym roślinnością ruderalną. W ocenie wielu, w tym autorów niniejszej publikacji, dachy zielone ekstensywne porośnięte omawianą roślinnością ruderalną (całościowo naturalnie zachwaszczone) posiadają większe **walory wizualne i krajobrazowe** niż niejeden dach zielony ekstensywny z nasadzeniami zaprojektowanymi przez architekta krajobrazu. Aby zachować bezpieczeństwo i funkcjonalność dachu oraz jego roślinności, należy przeprowadzać coroczne kontrole połączone z zabiegami pielęgnacyjnymi, takimi jak np. usuwanie roślin inwazyjnych.

4.4. Projektowanie

Bardzo ważnym etapem budowy dachów zielonych są prace projektowe uwzględniające wszelkie uwarunkowania architektoniczne i konstrukcyjne. W przypadku budowy nowego obiektu z zielonym dachem należy obliczyć wszystkie ciężary statyczne. Przyjmowany ciężar to zawsze ciężar dachu nasyczonego wodą.

Prawidłowo zaprojektowany dach zielony musi spełniać wymogi bezpieczeństwa budowli – uwzględniać obciążenia, odprowadzenie i retencję wody, nie oddziaływać negatywnie na pozostałe elementy budynku.

Na etapie projektowania dobiera się odpowiednie materiały hydroizolacyjne, termoizolacyjne, drenażowe, ustala się grubość i frakcję materiałów do podbudowy pod chodniki i drogi. Jest to również odpowiedni moment doboru substratu i jego miąższości dla projektowanych nasadzeń roślinnych. Wszystkie te uzgodnienia mają na celu jak najlepsze dopasowanie warstw do zaprojektowanej roślinności i elementów małej architektury. Należy bowiem pamiętać, że dobrze zaprojektowany dach zielony ma cieszyć oko i sprawiać przyjemne wrażenia

estetyczne, dlatego też wszelkie niedociągnięcia techniczne związane z ułożeniem dolnych warstw mogą zniweczyć cały projekt.

Planując zbudowanie zielonego dachu należy wziąć pod uwagę ciężar konkretnego podłoża. Grubość warstwy podłoża jest uzależniona od wysokości, a zatem i głębokości ukorzenia posadzonych roślin.

Przykładowo powłoka o grubości 1 cm waży:

- keramzyt suchy – 4 kg/m²
- ziemia z torfem – 15 kg/m²
- wilgotny piasek – 20 kg/m²

Przy projektowaniu dachów intensywnych (ogrodów na dachach) należy uwzględnić chęci i możliwości inwestora w zakresie pielęgnacji i konserwacji zielonego dachu. Projekt powinien przewidywać ewentualne zastosowanie elementów niezbędnych do wykonywania robót konserwacyjno-pielęgnacyjnych.

Praktyka szwajcarska

Im wcześniej instalacja dachu zielonego jest brana pod uwagę w projekcie nowego budynku, tym lepiej można zaprojektować odpowiednie obciążenia. Jednak również w przypadku już wykonanych założeń projektowych budynku oraz istniejących dachów można podnieść ich wartość ekologiczną. Roślinność ekstensywnych dachów zielonych z niskimi możliwościami obciążenia nie musi składać się wyłącznie z monokultur. Istnieją pewne sposoby, dzięki którym można podnieść bioróżnorodność i wartość ekologiczną dachu:

- wzniesienie z substratu lub innego materiału na punktach statycznych, pozwalających na większe obciążenie dachu, stworzy odmienne warunki siedliskowe dla zwierząt i roślin, wzniesienia te mogą być używane przez insekty do przetrwania okresu zimowego;
- wykorzystanie różnych rodzajów substratu podczas instalacji wprowadzi różnorodne warunki siedliskowe;
- ułożenie na dachu materiału drzewnego, który może być elementem estetycznym, również stworzy odmienne mikro warunki dla flory i fauny;
- umieszczenie na dachu pociętego drewna z wywierconymi otworami różnej wielkości lub umieszczenie wypełnionego wysuszoną glebą pojemnika, ukierunkowanego

w stronę słońca, stworzy warunki siedliskowe dla insektów; takie instalacje mogą być wykorzystywane np. przez pszczoły.

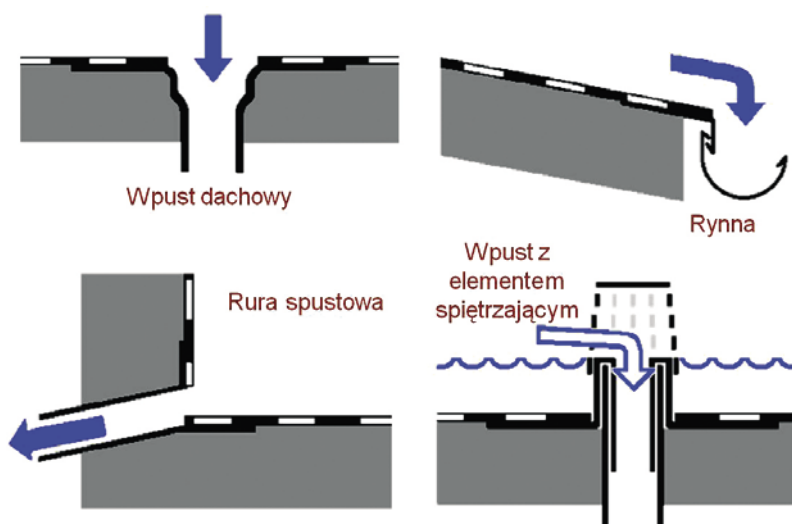


Fot. 10. Po lewej: konstrukcja wykonana z pociętego drewna z wywierconymi otworami dla insektów [autor: M. Mioduszevska]; po prawej: pojemnik z naturalną glebą, mokry materiał jest umieszczony w pojemniku, a następnie wysuszony pozwala na stworzenie warunków, w których insekty same mogą robić otwory [autor: R. Schneider].

4.5. Wykonanie

Przed przystąpieniem do wykonania dachu zielonego należy sporządzić szczegółowy harmonogram prac. Jest to niezbędne ze względu na charakter prac, przy których musimy tak zaplanować kolejność, aby nie zdejmować już ułożonych warstw. Firmy wykonawcze powinny mieć doświadczenie w wykonywaniu takich prac, gdyż wszelkie błędy popełnione na budowie mogą okazać się szalenie kosztowne podczas ich ujawnienia się w czasie eksploatacji. Odbiór poszczególnych etapów prac powinien odbywać się przed ułożeniem następnej warstwy. Każdy dach ma swoją specyfikę materiałowo-wykonawczą i potrzebne jest inne podejście do wykonania zieleni na dachach płaskich, inne na dachach skośnych.

Powodzenie realizacji dachu zielonego zależy od doboru materiałów i jakości wykonania hydroizolacji. Dopiero po próbie szczelności możemy przystąpić do układania warstw właściwego dachu zielonego. Dobór odpowiednich wpustów odprowadzających wodę z dachu musi gwarantować ich niezawodną pracę w różnych warunkach atmosferycznych.



Rys. 5. Różne sposoby odprowadzania wody z zielonego dachu
[źródło: materiały firmy GCL sp. z o.o.].

4.6. Pielęgnacja

Zielone dachy typu ekstensywnego nie wymagają specjalistycznej pielęgnacji poza okresowym koszeniem (jeśli porasta je trawa) lub pileniem. Inaczej jest w przypadku ogrodów na dachach. Podstawową czynnością jest nawadnianie. Dachy intensywne ze względu na zróżnicowany dobór gatunkowy, który ma większe potrzeby wodne, nie są w stanie zabezpieczyć wody z opadów na czas suszy. Pomimo dużej zdolności gromadzenia wody przez substraty dachy intensywne wymagają regularnego nawadniania w okresie intensywnej suszy. Dla dachów z trawnikami jest to instalacja z tryskaczami, dla drzew i krzewów instalacje z liniami kroplującymi.

Przy dużych powierzchniach do nawadniania koszty zużytej wody są znaczącą pozycją w wydatkach na utrzymanie zieleni.

Dla zoptymalizowania zużycia wody przy nawadnianiu dachów intensywnych używa się dodatkowych sterowników, takich jak czujniki deszczu i wilgotności substratu.

Podobnie jak w każdym ogrodzie, także tutaj istnieje ścisła zależność pomiędzy stanem zieleni a jej pielęgnacją. Z uwagi na szeroki zakres systemów

zazielenienia intensywnego zalecane jest ustalenie zakresu pielęgnacji. Zabiegi pielęgnacyjne i nawożenie na dachach zielonych musi być prowadzone bardzo ostrożnie i precyzyjnie, gdyż przy małej miąższości substratu każde przenawożenie może spowodować duże koszty doprowadzenia zieleni do dobrego wyglądu. Regularne oddawanie próbek substratu do stacji chemiczno-rolniczej powinno być normą. Z uwagi na szeroki zakres systemów zazielenienia intensywnego zalecane jest ustalenie zakresu pielęgnacji.

4.7. Koszty

Koszty związane z założeniem zielonego dachu są zdecydowanie wyższe od kosztów dachu klasycznego. Związane jest to ze wzmocnioną konstrukcją stropu, która musi być dostosowana do dodatkowego obciążenia wynoszącego od około 70 kg/m² dla lekkich dachów ekstensywnych do obciążeń ponad 500 kg/m² dla dachów zielonych z dużymi drzewami, elementami małej architektury i drogami przeciwpożarowymi. Hydroizolacja zastosowana w konstrukcji dachu musi spełniać parametry odporności na przerastanie korzeni. W związku z tym stosuje się papy lub membrany przeciwkorzenne, które są droższe od standardowych. Warstwy zabezpieczające, ochronne, drenażowe, filtracyjne i substratowe stanowią dodatkowy koszt dachu zielonego.

Poniżej podano uśrednione dodatkowe ceny wykonania poszczególnych etapów dachu zielonego w stosunku do klasycznego rozwiązania:

- konstrukcja – dodatkowe wzmocnienie stropu – od 20,00 zł/m²
- hydroizolacja przeciwkorzenna – od około 10,00 zł/m²
- warstwy ochronno-drenażowe – od około 30,00 zł/m²
- warstwy substratowe – od około 20,00 zł/m²
- nasadzenia ekstensywne i trawnikowe – od około 20,00 zł/m²
- nasadzenia intensywne – od około 60,00 zł/m².

Podane koszty są kosztami materiałowymi. Do tych kosztów należy doliczyć koszty robocizny i transportu, które są uzależnione od wielkości i ukształtowania dachu, jak również od wysokości, na jakiej się znajduje i jego dostępności. Koszty robocizny i transportu są tak zróżnicowane (od 30,00 zł/m² do 200–300,00 zł/m²), że określa się je na podstawie indywidualnego kosztorysu.

Rozdział 5. Typy żyjących ścian – krótka charakterystyka

Daniel Skarżyński

.....

Stosowanie roślin w pionie może mieć różne oblicza. Możemy mieć ściany obrosnięte pnączami zakotwiczonymi w gruncie lub rośliny posadzone w pionie w specjalnych konstrukcjach, które wyglądają raczej jak wertykalne ogrody. Termin „żyjąca ściana” w tym podręczniku odwołuje się do złożonego rozwiązania konstrukcyjnego (zob. Definicje).

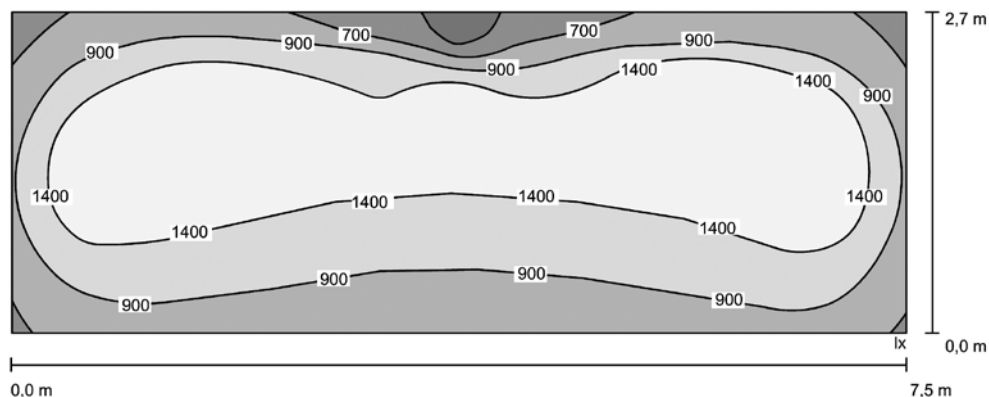


*Fot. 11. Zielona ściana we wnętrzu ze specjalistycznym oświetleniem
[autor: D. Skarżyński].*

5.1. Żyjące ściany we wnętrzu

Istniejące systemy żyjących ścian stosowane we wnętrzach pozwalają na zakładanie zieleni w dowolnej przestrzeni. Charakteryzują się one lekką konstrukcją nośną, na której montowane są panele roślinne. W zależności od zastosowanej technologii ciężar żyjącej ściany wynosi średnio 40–60 kg/m². Materiały stosowane do budowy umożliwiają tworzenie roślinnych obrazów o zróżnicowanych kształtach (także po łuku). W systemach automatycznych do prawidłowego działania niezbędne jest doprowadzenie przyłączy wodnych oraz odpływu. We wnętrzach do zazieleniania paneli roślinnych stosuje się głównie wieloletnie gatunki egzotyczne. Z tego względu większość wewnętrznych żywych ścian potrzebuje dużej ilości naturalnego światła w celu zapewnienia prawidłowych warunków do rozwoju. W przypadku braku odpowiedniej ilości światła należy zastosować dodatkowe sztuczne doświetlenie. Sztucznie doświetlona zielona ściana musi posiadać zróżnicowany poziom oświetlenia, ponieważ intensywność światła zmniejsza się wraz jego odległością od samego źródła (Rys. 6.).

Większość roślin egzotycznych do prawidłowego wzrostu potrzebuje minimum 800 lx przez 10–12 h/dzień.



Rys. 6. Analiza komputerowa pozwalająca na określenie dystrybucji światła na projekowanej zielonej ścianie [opracowanie: D. Skarżyński].

5.2. Zewnętrzne żyjące ściany

Stosowane technologie ścian zewnętrznych muszą spełnić wszelkie wymogi bezpieczeństwa uwzględniając: wagę roślin, wagę konstrukcji, przewidywany wzrost

obciążenia po opadach atmosferycznych oraz wpływ wiatru na rośliny. Projektowane obciążenia dla konstrukcji z panelami roślinnymi w warunkach klimatycznych Polski wahają się w przedziale 80–150 kg/m². Materiał dobrany do wypełnienia paneli musi spełniać dwie podstawowe role: utrzymywać korzenie i wilgotność oraz wymaganą zawartość składników pokarmowych. Każdy z paneli wyposażony jest w system linii nawadniających, zapewniających odpowiednią dawkę wody.



Fot. 12. Zewnętrzna żywa ściana w systemie koszy wypełnionych specjalistycznym substratem glebowym [autor: W. Harbacewicz].

Rozdział 6. Projektowanie i wykonywanie żyjących ścian

Daniel Skarżyński, Marta Weber-Siwińska

.....

Projektowanie żyjących ścian wymaga uwzględnienia wielu czynników, które są warunkiem powodzenia przedsięwzięcia. Przede wszystkim należy sprecyzować wymagania dotyczące miejsca zastosowania (panujące warunki), według których zostanie przygotowany właściwy dobór roślin, a ten z kolei określi wybór odpowiedniej konstrukcji.

Kolejne etapy procesu projektowego dla wertykalnych ogrodów przedstawiają się następująco:

- 1) Określenie warunków klimatycznych miejsca:
 - temperatura i wilgotność,
 - kierunek i siła wiatru,
 - orientacja/wystawa.
- 2) Wybór materiału roślinnego:
 - dobór gatunkowy.
- 3) Wybór konstrukcji:
 - substrat glebowy,
 - system nawadniania.
- 4) Określenia sposobu utrzymania:
 - nawodnienie,
 - nawożenie,
 - zabiegi pielęgnacyjne.

6.1. Warunki klimatyczne

Temperatura i wilgotność

Projektując żyjące ściany zewnętrzne należy przede wszystkim brać pod uwagę lokalne warunki klimatyczne, które warunkują dobór technologii oraz pokrywy roślinnej. Analiza miesięcznych oraz rocznych wahań temperatur oraz zmian wilgotności nie gwarantuje dobrania odpowiednich parametrów technicznych do wykonania wertykalnego ogrodu [Hopkins i Goodwin 2011].

Analiza ekstremalnych warunków klimatycznych w miejscu planowanej żywej ściany powinna być wyjściowa dla wyboru roślinności, a tym samym odpowiedniej konstrukcji.

Wiatr

Projektowanie żyjących ścian na znacznych wysokościach wymaga szczególnej analizy kierunków oraz siły występujących wiatrów. Analiza oddziaływania siły oraz ciśnienia na pojedynczy budynek wykazuje, że prędkość wiatru wzrasta wraz ze wzrostem wysokości. W sytuacji kiedy wiatr skierowany jest prostopadle do budynku, następuje jego nasilenie przy krawędziach elewacji oraz dachu. Przy lokalizacji żyjącej ściany należy brać pod uwagę występowanie silnych zstępujących i wstępujących prądów powietrza, które determinują sposób mocowania projektowanej konstrukcji [Yeang 2006]. Roślinność o szerokich łodygach ze znaczną liczbą liści oraz kwiatów z łatwością chwyta wiatr niczym żagiel, narażając konstrukcję nośną na dodatkowe obciążenia.

Zwiększona prędkość wiatru wpływa na zwiększenie ewapotranspiracji, co niesie za sobą potrzebę dostarczenia odpowiedniej ilości wody do systemu żywej ściany.

W Polsce należy projektować konstrukcje mogące wytrzymać wartości rzędu:

- 0,5 kN na m² dla konstrukcji do 8 m wysokości;
- 0,8 kN na m² dla konstrukcji pomiędzy 8–20 m wysokości;
- 1,1 kN na m² dla konstrukcji powyżej 20 m wysokości.

Biorąc pod uwagę działające na potencjalną roślinną ścianę siły należy zapewnić jak najlepszy dobór gatunków roślin mogących przetrwać tak ekstremalne warunki.

Światło

Lokalizacja wertykalnego ogrodu wymaga uwzględnienia nie tylko kierunków światła, ale także odległości zabudowy mogącej tworzyć zacienienie dla roślin. Indywidualny projekt doboru gatunkowego zapewnia optymalne warunki rozwoju roślin oraz pozwala na określenie minimalnych potrzeb nawadniania na poszczególnych elewacjach.

Rośliny do prawidłowego rozwoju potrzebują dziennie średnio minimum 10–12 godzin światła, o natężeniu co najmniej 300–400 luksów, jednak jeśli zależy nam na prawidłowym wzroście, należy zapewnić roślinie światło o natężeniu około 800 luksów.

Wystawa elewacji w znaczny sposób determinuje dobór gatunków roślin, dlatego projektując żywe ściany także ten czynnik należy brać pod uwagę. Wyróżniamy następujące rodzaje wystaw:

- Wystawa południowa – stanowisko bardzo jasne, bezpośrednio na słońcu. Idealne dla roślin wymagających dużo słońca i wysokiej temperatury. Należy dobierać gatunki odporne na silne nasłonecznienie. Jest to najlepsze miejsce dla kaktusów i innych sukulentów.
- Wystawa zachodnia – stanowisko widne, dobre warunki świetlne. W godzinach popołudniowych ostre słońce. Odpowiednie dla roślin wymagających sporej ilości słońca i ciepła. Dobre stanowisko dla większości roślin kwitnących.
- Wystawa wschodnia – jasne stanowisko i dobre warunki świetlne. Idealne stanowisko dla uprawy większości gatunków wymagających łagodnego, jasnego nasłonecznienia. Gwarancja braku poparzeń słonecznych i niebezpieczeństwa przesuszenia. Dobre stanowisko dla roślin kwitnących i lubiących półcień.
- Wystawa północna – stanowisko półcieniste, cieniste. Dobre miejsce dla roślin o małym zapotrzebowaniu na światło. Idealne dla gatunków pochodzących z tropikalnych lasów deszczowych, przy zapewnieniu im odpowiedniej wilgotności powietrza.

6.2. Zieleń

Dzięki zastosowaniu odpowiedniej technologii jesteśmy w stanie z powodzeniem uprawiać rośliny pochodzące z różnych siedlisk i stanowisk. W uprawach hydroponicznych, stosowanych dla żyjących ścian, najważniejsze jest oddychanie roślin, w szczególności górnej części systemu korzeniowego [Gumińska 1966].

Jednym z głównych aspektów doboru gatunkowego jest analiza kierunku oraz siły wiatru, ponieważ ruch powietrza ogranicza możliwości absorpcyjne roślin (chłonięcie wilgoci z otoczenia). Czynnikiem determinującym jest także lokalna temperatura. Dla większości roślin temperatura powyżej 32°C uruchamia

procesy obronne, które skutkują zatrzymaniem procesów życiowych [Hopkins i Goodwin 2011].

Podstawowe kryteria doboru gatunków dla wertykalnych ogrodów:

- wiązkowy system korzeniowy – dobre utrzymanie w podłożu, zwiększone właściwości ssące;
- silne połączenie łodygi z systemem korzeniowym – dobre przewodzenie wody ze składnikami pokarmowymi;
- odporność na silne wiatry;
- szybki wzrost – stabilizacja ściany po założeniu i szybki efekt estetyczny;
- tolerancja na pełne nasłonecznienie lub cień.

Przy doborze gatunków roślin dla wertykalnych ogrodów należy uwzględnić lokalne warunki klimatyczne (temperatura, nasłonecznienie, wiatr). Najczęściej wybiera się rośliny o płytkim systemie korzeniowym, które są łatwiejsze do posadzenia w systemach żyjących ścian. Zaletą żyjących ścian jest duża bioróżnorodność wynikająca z możliwości zastosowania do nasadzeń bylin oraz krzewów, co pozwala uzyskać natychmiastowy efekt żywego obrazu. Polecane gatunki roślin w polskich warunkach klimatycznych znajdują się w tabeli poniżej (przykładowy wybór).

Podczas planowania doboru roślin należy mieć na uwadze grubość dostępnego podłoża. Im grubsza warstwa np. substratu glebowego, tym mniejsze prawdopodobieństwo przemarznięcia systemu korzeniowego roślin.

Tabela 7. Przykładowy dobór roślin do nasadzeń w systemach żywych ścian [opracowanie: D. Skarżyński]

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Stanowisko		
BYLINY					
1	<i>Aegopodium podagraria</i> 'Variegatum'	Podagrycznik pospolity	S	P	
2	<i>Ajuga reptans</i>	Dąbrówka rozłogowa		P	C
3	<i>Alchemilla mollis</i>	Alchemilla mollis	S	P	
4	<i>Armeria maritima</i> 'Dusseldorfer Stolz'	Zawciąg nadmorski	S		
5	<i>Astilbe simplicifolia</i> 'Sprite'	Tawułka pojedynczolistna		P	
6	<i>Azorella trifurcata</i>	Azorella trójwidlasta	S		

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Stanowisko		
7	<i>Brunnera macrophylla</i> 'Jack Frost'	Brunnera wielkolistna 'Jack Frost'		P	
8	<i>Campanula garganica</i>	Dzwonek gargański	S		
9	<i>Duchesnea indica</i>	Poziomkówka indyjska		P	C
10	<i>Epimedium x rubrum</i>	Epimedium czerwone		P	C
11	<i>Fragaria vesca</i> 'Rugi'	Poziomka pospolita	S	P	
12	<i>Gaultheria procumbens</i>	Golteria pełzająca	S	P	
13	<i>Geranium macrorrhizum</i>	Bodziszek korzeniasty	S	P	C
14	<i>Glechoma hederacea</i> 'Variegata'	Bluszcz kurdybanek 'Variegata'	S	P	C
15	<i>Heuchera</i> 'Plum Pudding'	Żurawka 'Plum Pudding'		P	
16	<i>Holcus mollis</i> 'Albovariegatus'	Kłosówka miękka 'Albovariegatus'		P	C
17	<i>Hosta hybrida</i> 'Patriot'	Funkia ogrodowa 'Patriot'		P	C
18	<i>Houttuynia cordata</i> 'Chameleon'	Hutujnia sercolistna 'Chameleon'	S	P	
19	<i>Lavendula angustifolia</i>	Lawenda wąskolistna	S		
20	<i>Origanum vulgare</i> 'Aureum'	Lebiodka pospolita 'Aureum'	S		
21	<i>Phlox subulata</i> 'Amazing Grace'	Floks szydlasty 'Amazing Grace'	S		
22	<i>Sagina subulata</i> 'Aurea'	Karmnik ościsty 'Aurea'	S	P	
23	<i>Saxifraga x arendsii</i>	Skalnica Arendsia	S		
24	<i>Sedum album</i> 'Laconicum'	Rozchodnik biały 'Laconicum'	S		
25	<i>Sedum spurium</i>	Rozchodnik kaukaski	S		
26	<i>Thymus praecox</i>	Macierzanka wczesna	S		
27	<i>Vinca minor</i>	Barwinek pospolity		P	C
TRAWY OZDOBNE					
28	<i>Carex ornithopoda</i> 'Variegata'	Turzyca ptasie łapki 'Variegata'			C
29	<i>Carex siderosticha</i> 'Variegata'	Turzyca rzędowa pstra 'Variegata'	S	P	C
30	<i>Elymus magellanicus</i>	Srebrzysta trawa	S		
31	<i>Festuca gautieri</i> 'Pic Carlit'	Kostrzewa Gautiera 'Pic Carlit'	S		
32	<i>Festuca ovina</i> 'Glauc'a'	Kostrzewa owcza 'Glauc'a'	S		
KRZEWY					
33	<i>Cotoneaster dammeri</i> 'Major'	Irga Dammera 'Major'	S	P	C
34	<i>Cotoneaster procumbens</i> 'Streib's Findling'	Irga drobnolistna 'Streib's Findling'	S	P	C
35	<i>Euonymus fortunei</i> 'Coloratus'	Trzmielina Fortune'a 'Coloratus'	S	P	C
36	<i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald'n Gold'	Trzmielina Fortune'a 'Emerald'n Gold'		P	
37	<i>Pachysandra terminalis</i>	Runianka japońska		P	C
38	<i>Spirea japonica</i> 'Japaness Dwarf'	Tawuła japońska 'Japaness Dwarf'	S		

Stanowisko: S – słoneczne, P – półcieniste, C – cieniste

6.3. Materiały

Maty hydroponiczne

Szybszy rozrost roślin w systemach hydroponicznych jest wynikiem dostarczenia odpowiedniej ilości wody, dzięki czemu roślina nie traci zapasów energii na pozyskiwanie związków mineralnych.

System hydroponiczny powinien zatem zastąpić roślinie naturalne środowisko, podtrzymując jej korzenie, zapewniając wymianę gazową i dostęp światła, dostarczając wodę i mineralne związki pokarmowe.

Wybór pomiędzy hydroponiką a uprawą w ziemi często bywa trudny. Dostępne na rynku systemy montowania pionowych ogrodów pozwalają na zastosowanie obydwu metod i w obu przypadkach rośliny wyglądają tak samo dekoracyjnie.

Zalety stosowania hydroponiki:

- brak ograniczeń przestrzeni – hydrouprawa może być stosowana w każdym miejscu;
- estetyka i higiena uprawy – środowisko uprawy jest sterylne, brak kontaktu z glebą;
- zamknięty system – pozwala na ekonomiczne zużycie wody oraz nawozu;
- łatwość pielęgnacji – w zależności od systemu wodę uzupełniamy raz na tydzień, nawet raz na miesiąc; niemożliwe przelanie roślin; liczba szkodników i chorób roślin zmniejszona do minimum;
- redukcja lub eliminacja czasochłonnego przesadzania roślin (w zależności od technologii) – podłoże u roślin doniczkowych z biegiem czasu staje się coraz bardziej kwaśne i traci swoją strukturę, co nie ma miejsca w przypadku hydroponiki;
- redukcja środowiska życia roztoczy – dotyczy ziemi.

Wady stosowania hydroponiki:

- stosunkowo wysoka początkowa cena założenia hydrokultury;
- ograniczone możliwości zakupu (sklepy specjalistyczne, Internet);
- brak punktów poradnictwa i usług z tej dziedziny;
- zbyt mała popularyzacja hydroponiki.

Do wertykalnych ogrodów w systemach hydroponicznych najczęściej wykorzystywany jest zamknięty obieg wody, gwarantujący odzyskiwanie krążącej wody z pożywką.

Substrat glebowy

Materiał do wypełnienia konstrukcji żyjącej ściany powinien odgrywać dwie podstawowe role:

- 1) podtrzymywanie korzeni i utrzymywanie rośliny w przestrzeni;
- 2) utrzymywanie wilgotności i wymaganej zawartości składników pokarmowych.

Najważniejsze cechy podłoża to:

- nie może zawierać elementów organicznych, takich jak ziemia, grzyby lub szkodniki;
- musi być obojętne chemicznie, to znaczy nie może wchodzić w reakcje ze składnikami mineralnymi pożywki wodnej;
- struktura materiału wypełniającego powinna zapewniać doskonałą przepuszczalność dla powietrza i wody;
- niewystarczający drenaż może być przyczyną karłowacenia, więdnienia i przebarwień liści, a w najgorszym wypadku śmierci rośliny;
- materiał podtrzymujący nie powinien utleniać się ani poddawać działaniu wody, nie może zmieniać kształtu, rozpadać się lub pękać;
- masa substratu nie powinna wpływać na zachwianie statyki konstrukcji ściany.

W systemach roślinnych ścian (substrat ustawiony w pionie) zalecane jest zapewnienie minimum 15–25 cm warstwy umożliwiającej rozrost systemu korzeniowego.

Przy wyborze substratu należy brać pod uwagę zachowanie materiału pod wpływem różnych temperatur. W wyniku zimowego przemarzania grubość systemu może ulec zmianie, natomiast zbyt wysoka temperatura (powyżej 35°C) może powodować zatrzymanie pracy systemu korzeniowego, a tym samym ograniczenie przewodzenia wody.

Dla zachowania dobrych właściwości substratu należy utrzymywać względnie stały poziom jego wilgotności.

Podłoża organiczne

Obecnie w projektowaniu wertykalnych ogrodów stosuje się głównie substraty torfowe z domieszką włókna koksowego poprawiającego stosunki wodno-powietrzne. Dla roślin wymagających wybitnie suchego środowiska wykonuje się ściółkę w proporcjach: 30% torfu, 70% włókna koksowego, dla gatunków bagiennych zaś stosuje się proporcje odwrotne. W ogrodnictwie najczęściej stosowany jest torf włóknisty, pochodzący z gór, który jest stosunkowo kwaśny, lecz posiada najlepsze właściwości retencyjne. Obecnie na rynku dostępne są już gotowe bloki jałowego torfu, który jest wprawdzie droższy, lecz podczas wykonywania żyjącej ściany pozwala nam zaoszczędzić czas.

Właściwości mieszanki torfu i włókna koksowego:

- zawiera istotne dla życia i rozwoju roślin związki próchniczne (humiany), których obecność wpływa pozytywnie na szybsze przyswajanie makroelementów;
- obecność substancji próchnicznych zapobiega także tendencjom do zmiany pH pożywki;
- trzykrotnie zwiększa koncentrację pożywki;
- działa hamująco na rozwój glonów [Gumińska 1966, Pribyl 1990].

Podłoża nieorganiczne

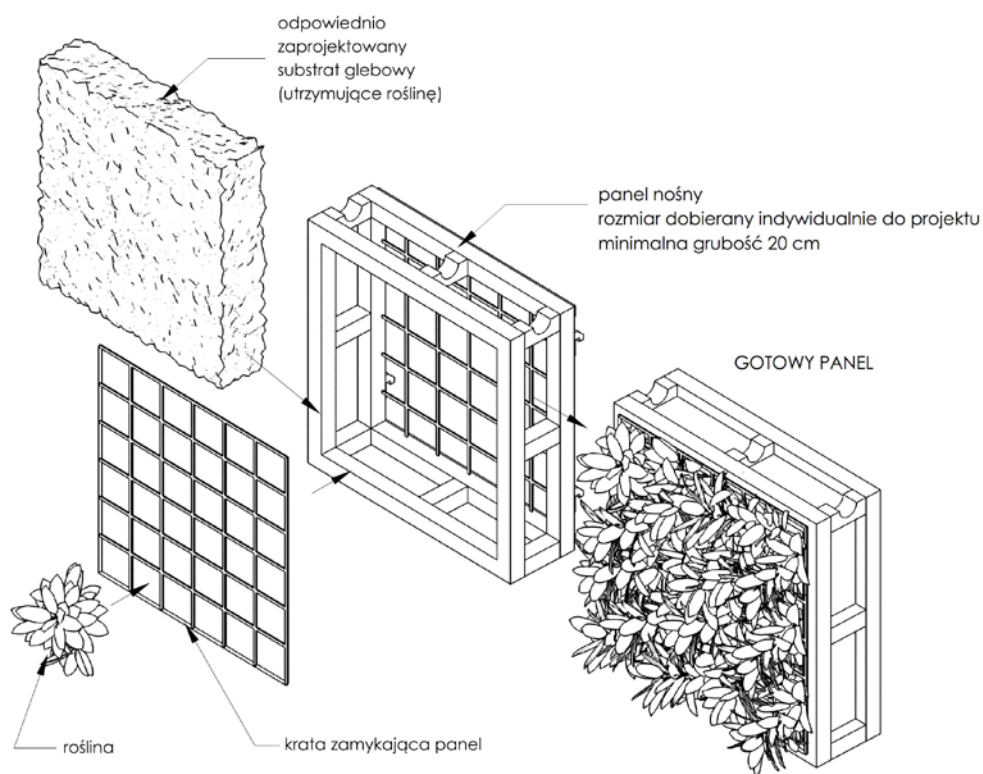
Najpóźniej wprowadzonym materiałem podtrzymującym rośliny pochodzenia nieorganicznego jest Gordan. Podstawowym surowcem wykorzystanym do jego produkcji jest bazalt, z którego w wysokiej temperaturze wytwarza się włókna o grubości 0,005 mm. Uzyskany w ten sposób materiał, który zawiera do 97% powietrza, prasuje się na plecionki różnej grubości i wielkości. Gordan jest w stanie wchłonąć nawet do 90% wody [Pribyl 1990].

Innym podłożem nieorganicznym wykorzystywanym w wykonywaniu żyjących ścian są materiały geosyntetyczne. Charakteryzują się one znaczną wytrzymałością i zdolnością przewodzenia wody, dzięki czemu możemy stosować je jako wypełniacze hydrotechniczne. Wykonywane są z materiałów trwałych, odpornych na gnienie i oddziaływanie środowiska agresywnego oraz niejadalnych przez zwierzęta. Takimi materiałami są tworzywa polimeryczne: poliestrowe, poliamidowe, najczęściej wykorzystywane do produkcji geomateriałów. Geowłókniny są płaskimi wyrobami tekstylnymi wytworzonymi metodą klejenia (chemicznie lub termicznie) lub mechanicznego łączenia (igłowania lub przeszywania) luźnego układu (w postaci runka) wysokopolimeryzowanych włókien syntetycznych. Charakterystyczną i unikatową cechą tych tworzyw, niespotykaną dotychczas w przyrodzie, jest połączenie w jednym materiale właściwości hydraulicznych (mineralnego

filtru lub drenażu] z dużą wytrzymałością na rozciąganie. Ta właśnie cecha, bardziej niż inne, zdecydowała o wprowadzeniu geowłóknin jako głównego elementu systemu lekkich konstrukcji stosowanych do tworzenia wertykalnych ogrodów na elewacjach budynków.

6.4. Konstrukcje

Systemy żyjących ścian tworzone są z modułowych, wcześniej zazielenionych paneli lub mat hydroponicznych montowanych do stalowej ramy. Standardowe konstrukcje składają się z elementów nośnych (ramy wolnostojące lub mocowane do elewacji), PCV oraz włókien syntetycznych, które umożliwiają zastosowanie znacznej liczby gatunków roślin.



Rys. 7. Schemat przykładowego panelu roślinnego [opracowanie: D. Skarżyński].

Do montażu zewnętrznych żywych ścian niezbędne jest wykonanie konstrukcji nośnej kotwionej do elewacji budynku. Przy większych realizacjach wykonywany jest także fundament, którego zadaniem jest przeniesienie znacznych

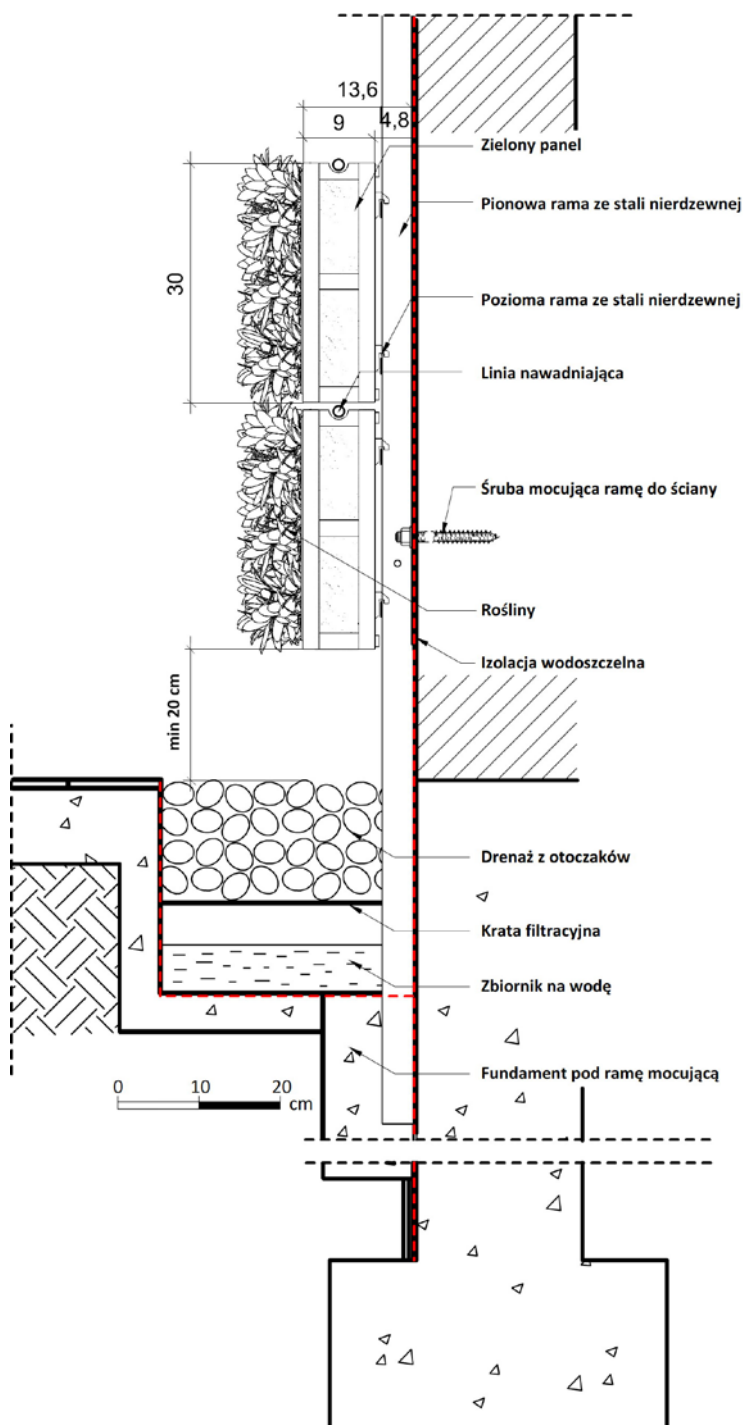
dodatkowych obciążeń. Panele roślinne wyposażone są w haki mocujące oraz kraty utrzymujące ściółkę wraz z roślinami. Kraty w części przedniej paneli dzielą powierzchnię na sekcje wydzielając miejsca do sadzenia roślin. Optymalna liczba sadzonek wynosi 50–70 roślin/m².

Systemy modułowe

Stosowane w tej technologii panele roślinne wypełnione są, w zależności od warunków klimatycznych, odpowiednio dobranymi substratami glebowymi. System korzeniowy znajduje się bezpośrednio w panelu, który pełni funkcję nośną oraz dostarcza roślinie odpowiednią ilość wody oraz substancji organicznych. Zazwyczaj panele są wcześniej zazieleniane zgodnie z projektem i dostarczane na miejsce inwestycji, w celu uzyskania zaraz po instalacji natychmiastowego efektu ogrodu.



Fot. 13. Modułowa zewnętrzna żyjąca ściana mocowana na wolnostojącej konstrukcji nośnej [autor: D. Skarżyński].



Rys. 8. System montażu konstrukcji modułowej roślinnej ściany
[opracowanie: D. Skarżyński].

Systemy hydroponiczne

Systemy żyjących ścian wykorzystujące hydroponikę składają się z warstw PCV oraz mat z włókien syntetycznych, z kieszeniami wypełnionymi podłożem naturalnym lub syntetyzowanym, w których sadzone są rośliny. Konstrukcja ze względu na mały ciężar umożliwia wykonywanie pionowych ogrodów na znacznych wysokościach. System nawadniania rozprowadzany jest pomiędzy warstwami filcu, dostarczając wodę oraz nawozy bezpośrednio do systemu korzeniowego roślin. Ze względu na łatwość przemarzania bryły korzeniowej w tych systemach, w warunkach klimatycznych Polski stosowanie tego rozwiązania możliwe jest tylko w instalacjach wewnętrznych.

Systemy hybrydowe

Zastosowanie pojemników z gatunkami wiszącymi umożliwia wprowadzenie zieleń w obiektach o zróżnicowanej wysokości poszczególnych kondygnacji, tworząc kaskadowy układ roślinności. Konstrukcje tego typu pozwalają promieniom słonecznym docierać do elewacji.

6.5. Pielęgnacja

Nawadnianie

System automatycznego nawadniania w panelach roślinnych opiera się na uprawach hydroponicznych dostarczając wodę wraz ze składnikami pokarmowymi bezpośrednio do systemu korzeniowego roślin. W zależności od technologii rozstaw linii kroplujących dobierany jest indywidualnie w celu zapewnienia jak najlepszych warunków powietrzno-wodnych. Woda w modułach spływa grawitacyjnie i w większości przypadków może być ponownie użyta.

Do procesów życiowych rośliny wykorzystują przeciętnie około 500 g wody na 1 g wyprodukowanej suchej masy roślinnej.

Roślinne ściany typu modułowego wymagają zasilania w wodę w okresie lata w przedziale 3–5 l/m² oraz 1 l/m² zimą na dzień [Hopkins i Goodwin 2011, Blanck 2010]. W poszczególnych panelach roślinnych możliwe jest zamontowanie w obszarze systemu korzeniowego czujników monitorujących rozkład wilgotności podłoża i włączanie systemu nawodnienia jedynie, gdy jest on wymagany.

Nawożenie

Zaletą upraw hydroponicznych jest dostarczanie roślinie gotowych do przyswojenia, rozpuszczonych w wodzie minerałów, co przyspiesza ich zasysanie. Pożywka sprawia, że roślina dostaje potrzebne substancje rozprowadzając je do tkanek bez większego wysiłku. Z tego powodu korzenie roślin uprawianych w hydroponice mają nieco inną budowę. W uprawie glebowej korzenie tworzą sieć tzw. włóśników, za pomocą których pobierają pokarm z podłoża. W hydroponice ich ilość z czasem zanika. Dla rośliny to duże udogodnienie, że nie traci energii na budowę tkanek znajdujących się bezpośrednio w wodzie. Systemy zamknięte wymagają jednak kontroli dawek nawozu w celu uniknięcia przenawożenia roślin.

Zabiegi pielęgnacyjne

W celu zachowania prawidłowego funkcjonowania systemu żyjącej ściany wymagane są zabiegi pielęgnacyjne obejmujące regularne nawadnianie, nawożenie, przycinanie. Plan pielęgnacji oraz budżet na jego zachowanie powinny być uwzględnione już na etapie projektu. Intensywna pielęgnacja jest wymagana przede wszystkim w pierwszym okresie adaptacji roślin do nowych warunków siedliskowych. Wiąże się ona z dostosowaniem czasu nawadniania odpowiednio do lokalnych warunków klimatycznych.

Poszczególne etapy pielęgnacji powinny uwzględniać inspekcję instalacji nawadniającej, odpływu, programu nawożenia i mocowania żyjącej ściany.

W większości przypadków należy zapewnić możliwość dostępu do pionowego ogrodu przy pomocy specjalistycznego sprzętu np. podnośników koszowych w celu przeprowadzenia cięcia pielęgnacyjnego. Możliwe jest także przystosowanie konstrukcji wertykalnego ogrodu do prac alpinistycznych wykonywanych przez odpowiednio przeszkolonych pracowników.

6.6. Koszty

Koszty związane wykonaniem żywej ściany wiążą się z dostosowaniem odpowiedniej konstrukcji nośnej. W polskich warunkach klimatycznych średnia miąższość substratu w panelach roślinnych wynosi 12–35 cm, co zapewnia optymalne warunki dla rozwoju systemu korzeniowego. W zależności od systemu konstrukcja może ważyć od 80–150 kg/m², dlatego też musi spełniać wszelkie wymagania

bezpieczeństwa przy realizacjach powyżej 3 m wysokości. Przy projektach żywych ścian we wnętrzach należy brać pod uwagę także wyższy koszt roślin egzotycznych nadających się do tego typu realizacji. Warstwy zabezpieczające, ochronne, drenaż pod żywą ścianą, doświetlenie roślin we wnętrzach oraz system automatycznego nawadniania stanowią dodatkowy koszt inwestycji.

Poniżej podano uśrednione ceny wykonania poszczególnych etapów żywej ściany:

- konstrukcja – od 30,00 zł/m²
- hydroizolacja – od około 20,00 zł/m²
- drenaż – od około 40,00 zł/m²
- panele roślinne (wraz z substratem oraz roślinami) – od około 230,00 do 500,00 zł/m²
- nasadzenia – od około 20,00 zł/m²
- system nawadniania – od około 60,00 zł/m²
- specjalistyczne doświetlenie roślin – od około 250,00 zł/szt.

Podane koszty są kosztami materiałowymi. Do nich należy doliczyć koszty robocizny i transportu, które są uzależnione od wielkości realizacji. Koszty robocizny i transportu są zróżnicowane ze względu na zastosowaną technologię (od 30,00 zł/m² do 400,00 zł/m²), dlatego też określane są na podstawie indywidualnego zamówienia.



Fot. 14. S. Brenneisen prezentuje uczestnikom podróży studyjnej substrat na szwajcarskim dachu zielonym [autor: M. Stankiewicz].

Rozdział 7. Uwarunkowania formalno-prawne przy wprowadzaniu nowatorskich technologii dla zieleni

Jarema A. Rabiński, Ewa Walter

.....

Rozpatrywanie formalno-prawnej strony zakładania zielonych dachów i żyjących ścian w warunkach polskich jest nieco problematyczne. Wynika to z faktu, że Polska do dziś nie doczekała się nie tylko szczegółowych lecz praktycznie żadnych regulacji dotyczących nietradycyjnych technologii dla zieleni. Nie znaczy to jednak, że wszelkie działania w tej materii są dozwolone.

Większość przepisów, zgodnie z którymi realizuje się inwestycje zielonych dachów i wertykalnych ogrodów, jest regulowana Prawem Budowlanym, przepisami wykonawczymi oraz Prawem Ochrony Środowiska.

Oglądając efekty gospodarowania zielenią dachu powinniśmy postrzegać zarówno piękno powstałej aranżacji, jak też aspekty formalne oraz trud twórców, będących w rozumieniu formalnym uczestnikami procesu budowlanego (art. 17 Prawa budowlanego), włożony nie tylko przez projektanta, lecz również inwestora oraz inspektora nadzoru inwestorskiego i kierownika budowy lub kierownika robót.

Znajomość obowiązujących norm prawnych i ich stosowanie eliminuje wiele problemów – skraca czas oczekiwania na decyzje administracyjne, ogranicza koszty, a przede wszystkim zabezpiecza przed odpowiedzialnością cywilną, a nawet karną.

Pragnąc wykonać jakiegokolwiek roboty budowlane lub kształtować zieleni (także na dachach zielonych) należy się do takiego przedsięwzięcia przygotować zarówno od strony finansowej, jak też merytorycznej i formalnej oraz personalnej.

Jedynie dzięki właściwemu projektowi, fachowej ekipie wykonawczej, kierownikowi budowy lub kierownikowi robót i profesjonalnemu inspektorowi nadzoru inwestor może spać spokojnie ze świadomością, że jego inwestycja znajduje się w dobrych rękach.

Poniższe rozdziały prezentują wybrane zagadnienia dotyczące dokumentów formalnych (polskich i europejskich) oraz polskich przepisów prawnych, do których należy się stosować przy realizacjach zielonych dachów i żyjących ścian. Wertykalne ogrody wspomniane są tylko w niektórych przypadkach (np. jako biologicznie czynne powierzchnie). Formalności związane z ich wykonywaniem są nieco prostsze, ponieważ technologie te nie ingerują tak mocno w konstrukcję budynku jak zielone dachy.

7.1. Działalność Unii Europejskiej w zakresie wspomagania nowoczesnych technologii dla zieleni

Unia Europejska przeznaczająca wsparcie finansowe na cele ochrony środowiska już od lat 70. Jednak dopiero po 1980 roku i klęskach żywiołowych na dużą skalę (m.in. katastrofa w Czarnobylu) zwrócono większą uwagę na potrzeby środowiska. Dodatkowo kwestie dziury ozonowej czy globalnego ocieplenia mocno wpłynęły na europejską politykę ochrony środowiska i rozwoju instytucjonalnego. W tym czasie zaczęła też gwałtownie rosnąć świadomość społeczna w tym zakresie.

W 1982 roku Parlament Europejski zatwierdził przeznaczenie niewielkiej części budżetu na ochronę przyrody, co umożliwiło sfinansowanie kilkunastu projektów. Finansowanie to było kontynuowane w 1983 roku i wtedy dało wsparcie dla małych projektów przygotowawczych, które jednak miały znaczący wpływ na późniejsze działania.

Program LIFE i LIFE+

Jednym z podstawowych narzędzi prośrodowiskowej polityki Unii Europejskiej jest Program LIFE. Ogólnym celem LIFE jest przyczynianie się do wdrażania, aktualizacji i rozwoju unijnej polityki ochrony środowiska i prawodawstwa poprzez współfinansowanie projektów wykonywanych przez państwa członkowskie UE. Przyjęcie dokumentu Single European Act w 1986 r., który dał prawną podstawę do stosowania polityki prośrodowiskowej razem z Piątym Programem Działań na rzecz Środowiska, zatwierdzonym w 1993 r., tak naprawdę otworzyło drzwi dla mechanizmu finansowania programu LIFE.

Program LIFE rozpoczął się w 1992 roku i do tej pory przeszedł 3 edycje (LIFE I: 1992/95, LIFE II: 1996/99 i LIFE III: 2000–2006). W tym okresie LIFE współfinansował 3104 projekty w całej UE, przeznaczając około 2,2 miliardów euro na ochronę środowiska.

Bieżąca jego edycja nosi nazwę LIFE +. Program jest otwarty dla podmiotów publicznych lub prywatnych, podmiotów i instytucji zarejestrowanych w Unii

Europejskiej. Jednym z warunków korzystania z niego jest konieczność realizacji działań wyłącznie na terytorium 27 państw członkowskich Unii Europejskiej.

Budżet bieżącej fazy Programu LIFE+ (edycja 2007–2013) wynosi 2,143 mln euro. Obejmuje on trzy komponenty:

- natura i bioróżnorodność,
- polityka i zarządzanie w zakresie środowiska,
- informacja i komunikacja.

Aktualnie wśród projektów realizowanych w ramach LIFE+ promujących technologie zielonych dachów i żyjących ścian należy wymienić:

- GreenClimeAdapt (Malmö – Szwecja): projekt ma na celu wskazanie, jak można dostosować się do zmian klimatu na obszarach miejskich przy wykorzystaniu innowacyjnych narzędzi, takich jak proekologiczne systemy dla wód deszczowych, wertykalne ogrody oraz nowe rodzaje zielonych dachów. Narzędzia te mają być alternatywą dla energochłonnych urządzeń klimatyzacyjnych.
- GRACC (Groundwork Sheffield – Wielka Brytania): projekt ma na celu zapobieganie zmianom klimatu poprzez poprawę jakości zielonych dachów. Zamierzeniem projektu jest ustanowienie kodeksu dobrych praktyk dla zielonych dachów w Wielkiej Brytanii oraz zachęcanie do jego przyjęcia przez Green Roof Innovation Awards.

Od uruchomienia Programu LIFE w 1992 r. w Polsce sfinansowano w jego ramach sześć projektów. Jeden z nich dotyczył innowacji ekologicznych, jeden – tworzenia możliwości rozwoju, a cztery – ochrony przyrody.

[Źródło: <http://ec.europa.eu/environment/life/about/index.htm>;
http://www.ekoportal.pl/jetspeed/portal/portal/Fundusze_UE/LIFE].

Zielona infrastruktura

W latach 90. w Stanach Zjednoczonych powstało pojęcie „zielonej infrastruktury”, do której należą wszelkie tereny zieleni, a szerzej tereny biologicznie czynne. Określenie zasobów przyrodniczych (zarówno na terenach otwartych, jak i terenach miejskich) słowem „infrastruktura” ma na celu zwrócenie uwagi na elementy środowiska jako składowe w procesie planowania przestrzennego.

Działania w zakresie „zielonej infrastruktury” ogólnie mówiąc są nastawione na utrzymanie ekosystemów w dobrym stanie, tak by nadal pełniły ważne funkcje dla społeczeństwa, jak zaopatrywanie go w czyste powietrze i wodę pitną.

Wśród potencjalnych elementów „zielonej infrastruktury” znajdują się m.in.:

- obszary, na których realizuje się działania podnoszące ogólną jakość ekologiczną i przenikalność krajobrazu;
- elementy miejskie, takie jak tereny zieleni, porośnięte roślinnością mury i dachy, które są miejscem sprzyjającym różnorodności biologicznej, umożliwiającym przetrwanie ekosystemów i pełnienie przez nie swoich funkcji dzięki połączeniu cech obszarów miejskich, podmiejskich i wiejskich.

W celu budowy zielonej infrastruktury można korzystać z różnych instrumentów finansowania UE.

Nowa unijna polityka w dziedzinie różnorodności biologicznej na okres po 2010 r. zakłada rozwój unijnej strategii na rzecz europejskiej „zielonej infrastruktury”. Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR) i Program Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) oferują szereg narzędzi, które można wykorzystać, by zwiększyć łączność przestrzenną między siedliskami oraz by odtwarzać siedliska na terenach wiejskich. Z kolei Program LIFE-Środowisko oferuje możliwości dofinansowania elementów „zielonej infrastruktury” na terenach miejskich i podmiejskich.

[Źródło: materiały wydane przez Unię Europejską w czerwcu 2010
http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/pl.pdf].

7.2. Strategia Rozwoju Kraju 2007–2015

Strategia Rozwoju Kraju 2007–2015 (SRK) jest nadrzędnym, wieloletnim dokumentem strategicznym określającym cele i priorytety rozwoju społeczno-gospodarczego Polski oraz warunki, które powinny ten rozwój zapewnić.

Strategia wyznacza cele i wskazuje obszary uznane za najważniejsze z punktu widzenia osiągnięcia tych celów. Proces ten uwzględnia najważniejsze trendy rozwoju światowej gospodarki oraz cele, jakie stawia Unia Europejska w odnowionej Strategii Lizbońskiej. SRK uwzględnia również zasady zrównoważonego rozwoju oraz rekomendacje zawarte w prognozie oddziaływania na środowisko. W zamierzeniu realizacja strategii ma pozwolić na efektywne zarządzanie

zasobami naturalnymi, utrzymanie odpowiedniego stanu środowiska oraz zachowanie różnorodności biologicznej.

Głównym celem strategii jest podniesienie poziomu i jakości życia mieszkańców Polski: poszczególnych obywateli i rodzin.

W Polsce obowiązuje (stan na 2008 r.) 8 krajowych dokumentów długookresowych, 30 krajowych strategii sektorowych, w stosunku do których wymagana jest ocena zgodności z SRK oraz 148 innych dokumentów o charakterze strategicznym (plany i programy wieloletnie, założenia, koncepcje). Wśród nich należy wymienić przede wszystkim 4 dokumenty długookresowe, które dają mocne przesłanki do wprowadzania nowoczesnych technologii dla zieleni – zielonych dachów i żyjących ścian w Polsce:

- Polityka ekologiczna Państwa na lata 2003–2006 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2007–2010;
- Krajowa strategia ochrony i umiarkowanego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z programem działań;
- Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020;
- Polityka energetyczna Polski do 2025 roku.

7.3. Polskie normy i regulacje prawne

Realizacja dachu zielonego, w odróżnieniu od kształtowania zieleni poza obiektem budowlanym, stanowi (w rozumieniu formalno-prawnym) roboty budowlane, gdyż przez pojęcie to, z mocy art. 3, ust. 7 Prawa budowlanego, należy *rozumieć budowę obiektu budowlanego (a także prace polegające na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce tegoż obiektu).*

Przez obiekt budowlany, zgodnie z art. 3, ust. 1 Prawa budowlanego *należy rozumieć: budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi, jak też budowlę stanowiącą całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami, a nawet obiekt małej architektury.*

Dach zielony, tak jak każdy inny dach (w tym stropodach), jest integralną częścią budynku lub budowli, przez którą należy rozumieć każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury.

Budowlami są tunele, przepusty, budowle ziemne, obronne (fortyfikacje), ochronne, konstrukcje oporowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, sieci uzbrojenia terenu, budowle sportowe, jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową.

Teren biologicznie czynny

Zielone dachy i żyjące ściany to przyrodniczo funkcjonujące elementy środowiska miejskiego, które korzystnie wpływają na wiele aspektów, m.in. bilans wodny, poprawę klimatu, zwiększenie bioróżnorodności. Nowoczesne technologie dla zieleni zatem w rozumieniu merytorycznym służą tworzeniu **biologicznie czynnych powierzchni**.

Odmienne przedstawia się jednak możliwość uznania ich za teren biologicznie czynny w rozumieniu formalno-prawnym. Zgodnie z § 1, ust. 1 c rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 marca 2009 r. (zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. z 7 kwietnia 2009 r.), przez teren biologicznie czynny należy rozumieć teren z nawierzchnią ziemną urządzoną w sposób zapewniający naturalną roślinność, a także 50% powierzchni tarasów i stropodachów z taką nawierzchnią, nie mniejszą jednak niż 10 m², oraz wodę powierzchniową na tym terenie.

Inaczej przedstawia się kwestia żyjących ścian. Ponieważ z istoty swojej żyjąca ściana nie jest:

- terenem, w tym z nawierzchnią ziemną urządzoną w sposób zapewniający naturalną roślinność;
- tarasem lub stropodachem z taką nawierzchnią;

nie wyczerpuje zatem znamion formalnych niezbędnych do uznania jej za teren biologicznie czynny.

Według przytoczonej powyżej normy połowa sumy powierzchni poszczególnych części dachu zielonego (nie mniejsza jednak niż 10 m²) wliczana jest do powierzchni terenu biologicznie czynnego. „Niedokończona”, wadliwa semantycznie definicja tego przepisu nie uwzględnia jednak ani stymulowania budowy żyjących ścian, ani miąższości dachu. Grubość specjalistycznego substratu implikuje sposób zagospodarowania dachu zielonego, w szczególności możliwość zastosowania na nim nasadzeń drzew i krzewów itp. Niestety utożsamianie przez wielu urzędników potrzeby realizacji dachu zielonego wyłącznie z uzyskaniem terenu zieleni lub nasadzeń zadrzewienia, bez znajomości wszystkich innych korzyści ekologicznych, generuje liczne utrudnienia dla inwestorów [Rabiński 2011].

Kompensacja przyrodnicza

Istotę kompensacji przyrodniczej określa poniżej przytoczony art. 75 Prawa ochrony środowiska o poniższej treści;

- (ust. 1) *W trakcie prac budowlanych inwestor realizujący przedsięwzięcie jest obowiązany uwzględnić ochronę środowiska na obszarze prowadzenia prac, a w szczególności ochronę gleby, zieleni, naturalnego ukształtowania terenu i stosunków wodnych*
- (ust. 2) *Przy prowadzeniu prac budowlanych dopuszcza się wykonywanie i przekształcanie elementów przyrodniczych wyłącznie w takim zakresie, w jakim jest to konieczne w związku z realizacją konkretnej inwestycji.*
- (ust. 3) *Jeżeli ochrona elementów przyrodniczych nie jest możliwa, należy podejmować działania mające na celu naprawienie wyrządzonych szkód, w szczególności przez KOMPENSACJĘ PRZYRODNICZĄ.*
- (ust. 4) *Właściwy organ administracji w pozwoleniu na budowę szczegółowo określa zakres obowiązków, o których mowa w ust. 1 i 3.*
- (ust. 5) *Wymagany zakres kompensacji przyrodniczej w przypadku przedsięwzięć, dla których była przeprowadzona ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko [...], określa decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach oraz inne decyzje, przed wydaniem których została przeprowadzona ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko.*

Analiza powyżej przytoczonego przepisu pozwala stwierdzić, że ustawodawca wprowadza zarówno nakaz (art. 75, ust. 1 Prawa ochrony środowiska) zapewnienia ochrony środowiska w toku prowadzenia prac budowlanych, jak też istotnie ogranicza dopuszczalność przekształcania elementów przyrodniczych (art. 75, ust. 2 Prawa ochrony środowiska).

Organ może bowiem dopuścić do przekształcenia elementów przyrodniczych (np. zezwolić na usunięcie kolidującej z zabudową zieleni wysokiej – zadrzewień) dopiero po równoczesnym (łącznym) spełnieniu dwóch przesłanek formalno-prawnych:

- udowodnieniu przez stronę zaistnienia przesłanki konieczności, a tym samym braku istnienia rozwiązań alternatywnych eliminujących taką konieczność (np. – w przypadku analizowanego przykładu – poprzez przesadzenie a nie ścinę drzew lub zabezpieczenie drzew rosnących zbyt blisko projektowanego wykopu specjalistycznym ekranem korzeniowym a nie ich ścinę itp.);

- oraz udowodnieniu przez stronę niezbędnego zakresu, w rozumieniu wyłącznie zakresu minimalnego (możliwie jak najmniejszej ingerencji, a nie ingerencji optymalnej – wygodnej dla inwestora), nawet jeśli np. adaptacja poszczególnych egzemplarzy drzew lub krzewów powoduje konieczność poniesienia dodatkowych kosztów na zabezpieczenie tych roślin na czas budowy i znoszenia utrudnień w toku prowadzenia prac budowlanych.

Zakres kompensacji przyrodniczej, jeśli dla przedsięwzięcia była wcześniej wykonana ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko (OOS), określa nie tylko decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację inwestycji, lecz również wszystkie *inne decyzje, przed wydaniem których została przeprowadzona ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko* np. zezwalające na usunięcie drzew kolidujących z realizacją inwestycji [Rabiński 2011].

W rozumieniu art. 3, ust. 8 Prawa ochrony środowiska przez **kompensację przyrodniczą** rozumie się (...) *zespół działań obejmujących w szczególności roboty budowlane, roboty ziemne, rekultywację gleby, zalesianie, zadrzewianie lub tworzenie skupień roślinności, prowadzących do przywrócenia równowagi przyrodniczej lub tworzenie skupień roślinności, prowadzących do przywrócenia równowagi przyrodniczej na danym terenie, wyrównania szkód dokonanych w środowisku przez realizację przedsięwzięcia i zachowanie walorów krajobrazowych.*

**Jak wynika z brzmienia powyżej przytoczonego przepisu,
realizacja dachu zielonego stanowi kompensację przyrodniczą
w rozumieniu formalno-prawnym.**

Z mocy art. 330 Prawa ochrony środowiska *kto wbrew ciążącemu na nim, na podstawie art. 75 obowiązki w trakcie prac budowlanych nie zapewnia ochrony środowiska w obszarze prowadzenia prac, podlega karze grzywny.*

Zachowanie się sprawcy wykroczenia, określanego w ww. art. 330 Prawa ochrony środowiska polega na samym niezapewnieniu wymagań ochrony środowiska. Ponieważ ustawodawca nie precyzuje, w jaki sposób inwestor ma dbać o ochronę środowiska w czasie trwania prac budowlanych na obszarze prowadzenia tych prac, zatem każde działanie, które nie spełnia wymagań ochrony środowiska, zarówno wskazanym przykładowo w art. 75 Prawa ochrony środowiska jego elementom, w szczególności zieleni, jak i innym tam nie wskazanym, stanowi w istocie wykroczenie z art. 330 Prawa ochrony środowiska.

Ponadto omawiane wykroczenie z ww. art. 330 Prawa ochrony środowiska jest wykroczeniem formalnym, tzn. nie jest ono uzależnione od nastąpienia jakiegokolwiek skutku, wystarczy samo nieposłuszeństwo sprawcy. Nadto można je popełnić, zgodnie z regułą wyrażoną w art. 5 kodeksu wykroczeń, zarówno umyślnie, jak i nieumyślnie.

Kompensacja przyrodnicza a nasadzenia zastępcze

Choć jak już wspomniano, prawodawca wprowadza w toku realizacji inwestycji nakaz ochrony elementów środowiska (w tym zadrzewień) przed zbyt pochopnym lub nieroztropnym ich eliminowaniem, to jednak dopuszcza w uzasadnionych, a więc koniecznych przypadkach, ingerencję w niezbędnym zakresie, w tym nawet usuwanie tworów przyrody (drzew i zadrzewień), zalecając jednak kompensację przyrodniczą, którą można realizować również poprzez np. *zastąpienie* drzew przeznaczonych do wycinki *innymi drzewami lub krzewami* – co określamy potocznie mianem nasadzeń zastępczych lub zamiennych – co jest działaniem określonym w art. 84, ust. 4 ustawy o ochronie przyrody.

Z mocy art. 84 ustawy o ochronie przyrody:

- (ust. 1) *Posiadacz nieruchomości ponosi opłaty za usunięcie drzew lub krzewów.*
- (ust. 2) *Opłaty nalicza i pobiera organ właściwy do wydania zezwolenia na usunięcie drzew lub krzewów.*
- (ust. 4) *Organ właściwy do wydania zezwolenia [...] odracza [obligatoryjnie – przyp. wł.], na okres 3 lat od dnia wydania zezwolenia, termin uiszczenia opłaty za ich usunięcie, jeżeli zezwolenie przewiduje [...] zastąpienie innymi drzewami lub krzewami.*
- (ust. 5) *Jeżeli [...] posadzone w zamian drzewa lub krzewy zachowały żywotność po upływie 3 lat [...] lub nie zachowały żywotności z przyczyn niezależnych od posiadacza nieruchomości, należność z tytułu ustalonej opłaty za usunięcie drzew lub krzewów podlega [obligatoryjnie – przyp. wł.] umorzeniu.*

Kompensację przyrodniczą jak też nasadzenia zastępcze można w rozumieniu formalno-prawnym realizować na dachach zielonych, gdyż autorom nie znany jest żaden przepis prawny to wykluczający. W miejscu tym należy wskazać, iż **zasada legalności** wyrażona w art. 6 k.p.a. nakłada na organa administracji obowiązek *działania na podstawie przepisów prawa*. To znaczy, że wszelkie czynności podejmowane w toku prowadzonego postępowania administracyjnego muszą być podejmowane (obligatoryjnie) *z mocy konkretnego, obowiązującego przepisu prawa i wyłącznie w granicach prawa* – orzecznictwo NSA jest tu również jednolite.

Zgodnie z wyrokami Naczelnego Sądu Administracyjnego, w tym: z 17 listopada 1982 r., sygn. akt: II S.A. 1474/82 [publikowany: ONSA 1982 nr 2 poz. 107, GAP 1986/1 str. 44, OSPiKA 1983/7–8 poz. 142, OSPiKA 1984/6 poz. 138]:

- *Organ administracji działając zgodnie z ogólną zasadą legalności, wyrażoną w art. 6 k.p.a., nie może nałożyć na obywatela jakiegokolwiek obowiązku [w tym realizacji nasadzeń zastępczych lub kompensacji przyrodniczej na tzw. gruncie rodzimym – przyp. wł.], jeśli nie wykaże, że upoważnia go do tego konkretny przepis prawa.*
- *Organ administracji zatem, wydając decyzję, nie może ani nałożyć na obywatela obowiązku, ani odmówić przyznania uprawnienia [w tym realizacji nasadzeń zastępczych lub kompensacji przyrodniczej na tzw. dachu zielonym – przyp. wł.], jeżeli nie wykaże, że uprawniają go do tego konkretne przepisy prawa.*
- *Są to podstawowe zasady działania aparatu administracji państwowej w praworządnym państwie.*

Uczestnicy procesu budowlanego

Do realizacji dachów zielonych zarówno bez błędów, jak też w sposób legalny (to znaczy zgodny z przepisami obowiązującego prawa), niezbędne jest współdziałanie uczestników procesu budowlanego (art. 17 Prawa budowlanego). Każdy z nich powinien wykazać się zwiększoną świadomością w zakresie ochrony środowiska, a zwłaszcza zagadnień dotyczących rozwiązań ekologicznych:

- Inwestor powinien być świadomy potrzeb ekologicznych i profitów ekonomicznych związanych z realizacją takiego zagospodarowania;
- inspektor nadzoru inwestorskiego powinien charakteryzować się nie tylko wymaganą wiedzą ogrodniczą, agrotechniczną, fitosanitarną, lecz również specjalistyczną budowlaną w zakresie struktury dachu zielonego oraz doświadczeniem zawodowym przy realizacji przedmiotowych prac;
- projektant powinien być kompetentny – a nie przypadkowy – przeszkolony, a najlepiej certyfikowany przez firmę, której system projektuje, ubezpieczony – od odpowiedzialności za ewentualne błędy – jeśli samodzielnie projektuje dach zielony niesystemowy;
- kierownik budowy lub kierownik robót powinien charakteryzować się nie tylko wymaganą wiedzą ogólnobudowlaną, lecz także specjalistyczną: agrotechniczną, w zakresie struktury dachu zielonego,

doborów roślin, zasad wykonywania robót ogrodniczych na nawierzchniach nieprzepuszczalnych, ochrony fitosanitarnej itp., oraz doświadczeniem zawodowym przy realizacji przedmiotowych prac [wg Rabiński 2011].

Inwestor musi być świadomy zarówno potrzeby realizacji proekologicznej konstrukcji, jak też zyskowności finansowej takiego przedsięwzięcia.

Zarówno kierownik budowy, jak i podmiot realizujący roboty (wykonawca) przy dachu zielonym, z uwagi na skomplikowanie tych prac oraz potrzebny (nietypowy) zakres specjalistycznej wiedzy powinni być wybrani wyłącznie spośród profesjonalistów specjalizujących się w realizacji dachów zielonych, ponieważ zgodnie z art. 5, ust. 1 Prawa budowlanego *Obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, nie tylko projektować i budować w sposób określony nie tylko w przepisach, w tym techniczno budowlanych, lecz również zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:*

- (pkt. 1) *spełnienie wymagań podstawowych dotyczących (lit. d) odpowiednich warunków ochrony środowiska.*
- (pkt. 2) *warunki użytkowe zgodne z przeznaczeniem obiektu, w szczególności w zakresie: (lit. b) usuwania [...] wody opadowej.*

Pomocnym rozwiązaniem w razie braku specjalisty posiadającego ww. wymagany zasób wiedzy, umiejętności i doświadczenia zawodowego jest zatrudnienie poza kierownikiem **budowy** legitymującym się wiedzą specjalistyczną i ogólnobudowlaną, również kierownika **robót**, który z kolei dysponuje wiedzą oraz doświadczeniem ogrodniczym i agrotechnicznym, gdyż z mocy art. 24, ust. 2 Prawa budowlanego cyt.: *Przepisy ust. 1 oraz art. 22 i art. 23 stosuje się odpowiednio do kierownika robót.*

Dla powodzenia całego przedsięwzięcia zakładania zielonego dachu niezbędny jest jego prawidłowy nadzór. Nadzór na budowie z uwagi na podmiot, który go sprawuje, dzielimy na:

- autorski – w sytuacji gdy inwestor z mocy art. 18, ust. 3 Prawa budowlanego zobowiąże projektanta do sprawowania nadzoru autorskiego;
- inwestorski, gdyż z mocy:
 - art. 18, ust. 2 Prawa budowlanego: *Inwestor może (fakultatywnie) na budowie ustanowić inspektora nadzoru inwestorskiego;*

- art. 19, ust. 1 Prawa budowlanego: *Właściwy organ może w decyzji o pozwoleniu na budowę nałożyć na inwestora obowiązek ustanowienia inspektora nadzoru inwestorskiego, a także obowiązek zapewnienia nadzoru autorskiego, w przypadkach uzasadnionych wysokim stopniem skomplikowania obiektu lub robót budowlanych bądź przewidywanym wpływem na środowisko. Zwrócić uwagę należy, że podstawą nałożenia obowiązku sprawowania nadzoru jest zarówno przewidywany (a nie rzeczywisty) wpływ na środowisko, jak też wysoki stopień skomplikowania robót budowlanych. Z obydwoma przesłankami mamy do czynienia przy realizacji dachu zielonego;*
 - techniczny – w sytuacji gdy nadzór jest zlecany przez wykonawcę robót, a nie inwestora.

Wiele dachów zielonych zostało zrealizowanych nieprawidłowo już w toku ich budowy. Zbyt często brakuje nadzoru w ogóle lub nadzoru wykonywanego przez kompetentnego inspektora

Liczne dachy zielone, nawet te zrealizowane prawidłowo, zostały następnie doprowadzone do niewłaściwego stanu z powodu braku ich właściwej pielęgnacji lub rażących uchybień w bieżącej eksploatacji [Rabiński 2011].

7.4. Certyfikaty

Ewa Walter, Daniel Skarżyński

Brak szczegółowych wytycznych i norm w Polsce dla wykonywania zielonych dachów i żyjących ścian powoduje, że powstaje wiele tego typu przedsięwzięć realizowanych w sposób teoretycznie zgodny z prawem, ale często wadliwy, niedopracowany, ze słabej jakości materiałów. Jednym z rozwiązań, które mogą pomóc w rozpowszechnianiu „dobrych praktyk” i dobrej jakości technologii, jest proces certyfikacji.

Wiodącymi certyfikatami na rynku europejskim są BREEAM oraz LEED, cenne w wyznaczaniu standardów dla budownictwa ekologicznego. By przybliżyć charakter i sposób ich wydawania, poniżej opisano szczegółowo certyfikat LEED.

Certyfikat LEED

Certyfikat LEED potwierdza zastosowanie w procesie budowy oraz w okresie funkcjonowania obiektu tzw. rozwiązań zrównoważonych, pozwalających na obniżenie

m.in. zużycia energii podczas prowadzenia prac budowlanych, minimalizację odpadów, wtórne wykorzystanie surowców czy wykorzystanie technologii gwarantującej niższą emisję CO₂. Ponadto wykorzystanie ekologicznych rozwiązań podczas etapu konstrukcyjnego pozwala na wygospodarowanie znaczących oszczędności w trakcie eksploatacji budynku. Budownictwo zrównoważone pozwala oszczędzić od 30% do 50% energii, około 30% wody, 39% emisji CO₂ do atmosfery oraz aż 70% odpadów w porównaniu do konwencjonalnych budynków.

Kluczowym elementem ekologicznego budownictwa jest minimalizacja wskaźników energochłonności eksploatacyjnej budynków. W fazie projektowania obiektu zwraca się uwagę przede wszystkim na lokalizację budynku, jego kształt, a także usytuowanie pomieszczeń w zależności od ich funkcji i czasu użytkowania, dzięki czemu można rozplanować schemat wykorzystania energii słonecznej. Zastosowanie pokryć dachowych, w tym zielonych dachów, o wysokim współczynniku odbicia słonecznego (SRI = co najmniej 29) pozwala na zmniejszenie efektu miejskiej wyspy ciepła, zminimalizowanie oddziaływań na mikroklimat oraz środowisko życia ludzi, roślin i zwierząt.

Certyfikat LEED przyznawany jest wg klasyfikacji punktowej w zakresie spełnienia wymogów budownictwa zrównoważonego i obejmuje następujące zagadnienia:

- racjonalne wykorzystanie zasobów,
- lokalizację budynku (w tym stopień naturalnego oświetlenia budynku i pomieszczeń),
- efektywność energetyczną,
- oszczędność wody (w tym wykorzystanie wody deszczowej),
- ograniczenie emisji CO₂,
- jakość powietrza wewnątrz budynku (w tym bezwzględny zakaz palenia wewnątrz budynku),
- organizację terenów zielonych wokół inwestycji i wybór roślinności na nich występującej,
- dobór materiałów przyjaznych środowisku,
- wykorzystanie środków czystości,
- zagospodarowanie odpadów (segregacja surowców wtórnych),
- kształtowanie świadomości środowiskowej użytkowników budynku (programy edukacyjne) itp.

Aby uzyskać certyfikat LEED, nowy lub istniejący budynek musi zostać poddany ocenie przez U.S. Green Building Council (Amerykańską Radę Zielonego Budownictwa) w sześciu kategoriach, w ramach których można uzyskać następującą maksymalną liczbę punktów (Tabela 8).

Tabela 8. Wykaz maksymalnej liczby punktów przyznawanych w określonej kategorii certyfikatu LEED

Lp.	Kategorie	Maksymalna liczba punktów
1	Zrównoważona lokalizacja	26
2	Wydajność zużycia wody	10
3	Zużycie energii	35
4	Materiały i zasoby naturalne	14
5	Proekologiczność wnętrza obiektu	15
6	Innowacyjność i rozwiązania projektowe	6
7	Priorytety regionalne	4
Maksymalna łączna liczba punktów:		110

Liczba przydzielanych punktów zależy od wyników, jakie budynek osiąga w powyższych kategoriach, natomiast o poziomie certyfikacji decyduje suma otrzymanych punktów:

- Certyfikat LEED – 40–49 punktów
- Certyfikat LEED – Poziom srebrny – 50–59 punktów
- Certyfikat LEED – Poziom złoty – 60–79 punktów
- Certyfikat LEED – Poziom platynowy – 80 punktów i więcej

Przy wykorzystaniu technologii zielonych dachów oraz żywych ścian możliwe jest uzyskanie punktów w poszczególnych kategoriach (Tabela 9).

Tabela 9. Wykaz kategorii, w których mieści się stosowanie nowatorskich technologii dla zieleni

Lp.	LEED® Kategorie	Kredyty	Punkty
1	Zrównoważona lokalizacja	Monitorowanie liczby szkodników, kontrola erozji oraz planu zagospodarowania przestrzennego	1
		Rozwój przestrzeni: ochrona lub przywracanie otwartych siedlisk	1
		Kontrola jakości wód opadowych	1
		Redukcja efektu miejskiej wyspy ciepła	1
		Redukcja zanieczyszczenia światłem	1
2	Wydajność zużycia wody	Zrównoważone gospodarowanie wodą w krajobrazie	1–5
3	Zużycie energii	Optymalizacja parametrów efektywności energetycznej	1–18
4	Materiały i zasoby naturalne	Zrównoważone wyposażenie	1
5	Proekologiczność wnętrza obiektu	Najlepsze praktyki zarządzania IAQ: redukcja cząstek stałych w dystrybucji powietrza	1
		Komfort użytkowników	1
		Zintegrowana ochrona roślin we wnętrzach	1
6	Innowacyjność i rozwiązania projektowe	Innowacyjne rozwiązania	1–4
Maksymalna łączna liczba punktów:			36

Szczegółowy opis kategorii został zamieszczony poniżej.

Ad 1. ZRÓWNOWAŻONA LOKALIZACJA

Monitorowanie liczby szkodników, kontrola erozji oraz planu zagospodarowania przestrzennego:

- Ochrona roślin na zewnątrz: kontrola liczby szkodników stanowi część programu utrzymania roślin. Na zielonych dachach oraz żywych ścianach możliwe jest stosowanie jedynie środków ochrony w 100% pochodzenia organicznego.
- Wykorzystanie naturalnych odpadów terenowych: zebrany podczas przycinki roślin materiał organiczny powinien być poddany kompostowaniu i ponownie użyty.
- Redukcja nawozów chemicznych: na terenie zieleni używany jest tylko i wyłącznie nawóz organiczny i to w niewielkich ilościach.

Rozwój przestrzeni: ochrona lub przywracanie otwartych siedlisk

Tereny naturalne zastąpione inwestycją powinny być odtworzone przy zastosowaniu technologii zielonych dachów oraz żywych ścian, zapewniając siedlisko rozwoju dla roślin i zwierząt. Do nasadzeń użyte są jedynie rodzime i lokalne gatunki roślin.

Kontrola jakości wód opadowych

Woda opadowa może być częściowo magazynowana w profilach dachu zielonego, co spowalnia jej odpływ do kanalizacji miejskiej. Dodatkowo zastosowanie zbiorników retencyjnych umożliwia wykorzystanie zgromadzonej wody do podlewania zielonego dachu lub żywej ściany. System ten pozwala na zwiększenie występowania lokalnej infiltracji oraz ewapotranspiracji. System korzeniowy roślin (oraz mikroorganizmy żyjące w ich pobliżu) przyczyniają się do znacznego oczyszczania wody, która trafia z powrotem do środowiska. Systemy zielonych dachów oraz żywych ścian pozwalają na optymalizację programu zarządzania wodą opadową.

Redukcja efektu miejskiej wyspy ciepła

Rośliny w sposób naturalny ochładzają otoczenie absorbując promieniowanie słoneczne. Zielony dach oraz żywa ściana pozwalają na obniżenie temperatury powierzchniowej (elewacji lub dachu) nawet o 10°C, minimalizując ilość ciepła oddawanego do otoczenia przez budynki.

Redukcja zanieczyszczenia światłem

Sztuczne oświetlenie wewnętrznych żywych ścian programowane jest automatycznym sterownikiem, umożliwiając zrównoważone zużycie energii oraz regulowanie czasu doświetlania.

Ad 2. WYDAJNOŚĆ ZUŻYCIA WODY

Zrównoważone gospodarowanie wodą w krajobrazie

Zgromadzona woda deszczowa może być użyta w systemie nawadniania (pod zielone dachy oraz żywe ściany) minimalizując użycie do tych celów wody pitnej lub z zasobów naturalnych. W tego typu systemach wykorzystuje się roślinność o zwiększonej tolerancji na brak wody oraz występowanie okresu suszy. Czujniki wilgotności oraz opadu deszczu pozwalają na kontrolowanie czasu nawadniania wyłączając system, kiedy nie jest on potrzebny.

Ad 3. ZUŻYCIE ENERGII

Optymalizacja parametrów efektywności energetycznej

Zielone dachy oraz żywe ściany mogą pomóc w poprawie wydajności energetycznej budynku dzięki naturalnym właściwościom izolacyjnym. Obniżenie temperatury wewnątrz pomieszczeń o 7°C bez zastosowania klimatyzacji pozwala na uzyskanie oszczędności energii rzędu 20% w skali roku.

Ad 4. MATERIAŁY I ZASOBY NATURALNE

Zrównoważone wyposażenie

- Dostarczane materiały oraz rośliny pochodzą z lokalnego rynku.
- Materiały i komponenty systemu wykonane są w procesie recyklingu.

Ad 5. PROEKOLOGICZNOŚĆ WNĘTRZA OBIEKTU

Najlepsze praktyki zarządzania IAQ: redukcja cząstek stałych w dystrybucji powietrza

We wnętrzach zastosowanie żywej ściany pozwala na uzyskanie efektu naturalnego filtra powietrza. Większość stosowanych gatunków wykazuje właściwości oczyszczania powietrza z lotnych komponentów organicznych (VOC's), takich jak aceton, węglowodory aromatyczne, chlor oraz metan. Pozwala to na znaczną poprawę jakości powietrza w środowisku, w którym przebywa człowiek.

Komfort użytkowników

Zastosowanie systemów zielonych dachów oraz żywych ścian pozwala na uzyskanie podwyższonego komfortu termicznego, akustycznego, estetycznego oraz wyższej jakości powietrza (przebywanie człowieka wśród zieleni).

Zintegrowana ochrona roślin we wnętrzach

Monitorowanie szkodników oraz chorób roślin stanowi część programu pielęgnacji. Na zielonych dachach oraz żywych ścianach możliwe jest stosowanie jedynie środków ochrony w 100% pochodzenia organicznego.

Ad 6. INNOWACYJNOŚĆ I ROZWIĄZANIA PROJEKTOWE

Innowacyjne rozwiązania

Wykorzystanie aktualnych technologii zielonych dachów oraz żywych ścian stanowi o innowacyjności powstającego obiektu. Integracja budynku z otoczeniem oraz odtworzenie siedlisk dla roślin i zwierząt stanowi kluczowy element zrównoważonego budownictwa.

[Źródło: materiały wydane przez U.S. Green Building Council].

Obecnie w Polsce poddano certyfikacji 6 projektów (na całym świecie 9541 projektów certyfikowanych) – 3 na poziomie Gold oraz 3 na poziomie Silver. Jak dotąd nie udało się uzyskać w Polsce certyfikacji na poziomie Platinum.

Polskie projekty z certyfikatem LEED:

- Rondo 1 – certyfikat LEED EBOM na poziomie Gold;
- Deutsche Bank Green Branch Warsaw – certyfikat LEED CI na poziomie Gold;
- Zebra Tower – certyfikat LEED CS na poziomie Gold;
- Fabryka BorgWarner – certyfikat LEED NC na poziomie Silver;
- Siedziba Skanska Property Poland – certyfikat LEED CI na poziomie Silver;
- Deutsche Bank Green Branch Trio – certyfikat LEED CI na poziomie Silver.

Inne certyfikaty

Certyfikat jakości może być wydawany przez instytucje gromadzące specjalistów w dziedzinie wykonywania zielonych dachów i ścian, działające zgodnie z polskim prawodawstwem, np. różnego rodzaju organizacje o profilu technicznym takie jak specjalistyczne stowarzyszenia zrzeszające.

Rozdział 8. Aspekty prawne dotyczące zielonych dachów w Szwajcarii

Magdalena Mioduszevska

.....

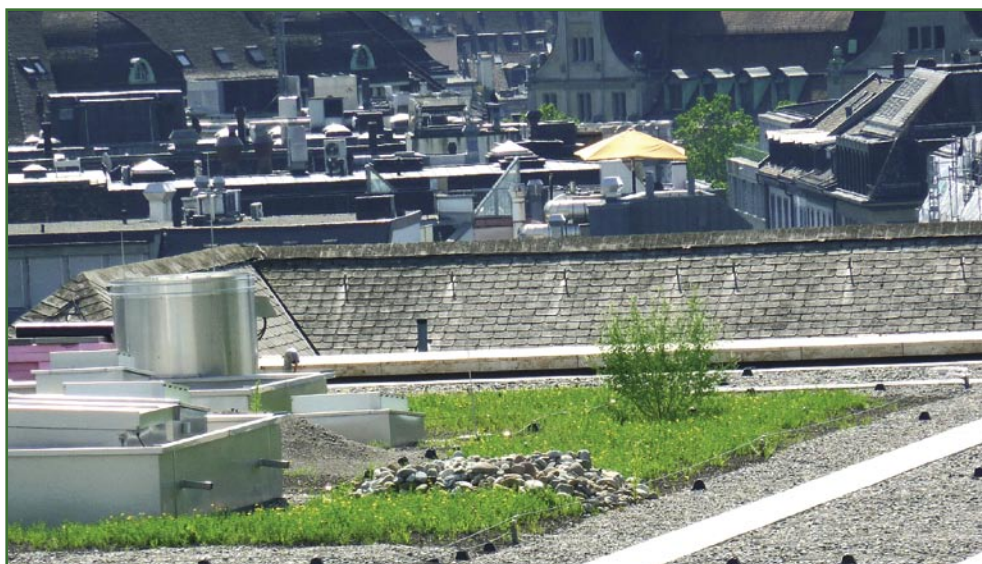
Obecnie w większości miast szwajcarskich technologia dachów zielonych jest nowoczesnym wymogiem prawnym dotyczącym nowych dachów płaskich, ujętym w prawie budowlanym. Przepis ten egzekwowany jest na poziomie prawa komunalnego, nie krajowego. Powodem jest charakter przepisów. Regulacje związane ze szczegółami wykonania budowli oraz wymogi związane z wybraną technologią i jakością wykonania zawarte są w przepisach lokalnych. Prawo budowlane krajowe i kantonalne definiuje jedynie główne, podstawowe wymagania standardu wykonania budowli (detale techniczne konstrukcji, wymogi bezpieczeństwa itp.).

Zurych

Tekst przygotowany na podstawie prezentacji Bettiny Tschander, Grün Stadt Zürich

W zuryskim prawie budowlanym istnieją dwa przepisy dotyczące dachów zielonych. Pierwszy z nich, na poziomie prawa obowiązującego w kantonie, umożliwia zazielenianie dachów płaskich na budynkach komunalnych z zastrzeżeniem, iż rekomendowany projekt zazielenienia nie utrudnia nadmiernie użytkowania tych terenów. Drugi przepis, na poziomie zuryskiego prawa budowlanego, ustanawia, iż wszystkie dachy płaskie muszą być zazielenione, jeśli nie są używane jako taras oraz jest to rekomendowane z uwagi na techniczne i ekonomiczne aspekty instalacji. Druga część tego przepisu nazywana jest klauzulą współmierności. Obecnie prowadzona jest inicjatywa, by poprawić jakość wykonywanych dachów zielonych poprzez dodanie do przepisu pojęcia „wartości ekologicznej”, co pozwoliłoby władzom miasta na większą kontrolę jakości instalowanych dachów zielonych z punktu widzenia ekologii.

Rozróżniane są dwa procesy budowlane: standardowy i specjalny. W przypadku obu procesów obowiązek zazielenienia dachu jest wyznaczony w pozwoleniu budowlanym. W standardowym procesie budowlanym dach zielony jest jedynie rekomendowany, a jakość wykonania zależy wyłącznie od właściciela. W specjalnym procesie budowlanym miasto oferuje konsultacje, a właściciel musi otrzymać akceptację planu zaprojektowanego dachu.



Fot. 15. Dach zielony zaprojektowany z myślą o bioróżnorodności; kamienie i pagórek utworzony z piasku stwarzają odmienne warunki siedliskowe dla roślin i zwierząt, Zurych [autor: M. Mioduszewska].

Jakość wykonanych dachów zielonych jest bardzo różnorodna. Jeśli nie istnieje standard wykonywania, najczęściej podczas instalacji wykorzystywane są tradycyjne technologie z maksymalnie 8 cm warstwą substratu. Najwyższą jakością charakteryzują się dachy, które wykonane są ze szczególnym uwzględnieniem kompensacji ekologicznej. By wspomóc proces projektowania wartościowych ekologicznie dachów, stworzono specjalną listę, według której określa się cechy charakteryzujące taką instalację. Lista ta dostępna jest na stronie internetowej miasta, gdzie użytkownik może również się zapoznać z innymi aspektami, wymogami oraz zaletami dachów zielonych, takimi jak chociażby najważniejsze właściwości substratów jako warstwy wegetacyjnej dachu zielonego czy sposób tworzenia naturalnych zbiorowisk roślinnych i propagowanie naturalnych ekosystemów, tworzących dachy zielone o najwyższej jakości.

W przypadku gdy zostanie podjęta decyzja o przeprowadzeniu specjalnego procesu budowlanego, ustalane są dodatkowe kryteria, jakim musi podlegać wykonany dach zielony. Właściwości i aranżacja warstwy substratu to najważniejsze kryterium wartości ekologicznej dachu, które decyduje, czy roślinność będzie składała się z monokultur, często nie osiągając pełnego zazielenienia dachu, czy ustabilizuje się bioróżnorodne siedlisko roślinne, wartościowe również ze względu na ochronę przyrody. Dobrze wykonany projekt warstwy roślinności gwarantuje różnorodne siedliska, które można stworzyć chociażby przez

zaprojektowanie wzniesień lub pasm z substratu na statycznie dogodnych miejscach konstrukcyjnych, pozwalających na większe obciążenia dachu. Wystarczy zapewnić różnorodne strukturalnie powierzchnie o wysokości 6, 8, 10, 15 lub 20 cm wykorzystując substrat użyty podczas instalacji lub inny materiał, np. żwir, żwir z piaskiem, który jeszcze zwiększy wartość ekologiczną wprowadzając odmienne warunki siedliskowe.

Bardzo nieliczne projekty, w których zrezygnowano z zazielenienia dachu w Zurychu, jak również integracja prawa jako normy w kontekście instalowania dachów zielonych na nowo powstających budynkach świadczą o sukcesie wprowadzanych zmian. Władze miasta dostrzegają jednak pewne ograniczenia:

- renowacja dachu nie wymaga pozwolenia budowlanego, z tej racji miasto nie ma wpływu na wprowadzanie technologii dachów zielonych,
- dachy na starszych budynkach nie są zazielenione,
- nie istnieją pełne dane dotyczące zazieleniania dachów.

W związku z wyżej wymienionymi problemami władze miasta Zurych uważają, że potencjał technologii dachów zielonych w mieście nie jest wykorzystywany. To szczególnie ważny temat ze względu na korzyści, które niesie ze sobą ta technologia, a które miasto dostrzega. Zarządzanie wodą opadową i zapobieganie szybkiemu przeciążeniu kanalizacji poprzez filtrację wody przez substrat, wpływ na gospodarkę energetyczną budynków oraz zapobieganie efektowi wyspy cieplarnianej to tylko niektóre z nich.



*Fot. 16. Nowo zainstalowany dach wraz z panelami słonecznymi, Zurych
[autor: M. Mioduszewska].*

Aby wykorzystać w pełni potencjał dachów zielonych, Grün Stadt Zürich, departament zajmujący się zielenią w mieście, rozpoczął projekt opracowania bardziej szczegółowych regulacji dla dachów zielonych w kontekście różnych aspektów.

1) Usprawnienie przepisów prawnych:

- ustanowienie norm standardu technicznego (SIA);
- kodyfikacja jakości dachu zielonego w przepisach budowlanych jako norma wykonania. Zapewnia to prawne podstawy do wymagania odpowiednio określonej jakości wykonania instalacji przez miasto.

2) Konfiguracja usług konsultingowych jako ważne narzędzie do promowania dachów zielonych.

3) Jakość wykonania dachów zielonych należy poprawić poprzez:

- porównywalnie, jak w sytuacji opracowania substratu do nasadzeń drzew na chodnikach, należy wypracować substrat zawierający naturalną, okoliczną glebę dla celów zrównoważonego rozwoju;
- nasiona użyte do zazieleniania dachu powinny reprezentować naturalny biotop regionu; bardzo duży nacisk kładzie się na produkcję lokalną;
- wprowadzenie nowej listy z zaleceniami/standardami wykonania wartościowych ekologicznie dachów zielonych, umieszczonej na stronie internetowej miasta, dostępnej dla architektów i architektów krajobrazu.

4) Wspieranie projektów flagowych:

- innowacyjne dachy zielone, reprezentujące siedliska naturalne,
- dachy posiadające również technologie kolektorów i paneli słonecznych, kreujące przestrzeń dla rolnictwa miejskiego,
- dachy specjalnie przeznaczone do celów gospodarki wodą opadową,
- dachy świadczące usługi rekreacyjne.

5) Tworzenie zachęt – planowane przedsięwzięcia:

- skorygowanie opłaty za wodę deszczową. Obecnie na jej wysokość nie ma wpływu fakt, że dach pokryty jest roślinnością. Jednak odpływ wody deszczowej jest wówczas wyraźnie mniejszy w porównaniu z tradycyjnie wykonanym dachem. Jeśli właściciel będzie miał korzyść finansową dzięki wykorzystaniu technologii dachów zielonych, będzie miał motywację do aktywnego zazielenienia dachu nawet podczas renowacji i bez dyrektyw władz.

- 6) Kontrola efektywności umożliwiająca wgląd we wzrost ilościowy oraz powierzchniowy zazielenionych dachów w Zurychu oraz kontrolę ich jakości:
- analiza zdjęć lotniczych,
 - kontrola jakości w następstwie budowy.

Najczęściej występujące problemy na dachach zielonych dotyczą słabej kondycji roślin, stojącej wody oraz zaniechania przeprowadzania zabiegów pielęgnacyjnych. Słaba kondycja roślin, a co za tym idzie występowanie dużych powierzchni bez żadnej roślinności, może być konsekwencją nieodpowiedniej głębokości lub kompozycji substratu, bądź też niefortunnego okresu siewu, np. w sezonie letnim lub późną jesienią. Stojąca woda na dachach o zerowym spadku wskazuje zazwyczaj na źle zaprojektowane odpływy bądź nieodpowiedni rodzaj substratu, który uniemożliwia filtrację. Niewystarczająca pielęgnacja może być przyczyną wielu problemów z roślinnością, ale również może zagrażać innym instalacjom na dachu. Zbyt dużo składników odżywczych, które mogą pochodzić z substratu bądź nieusuwanej z dachu biomasy, może doprowadzić do powstania monokultur, które nie mają dużej wartości ekologicznej, natomiast zbyt intensywny wzrost roślin może zakłócić funkcjonowanie ogniw fotowoltaicznych lub kolektorów słonecznych. Coroczne wizyty kontrolne powinny zapobiec występowaniu takich problemów.



Fot. 17. Roślinność na dachu z nieodpowiednio skomponowanym substratem, Zurych [autor: M. Mioduszewska].



Fot. 18. Roślinność na ponad stuletnim dachu zielonym wraz z naturalnie występującymi orchideami, Wollishofen [autor: M. Mioduszevska].

Bazylea

Tekst przygotowany na podstawie materiałów udostępnionych przez władze miasta Bazylei

Obecnie istniejący, wysoko rozwinięty rynek dachów zielonych w mieście Bazylea powstał przede wszystkim w rezultacie długotrwałej i nieustającej promocji i rozwoju tej technologii. Polityka energetyczna miasta, opierająca się na czterech filarach: subwencje, moc egzekwowania prawa energetycznego, sprawny system opodatkowania energii oraz wykorzystanie energii odnawialnej (panele słoneczne), wyznacza kierunek podejmowanych przedsięwzięć.

Początek procesu implementacji technologii dachów zielonych w procesie budowlanym rozpoczął się w Bazylei już w latach 80. W tym czasie przeprowadzony został innowacyjny projekt, który dotyczył rozbudowy kompleksu budynków należących do Szpitala Uniwersyteckiego w Bazylei. Zakładał on wykorzystanie technologii dachów zielonych na wszystkich budynkach należących do szpitala. Jednym z głównych celów tej koncepcji było stworzenie dla pacjentów szpitala jak najlepszych warunków do szybkiego powrotu do zdrowia.

We wczesnych latach 90. w Bazylei wprowadzono innowacyjny – nawet na warunki szwajcarskie – przepis dotyczący wspierania oszczędzania energii w mieście, który można ogłosić „kamieniem milowym” w historii implementacji technologii dachów zielonych. Według omawianego przepisu 5% z rachunków za energię wszystkich mieszkańców przeznaczają się na „Fundusz Oszczędzania Energii”.

Dzięki uzyskanym w ten sposób środkom każdego roku urząd miasta Bazylea przeprowadza kampanie promocyjne, wspierające oszczędzanie energii, a co za tym idzie generowanie oszczędności dla miasta. Kampanie mają bardzo duży zasięg tematyczny, dotychczas przeprowadzano akcje zatytułowane: „Lepsze okna”, „Lepsza lodówka”, „Lepsze oświetlenie”, „Lepsza wentylacja” itp. Z funduszu finansowane są przedsięwzięcia mające wspierać wszelkie działania prowadzące do długoterminowych oszczędności energii dla miasta. Także badania, mające wspomóc kampanie promocyjne i wypracowanie nowych standardów czy technik są ujęte w budżecie funduszu. Technologia dachów zielonych wliczana jest w działania wspierające takie przedsięwzięcia. Do korzyści płynących z dachów zielonych zalicza się również poprawę izolacji oraz redukcję zużycia energii



*Fot. 19. Dach zielony Klinikum 2, 2011 r.
[autor: M. Mioduszevska].*

przez budynek. Przełomem dla promocji technologii dachu zielonego był obchodzony w 1995 r. Europejski Rok Ochrony Przyrody. Władze kantonu, które dostrzegły istotną rolę zieleni na dachach w przestrzeni miejskiej i jej pozytywny wpływ na jakość powietrza, mikroklimat miasta oraz gospodarowanie zasobami wody, ale przede wszystkim oszczędność energii elektrycznej, zorganizowały wówczas kampanię promocyjną dachów zielonych, wspartą zachętami finansowymi dla inwestorów.



Fot. 20. Dach zielony w Bazylei [autor: A. Jaskuła].



Fot. 21. Roślinność dachu zielonego w Bazylei [autor: M. Mioduszevska].

Kampania zatytułowana „Lepszy dach” poruszała kwestie zarówno oszczędności energii, jak również ochronę naturalnych siedlisk. W sumie w ramach kampanii przeznaczono 1 milion CHF na subwencje dla właścicieli budynków, wspomagające instalacje dachów zielonych. W ciągu 18 miesięcy pokryto roślinnością 120 bazylejskich dachów o łącznej powierzchni 85 tysięcy m² oraz zaoszczędzono 4 mln kWh energii elektrycznej. Sukces kampanii wymagał bardzo intensywnej współpracy wszystkich branż i środowisk zaangażowanych w poprawę sytuacji miasta oraz postęp technologii dachów zielonych. Podczas realizacji poszczególnych dachów architekci, planiści oraz wykonawcy mieli okazję zapoznać się z „dobrą praktyką” tej technologii i po zakończeniu kampanii wykorzystać na-byte doświadczenie. Wypracowano również nowy standard w izolacji i zazielenianiu dachów, co doprowadziło do zaostreżenia prawa energetycznego w 1999 r.



Fot. 22. Patio nad parkingiem podziemnym budynku mieszkalnego, Bazylea [autor: M. Mioduszevska].

Po sukcesie kampanii kanton Bazylei przegłosował w 2002 roku wprowadzenie poprawki do przepisów budowlanych (paragraf 72), według którego wszystkie nowo wybudowane budynki posiadające dach płaski oraz dachy podlegające renowacji muszą być zazielenione. Przepis ten uzasadniają liczne korzyści płynące z technologii dachów zielonych, ich pozytywny wpływ na klimat miasta oraz rozpoznanie potencjału dachów zielonych jako siedlisk wspomagających zwiększanie bioróżnorodności w mieście i ochronę przyrody. By wspomóc rozwój dachów zielonych, wypracowano wytyczne dotyczące instalacji dachów zielonych dla Bazylei:

- wykorzystany substrat powinien należeć do regionalnej gleby – zaleca się konsultacje z ogrodnikiem,

- warstwa substratu powinna wynosić około 10 cm,
- kopce o wysokości 30 cm i szerokości 3 m powinny być uwzględniane w projektach, by zapewnić siedliska dla bezkręgowców,
- roślinność dachowa powinna odzwierciedlać naturalną roślinność Bazylei,
- podczas projektowania i realizacji dachów zielonych o powierzchni większej niż 1000 m² konieczne są konsultacje z miejskim ekspertem od dachów zielonych.

Dzięki zmianie przepisów i zwiększonym nakładom finansowym na dotacje druga kampania promocyjna przeprowadzona w latach 2005–2006 zakończyła się stworzeniem kolejnych 2 tysięcy dachów zielonych. Nad organizacją i budżetem obu kampanii czuwał Departament Środowiska i Energii kantonu Bazylei we współpracy z lokalnymi przedsiębiorstwami, uczelniami i organizacjami społecznymi. Podczas drugiej kampanii obrano sześć głównych celów:

- 1) 200 hektarów dachów płaskich jest wciąż niewykorzystanych, należy zazielenić minimum 35 tys. m².
- 2) Uwzględnienie technologii dachu zielonego we wczesnym stadium projektowania pozwoli na uzyskanie zwiększonej dotacji rządu w wysokości 40 CHF za metr kwadratowy zamiast 30 CHF.
- 3) Do zazielenienia dachu powinien być wykorzystany naturalny substrat o minimalnej wysokości 8 cm.
- 4) Zaostrzenie prawa energetycznego do $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- 5) Integracja projektu dachu z krajobrazem.
- 6) Przedsiębiorcy muszą przeznaczać 1 CHF za m² dachu na projekt wspomagający bezdomnych ludzi w Wietnamie.

Długoterminowym efektem obu kampanii są znacznie niższe koszty założenia dachu zielonego, które spadły ze 100 CHF do 20 CHF za metr kwadratowy. Częściowo niezależny charakter przepisów legislacyjnych na poziomie kantonu umożliwił wprowadzenie zmian w przepisach budowlanych Bazylei pod przewodnictwem wydziału Budownictwa i Transportu, wraz z ekspertem od dachów zielonych (dr. S. Brenneisenem) oraz środowiskami zainteresowanymi technologią dachów zielonych. Po przeprowadzeniu drugiej kampanii postanowiono oszacować liczbę i powierzchnię dachów zielonych w mieście Bazylea. W wyniku analizy zdjęć lotniczych zarejestrowano 1711 ekstensywnych dachów zielonych oraz 218 intensywnych. Według danych pochodzących z 2006 roku w przybliżeniu 23% wszystkich dachów płaskich w Bazylei wykorzystuje technologię dachów zielonych. Tak wysoki stopień zazielenienia będzie miał oczywisty pozytywny wpływ na

klimat oraz wizerunek miasta. Rosnący problem miejskich wysp ciepłych, a także ocieplania się klimatu, może być częściowo rozwiązany za pomocą technologii dachów zielonych – potencjał ten został dostrzeżony przez miasto Bazylea.



Fot. 23. Dach zielony z panelami słonecznymi, Bazylea [autor: M. Mioduszewska].

Rozdział 9. Potencjał rynku i analiza ekonomiczna dachów zielonych w Szwajcarii

Magdalena Mioduszevska



Potencjał rynku dachów zielonych w Szwajcarii może być szacowany dzięki danym pochodzącym z badań przeprowadzonych w Bazylei (Brenneisen 2009). Bazylea jako drugie największe miasto szwajcarskie z 200 tysiącami mieszkańców, posiada w sumie powierzchnię zajmującą około 3 km² dachów płaskich. Obecnie 30% tejże powierzchni (1 km²) zostało już objęte technologią dachów zielonych. Jednak wciąż pozostaje znaczny obszar, którego potencjał jest niewykorzystany. Strategia miasta zakłada jednak uzupełnienie tej luki w ciągu następnych 20–25 lat (jest to przeciętny czas funkcjonowania tradycyjnie wykonanego dachu, który musi być po tym czasie objęty renowacją). Wzrost powierzchni zazielenianych dachów szacowany jest rocznie na 3% (100 tysięcy m² rocznie). Jako że połowa ludności Szwajcarii, a więc 4 miliony mieszkańców, zajmuje tereny zurbanizowane, a Bazyleę zamieszkuje 5% mieszkańców miast, można szacować, iż w całej Szwajcarii rocznie przybywa 2 miliony m² powierzchni dachów zielonych. Pozostałe 50% mieszkańców kraju zasiedla tereny mniej zurbanizowane lub wiejskie, gdzie również w niektórych wypadkach prawo lokalne zawiera przepisy wymagające zazieleniania dachów.

Rynek dachów zielonych w Szwajcarii kreuje nowe stanowiska pracy podczas przeprowadzania instalacji, ale również dzięki programom pielęgnacyjnym. Nakłady inwestycyjne na zazielenienie powierzchni 2 milionów m² rocznie wynoszą 50 milionów CHF, przy założeniu optymalnego kosztu 25 CHF za m². Niestety nie istnieją udokumentowane dane, ilu dokładnie pracowników jest zatrudnionych w branży dachów zielonych. Dla wielu firm coraz bardziej istotnym źródłem dochodów stają się przeprowadzane zabiegi pielęgnacyjne, które poprawiają płynność finansową firmy pomiędzy planowanymi instalacjami dachów zielonych.

Pomimo wielu korzyści płynących ze stosowania technologii dachów zielonych, bardzo ważnym aspektem, zwłaszcza dla inwestora, jest **analiza ekonomiczna** planowanej instalacji. Aby odpowiedzieć na pytania, czy i w jakiej mierze instalacja dachu zielonego jest opłacalna ze względów ekonomicznych, należy

wziąć pod uwagę czynniki kosztów i korzyści. Grupy kosztów prezentują się następująco:

- koszt projektu,
- dodatkowe obciążenie dachu,
- koszt zazielenienia,
- koszt pielęgnacji.

Do grupy korzyści zalicza się przede wszystkim:

- właściwości izolacyjne,
- oszczędność energii,
- redukcję opłat za wodę deszczową trafiającą do kanalizacji (niższe opłaty),
- subwencje,
- poprawę mikroklimatu budynku,
- poprawę wizerunku budynku oraz miasta,
- inne.

Ponieważ większość korzyści ekonomicznych płynących z technologii dachów zielonych bardzo trudno precyzyjnie oszacować, w analizach ekonomicznych brane są pod uwagę przede wszystkim cztery z nich:

- 1) **Właściwości izolacyjne.** Technologia dachu zielonego znacząco wpływa na żywotność membrany dachu, działając jak tarcza ochronna zabezpieczająca przed termicznymi, fizycznymi i chemicznymi czynnikami. W porównaniu z tradycyjnie wykonanym dachem technologia dachu zielonego może przedłużyć czas przeciętnego użytkowania dachu z 20 do nawet 40 lat. Czynniki ten oczywiście jest uzależniony od jakości przeprowadzonej instalacji.
- 2) **Subwencje.** Bezpośrednie subwencje przeznaczane na instalacje dachów zielonych mają bardzo duży wpływ na ekonomiczną atrakcyjność tej technologii. Niestety tego typu rozwiązania wciąż wykorzystywane są w małej skali, jednak dzięki inicjatywom mającym na celu zwiększanie i ochronę bioróżnorodności czy poprawę izolacji budynków (np. Lucerna, Bazylea), możliwe jest uzyskanie dopłat państwowych, przeznaczonych na instalację dachu.
- 3) **Redukcja opłaty za wodę deszczową.** Tereny zurbanizowane charakteryzują się bardzo małą ilością powierzchni umożliwiających retencję i filtrację wody opadowej. Dachy zielone, dzięki warstwie substratu umożliwiającej wzrost roślin, po pierwsze

retencjonują część wody opadowej, a następnie dzięki filtracji opóźniają spływ wody do kanalizacji. Dachy zielone mogą być użyte jako instrument zarządzania wodą opadową w miastach, usprawniając system kanalizacyjny miasta oraz chroniąc go przed przeciążeniem. W idealnym modelu wspierania finansowego właścicieli dachów zielonych odbiór wody opadowej powinien następować niezależnie od równoczesnego obniżenia pobieranych opłat. Obniżenie podatków za odprowadzanie wody opadowej zostało wprowadzone w Bazylei i Bernie, gdzie właściciele nieruchomości posiadają od 10% do 50% ulgi podatkowej za odprowadzanie wody opadowej, co w przeliczeniu generuje korzyści finansowe od 0,10 CHF/m² do 0,45 CHF/m².

- 4) **Oszczędność energii.** Warstwa substratu na dachu powoduje mniejsze fluktuacje temperatury otoczenia, z tego względu uzyskuje się oszczędności w postaci mniejszej utraty ciepła przez budynek w okresie zimowym oraz mniejszych kosztów przeznaczonych na klimatyzację w okresie letnim. Szczegółowe dane są jednak trudne do obliczenia, w zależności od zastosowanej technologii oraz sposobu wykorzystania budynku można uzyskać różne wartości. Średnio przyjmuje się roczne oszczędności na poziomie 0,50 CHF/m².

Pomimo iż początkowe nakłady finansowe przeznaczone na instalację dachu zielonego są większe, prawie dwukrotnie dłuższy okres żywotności instalacji oraz roczne oszczędności, bez uwzględnienia możliwych subwencji podczas instalacji, wskazują na ekonomiczną przewagę dachu zielonego. Tradycyjnie wykonany dach będzie wymagał renowacji po mniej więcej 20 latach użytkowania, co przy długoterminowej analizie kosztów znacznie zwiększa nakłady finansowe.

Korzyści uzyskane dzięki dachom zielonym, które trudno jednoznacznie przeliczyć dla potrzeb analizy ekonomicznej, takie jak poprawa mikroklimatu budynku, ochrona bioróżnorodności i gatunków zagrożonych czy chociażby redukcja efektu wyspy cieplnej w miastach, potwierdzają przewagę technologii dachu zielonego.

Rozdział 10. Promocja nowatorskich technologii dla zieleni w aspekcie budowania świadomości ekologicznej społeczności gminnych i wzmacniania partycypacji społecznej

Ewa Walter

.....

10.1. Partycypacja społeczna

Pojęcie partycypacji społecznej zostało zdefiniowane w „Programie Działań na XXI wiek” [Agenda 21] podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 r. Oznacza ono świadome, solidarne zaangażowanie się wszystkich ludzi w racjonalne zarządzanie zasobami środowiska, co stanowi podstawowy warunek zrównoważonego rozwoju. Partycypacja społeczna może odbywać się na wielu poziomach poprzez:

- dostęp do informacji;
- środki i sposoby komunikowania się z władzami;
- możliwość uczestniczenia w formułowaniu i realizacji celów;
- możliwość kontrolowania stanu realizacji;
- możliwość wprowadzania zmian i weryfikacji [wg Drapella-Hermansdorfer 2003].

Partycypacja społeczna jest procesem, który najsilniej zaznacza się w działaniach lokalnych, ponieważ na tym poziomie najbardziej realne jest solidarne zaangażowanie ludzi związanych miejscem zamieszkania.

Korzystając z prostej zależności, że „każdy dba o miejsce, w którym mieszka”, lokalne władze mogą, a nawet powinny wdrażać nowe idee z pomocą mieszkańców.

Badania z 2005 roku przeprowadzone przez naukowców z Uniwersytetu Opolskiego wykazały, że mieszkańcy wśród czynników wpływających na jakość życia w miejscu zamieszkania wymieniają czyste środowisko i piękno otaczającej je natury [Platje i in. 2006].

Lokalna społeczność poprawę jakości życia w dużym stopniu uzależnia od efektywnej pracy władz samorządowych i dobrze opracowanej strategii miasta.

Autorzy badań wskazują kilka sposobów usprawnienia zarządzania miastem, by w konsekwencji przyczynić się do poprawy jakości życia mieszkańców. Wśród sposobów, które mogą być wykorzystane przez lokalne władze, wymienia się:

- wprowadzenie edukacji ekologicznej m.in. poprzez wprowadzenie pojęcia „zrównoważonego rozwoju” na poziomie szkoły podstawowej i gimnazjum;
- rozpowszechnianie wiedzy ekologicznej za pomocą np. lokalnej prasy;
- aktywizowanie społeczeństwa poprzez akcje promujące „zrównoważony rozwój” – bilbordy, reklamy w mediach, tablice informacyjne na osiedlach, mikrokonferencje, warsztaty, działalność kół naukowych [wg Platje i in. 2006].

10.2. Edukacja ekologiczna

Zaangażowanie mieszkańców w lokalne działania łączy się w prosty sposób ze wzmacnianiem świadomości społecznej. W przypadku nowatorskich technologii dla zieleni partycypacja społeczna wzmacnia świadomość ekologiczną w zakresie oddziaływania zielonych dachów na lokalny klimat i warunki hydrologiczne oraz koszty eksploatacji budynku. Świadomość ekologiczna to fenomen zbiorowości lub grupy społecznej. Istnieje, jeśli istnieją realne więzi w obrębie danej zbiorowości [Górka, Poskrobko, Radecki 2001].

Na podstawie badań dotyczących świadomości ekologicznej społeczności opolskiej autorzy wskazują specyficzne wartości ekologiczne, na które zwraca uwagę jednostka – pojedynczy mieszkaniec [Jakubczyk i in. 2006]. Wynikają one przede wszystkim z troski o własne dobro, ale jednocześnie przekładają się na całą społeczność. Są to:

- ochrona własnego zdrowia – dbałość o rozwój psychofizyczny, higieniczny tryb życia, częsty kontakt z przyrodą, zdrowe odżywianie, brak nałogów;
- ochrona środowiska przyrodniczego – brak bierności wobec przejawów dewastacji środowiska, solidarność i współdziałanie;
- wrażliwość na piękno [wg Jakubczyk i in. 2006].

Poprzez wdrażanie programów związanych z nowymi technologiami dla zieleni lokalne władze nie tylko przyczyniają się do promocji gminy jako nowoczesnej jednostki podążającej za światowymi trendami. W ten sposób mogą edukować społeczność i jednocześnie wzmacniać więzi powstałe przez zaangażowanie na rzecz wspólnoty.

Skuteczna polityka edukacyjna w zakresie ekologii może być prowadzona we współpracy z różnego typu organizacjami o specjalistycznych profilach. Przykładem są stowarzyszenia, które lokalne władze mogą wykorzystać do działań związanych z edukacją ekologiczną. Stowarzyszenia poprzez organizację wykładów, warsztatów i inicjowanie innych akcji odgrywają niejako rolę narzędzia w polityce edukacyjnej miasta lub gminy.

Nowatorskie technologie dla zieleni są elementem działań **Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone”**, którego zadaniem jest działanie na rzecz rozwoju i propagowanie idei powstawania zielonych dachów w Polsce (więcej na <http://www.psdz.pl>).

Promowanie idei zakładania zielonych dachów w kontekście europejskim należy do priorytetów **Europejskiej Federacji Stowarzyszeń Zielonych Dachów (Europaen Federation of Green Roof Association – EFB)**. Organizacja ta zrzesza wszystkie europejskie stowarzyszenia zajmujące się zagadnieniem zielonych dachów, a tym samym uczestniczy w propagowaniu dobrych praktyk w rozwoju nowatorskich rozwiązań dla zieleni (więcej na <http://www.efb-greenroof.eu>).

10.3. Marketing miasta

Marketing miasta jest pojęciem, które od kilkunastu lat funkcjonuje w procesie zarządzania miastem lub gminą, chociaż do dziś nie doczekało się jednoznacznej definicji. Szerzej pisze o tym Jeżek (Uniwersytet Zachodnioczeski, Plzeń) opierając się na doświadczeniach miast czeskich i niemieckich [Jeżek 2006]. Sama idea marketingu sięga lat 80., choć wtedy miała nieco inny charakter niż dziś. Aktualnie marketing miast to nierozzerwalny element długookresowej koncepcji rozwoju miasta. Marketing miejski odzwierciedla się w działaniach w sferze komunalnej, które często nie posługują się tym pojęciem, np. strategiczny rozwój miasta, planowanie przestrzenne, komunikacja z mieszkańcami. Miasta realizują te działania ściśle wiążące się z marketingiem, jednocześnie nie uświadamiając sobie wykorzystywania metod marketingu miejskiego [Jeżek 2006, Kauf 2006].

Poza rozwojem i poprawą jakości życia w mieście zadaniem marketingu miasta jest stworzenie na zewnątrz jego pozytywnego wizerunku.

[Kauf 2006]

Badania Ježka pokazują, że działania marketingowe miast zachodnioczeskich skierowane są przede wszystkim do mieszkańców (74%), a w drugiej kolejności dopiero do przedsiębiorców (69%) i turystów (65%). Miasta czeskie koncentrują się bardziej na marketingu skierowanym do wewnątrz, co odróżnia je od miast niemieckich nastawionych na konkurencję między miastami [Ježek 2006]. W istocie oba podejścia powinny być realizowane jednocześnie. Celem marketingu jest bowiem stworzenie atrakcyjnej przestrzeni dla rozwoju życia społecznego, ale też gospodarczego. Prawidłowo prowadzony marketing ma zaspokoić interesy wszystkich grup zainteresowanych, doprowadzając do realizacji wspólnych wizji i celów rozwoju.

Podstawą zdrowego marketingu miasta jest niezakłócona i stała komunikacja pomiędzy grupami interesów.

[Kauf 2006]

Rozdział 11. Przykładowe realizacje w Polsce

11.1. Zielone dachy

Ogród na dachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego

LOKALIZACJA:	Warszawa, ul. Dobra 72
POWIERZCHNIA:	około 1 ha (zielen to 5 111 m ²)
REALIZACJA:	1996–2001
PROJEKT ZIELENI:	Irena Bajerska z zespołem
DORADCA TECHNICZNY:	rzeczoznawca PSDZ Andrzej Kania, NOT nr 4 – GCL Sp. z o.o., członek wspierający PSDZ
WYKORZYSTANA TECHNOLOGIA:	ZinCo

CHARAKTERYSTYKA

Uważany za jeden z najpiękniejszych ogrodów na dachach w Europie. To jedno z pierwszych polskich przedsięwzięć wykorzystania na dachu zieleni w formie intensywnej, a więc niejako poligon doświadczalny dla projektantów i wykonawców. Początkowo planowano, że dach będzie ogrodem botanicznym flory polskiej, w efekcie zdecydowano się jednak na teren publicznie dostępny o funkcji wypoczynkowej.

Ogród (co zostało podyktowane technicznym układem dachu) dzieli się na kilka wnętrz, które zostały zaprojektowane jako odrębne ogrody: Ogród Żłoty, Ogród Karminowy, Ogród Zielony, Ogród Srebrny. Każdy z nich charakteryzuje się innym doбором gatunkowym roślin łączonych ze względu na kolorystykę. Ogród ma cechy nie tylko estetyczne, ale i funkcjonalne, jako teren wypoczynkowy z pięknym widokiem na Wisłę w dzielnicy Praga. Zielony dach BUW jest częścią dużego założenia – terenu wypoczynkowego otaczającego bibliotekę. Ogród dolny to ponad 15 tys. m². Z niego prowadzą długie schody na dach biblioteki, podkreślone elementem wodnym (rynny, po których płynie woda do niższych stawów). Ogród górny zajmuje około 2000 m².



Fot. 24. Zielony dach BUW, Warszawa [autor: E. Walter].

Przykładowe gatunki ze zróżnicowanego, bogatego doboru roślin to:

- forsycja 'Maluch',
- pięciornik krzewiasty 'Goldfinger' i 'Goldteppich',
- tawuła japońska 'Goldmound',
- jałowiec pospolity 'Green Carpet',

- berberys Thunberga 'Green Carpet',
- wierzba szwajcarska,
- wierzba całolistna 'Hakura Nishiki',
- pięciornik krzewiasty 'Abbotswood',
- tawuła norweska 'Grefsheind',
- kostrzewa walecjańska 'Glauca',
- drżączka średnia,
- krzewuska cudowna 'Foliis Purpureis',
- lilak Meyera,
- powojnik alpejski 'Francis Ravis',
- irga Dammera 'Skogholm',
- róża 'Rugodita',
- jałowiec Pfitzera 'Mint Julep'.

Ogród wejściowy to pochylnia prowadząca na dach Biblioteki, obsadzona bluszczem i barwinkiem. Na szczycie schodów znajduje się altana opleciona rdestem Auberta. Na całym terenie znajdują się przejścia w postaci kładek, ścieżek, mostków i pergol, obrośniętych winoroślą japońską, hortensją pnącą, powojnikiem tanguckim oraz winobluszczem pięciopłatkowym.

[Źródło: „Ogrody, ogródki, zieleńce” nr 10(42) 2002].

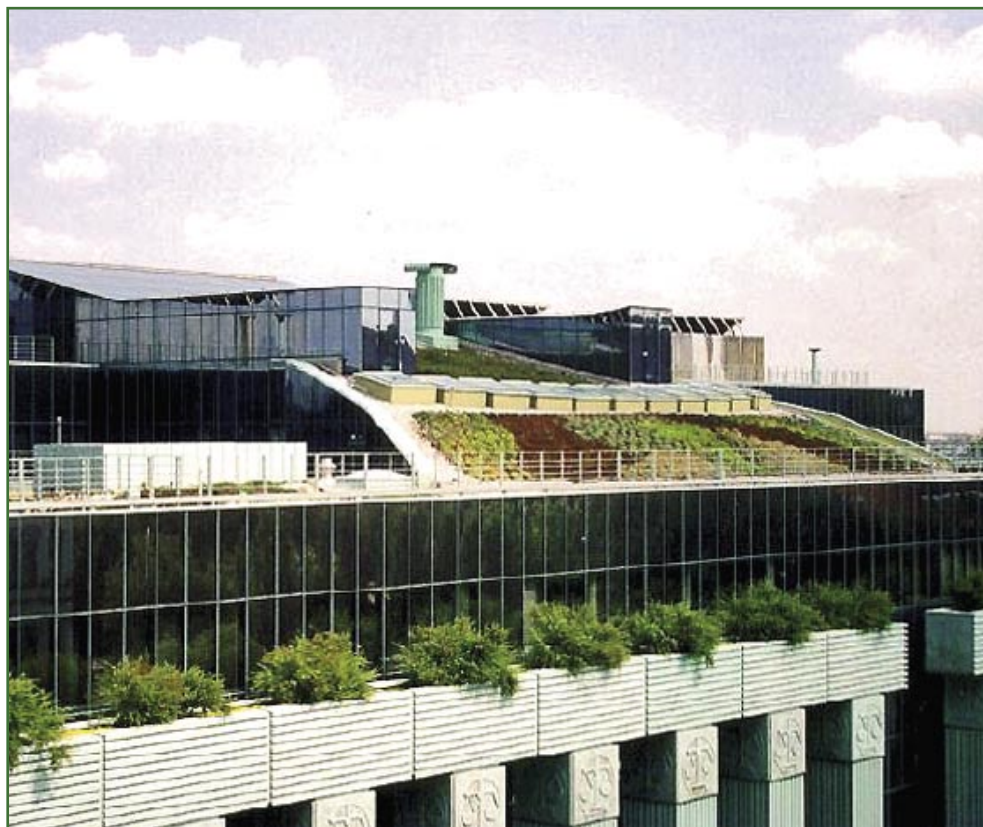
Sąd Najwyższy w Warszawie

LOKALIZACJA:	Warszawa, pl. Krasińskich 2/4/6
POWIERZCHNIA:	1600 m ²
REALIZACJA:	1996–1999
PROJEKT:	Marek Budzyński, Zbigniew Badowski
DORADCA TECHNICZNY:	rzecznik PSDZ Andrzej Kania, NOT nr 4 – GCL Sp. z o.o., członek wspierający PSDZ
WYKORZYSTANA TECHNOLOGIA:	ZinCo

CHARAKTERYSTYKA

Zielony dach jest niedostępny dla publiczności, ma być raczej ozdobą ciekawej bryły budynku. Charakterystyczne są tu krzewy podkreślające zakończenia kolumn widoczne z poziomu przechodnia. Reszta dachu jest niewidoczna z poziomu gruntu, natomiast doskonale widać ją z sąsiednich budynków.

Wśród roślin pokrywających obiekt znalazła się kosodrzewina niska, jałowce płozące oraz odporne na trudne warunki rozchodniki i rojniki. Ogród wyposażono w sztuczne nawadnianie, a od 2000 roku zajmuje się nim konserwator zieleni.



*Fot. 25. Zielony dach na budynku Sądu Najwyższego w Warszawie
[źródło: materiały firmy GCL Sp. z o.o.].*

Centrum Handlowe ARKADIA

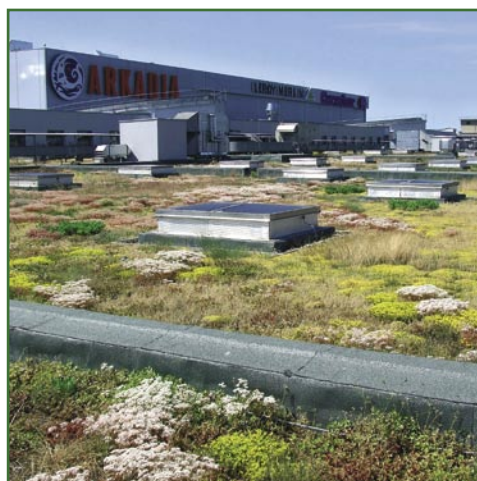
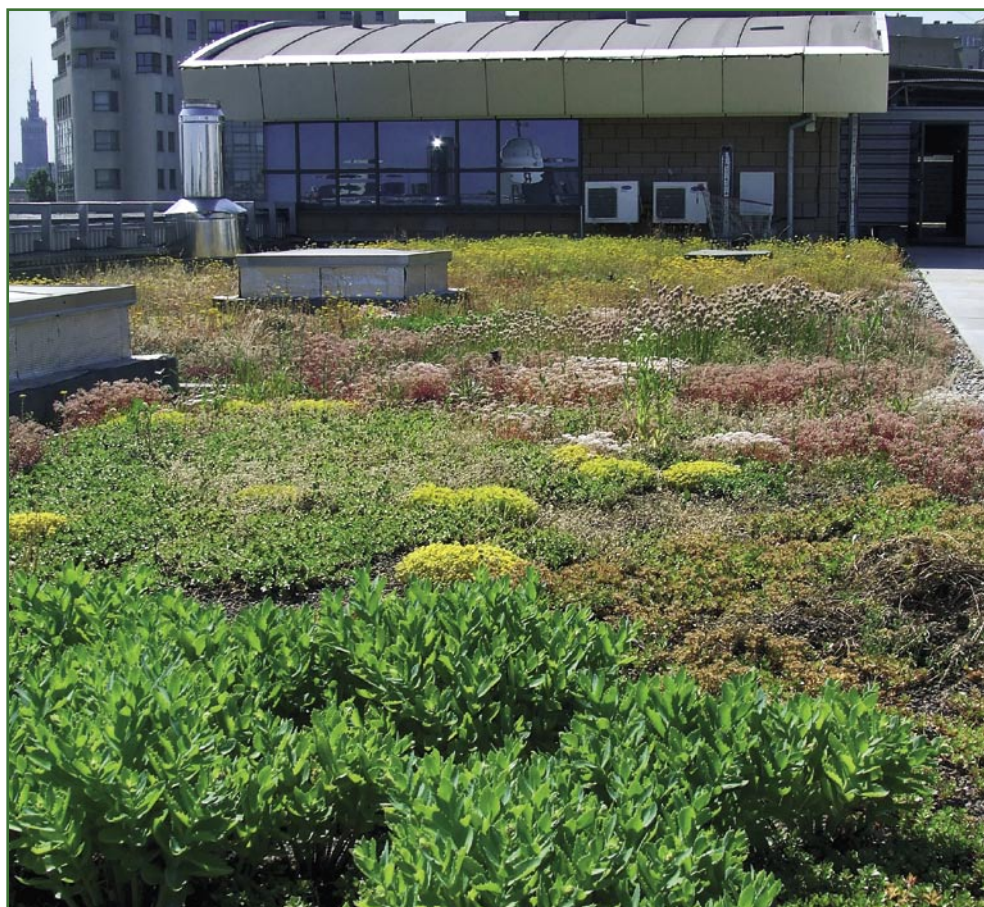
LOKALIZACJA:	Warszawa, al. Jana Pawła II 82
POWIERZCHNIA:	23 000 m ²
REALIZACJA:	1998
WYKONAWCA:	OGRODOWNIA Mariusz Pasek, członek wspierający PSDZ
WYKORZYSTANA TECHNOLOGIA:	SOPREMA POLSKA Sp. z o.o., członek wspierający PSDZ

CHARAKTERYSTYKA

Jeden z największych i najnowocześniejszych tego typu obiektów w Polsce. Z uwagi na bardzo dużą powierzchnię dachu i kierując się względami ekonomicznymi, do zazielenienia dachu wybrano system jednowarstwowy. Po zagęszczeniu warstwa substratu wynosi minimum 10 cm. Dodatkowo dach ten został wyposażony w automatyczną instalację nawadniającą w celu poprawienia warunków rozwoju dla roślin.

Dobór roślinności na dachu ARKADII odwzorowuje zbiorowiska roślinne występujące w naturze na granicy klimatu arktycznego i borealnego (tundra) oraz na terenach ubogich gleb mineralnych na półpustyniach lub na wysokogórskich halach. To tak zwana murawa rozchodnikowa – 11 gatunków i odmian rozchodników z domieszką gatunków takich jak:

- czosnek (*Allium schoenoprasum*, *Allium sphaerocephalon*),
- złocień arktyczny,
- dzwonek okrągłolistny,
- goździk kartuzek,
- goździk kropkowany,
- wilczomlec,
- jastrzębiec kosmaczek,
- kosaciec karłowaty,
- szafirek,
- goździcznik skalnicowaty,
- macierzanka piaskowa.



*Fot. 26. Zielony dach na Centrum Handlowym ARKADIA w Warszawie
[materiały firmy SOPREMA POLSKA Sp. z o.o.].*

Osiedle 19. Dzielnica

LOKALIZACJA:	Warszawa, ul. Sienna, róg Kolejowej
POWIERZCHNIA:	4500 m ² (w tym zieleń około 2000 m ²)
REALIZACJA:	2011
WYKONAWCA:	DUET sp.j. Konopka, Pełka, członek wspierający PSDZ
DORADCA TECHNICZNY:	rzeczoznawca PSDZ Witalis Konopka, NOT nr 5 – DUET sp.j. Konopka, Pełka
WYKORZYSTANA TECHNOLOGIA:	Optigrün

CHARAKTERYSTYKA

19. DZIELNICA to osiedle z własną infrastrukturą, przyjazną i funkcjonalną przestrzenią miejską ulic, skwerów i placów oraz terenów zielonych. Na dachu zielonym pod nasadzenia roślinne zastosowano folię przeciwwkorzenną Optigrün o grubości 0,8 mm, warstwę styroduru, włókninę dyfuzyjną Optigrün RS, folię drenażową FKD25 + wypełnioną keramzytem oraz włókninę filtracyjną 105. Zastosowano substraty produkcji firmy KiK Krajewscy. Na każdym z dwóch patio na poziomie +1 uformowano kilka pagórków pod nasadzenia drzew (*Betula utilis*), w miejscach gdzie grubość warstw nasypowych przekraczała 40 cm zastosowano keramzyt wysokotemperaturowy, aby zmniejszyć wagę warstw nasypowych. Przez środek patio biegną ścieżki z nawierzchni mineralnej (Hanse Grand). Boki pagórków obłożono blachą Cor-ten. Centralnie rozmieszczono ławki z betonu architektonicznego i plac zabaw. Z obydwu patio dach zielony przechodzi płynnie do poziomu 0. Dachy skośne z obu stron dodatkowo zostały zabezpieczone geokratą, aby uniknąć osuwania się substratu. Ścieżki mineralne wewnętrznych patio łączą schody z resztą terenu pomiędzy budynkami.

Osiedle 19. DZIELNICA to awangardowy projekt, który wyznaczył nowy trend w architekturze zieleni. Zostało ono uhonorowane główną nagrodą w VII edycji konkursu „Życie w architekturze” na najlepsze budynki i realizacje z lat 2000–2012 w kategorii Najlepszy Budynek Wielorodzinny.



Fot. 27. Zagospodarowanie zielonego dachu na budynkach 19. Dzielnicy w Warszawie [materiały firmy DUET S.j. Konopka, Pełka].

Odra House

LOKALIZACJA:	Wrocław, ul. Długa 16 a
POWIERZCHNIA:	650 m ² + około 900 m ² mat ekstensywnych
REALIZACJA:	2009
WYKONAWCA:	Ogrodowa Pasja Paweł Krukiewicz
WYKORZYSTANA TECHNOLOGIA:	Bauder Polska Sp. z o.o., członek wspierający PSDZ

CHARAKTERYSTYKA

Odra House to kompleks zabudowy wielorodzinnej usytuowany w ścisłym centrum Wrocławia. Działka, na której zrealizowano inwestycję, charakteryzuje się wysokim współczynnikiem intensywności terenu (zabudowa śródmiejska), co determinowało kształt i układ zabudowy. Przewidziano proste zagospodarowanie terenu z zastosowaniem mebli urbanistycznych z gabionów, betonu i niskopiennej, strzyżonej zieleni oraz zieleni na dachach. Założeniem projektantów było, aby wszystkie mieszkania miały własną przestrzeń zewnętrzną zrealizowaną jako balkon, loggia, taras lub ogród (na parterze). Zaprojektowana na dachach niższych budynków zielen ma umilać widok z okien.

Konstrukcję zielonego dachu zastosowano w 2 typach:

- zagospodarowanie terenów zielonych wokół budynków na stropie garażu podziemnego (nasadzenia krzewów na powierzchni około 300 m² i roślinności bylinowej na powierzchni około 650 m²);
- wykonanie „zielonego dachu” budynków na wysokości 15 m, z zastosowaniem mat ekstensywnych (około 900 m²).

Dostawcą termo- i hydroizolacji dachowej była firma Bauder Polska Sp. z o.o. Budynek Odra House zrealizowano w klasie B Certyfikatu Energetycznego, a jego energochłonność jest o 30% niższa od standardowych rozwiązań.

Dach zlokalizowano na dwóch poziomach wielorodzinnego budynku. Zielen na budynkach została zrealizowana jako dach ekstensywny (mchy, porosty), z warstwą drenażową. Odwodnienie przewidziano za pomocą systemu podciśnieniowego. Na wyższym poziomie posadzone zostały głównie rośliny należące do rodzaju *Sedum*, na niższy wprowadzono sosnę czarną, co pozwala nazwać założenie pół-ekstensywnym. Dachy te nie są udostępnione mieszkańcom budynku do użytku, służą jedynie poprawie jakości lokalnego mikroklimatu oraz walorów estetycznych widoków roztaczających się z okien mieszkań tego budynku.



*Fot. 28. Fragment zagospodarowania dachu na wieżowcu Odra House we Wrocławiu
[autor: M. Weber-Siwirska].*



*Fot. 29. Fragment zagospodarowania dachu na wieżowcu Odra House we Wrocławiu
[materiały firmy Ogrodowa Pasja Paweł Krukiewicz].*

[Źródło: „Świat architektury” nr 4/2010, s. 18–21, materiały firmy Ogrodowa Pasja Paweł Krukiewicz – <http://ogrodowapasja.com.pl>].

11.2. Żywe ściany

Żywa ściana w prywatnym ogrodzie, Wrocław

LOKALIZACJA:	Wrocław, ul. Księdza Emila Szramka
POWIERZCHNIA:	20 m ²
REALIZACJA:	2010
PROJEKT:	Daniel Skarżyński
WYKONAWCA:	Greenarte Sp. z o.o.

CHARAKTERYSTYKA

Podstawowym celem projektu zielonej ściany było zasłonięcie istniejącej elewacji garażu na granicy posesji. Klientowi zależało aby wprowadzić maksimum zieleni w małej przestrzeni oraz uzyskać natychmiastowy efekt ściany zieleni. Kształt budynku umożliwił wygospodarowanie przestrzeni pod pionowy ogród połączony z tarasem z kamienia naturalnego, na którym można wypić poranną kawę.

Wolnostojąca konstrukcja o powierzchni 20 m² została podzielona na sekcje i nasadzona przed ostatecznym montażem. W przygotowanych koszach ze stali nierdzewnej o wymiarach 100x50x35 cm zastosowano specjalistyczny substrat glebowy zapewniający optymalne warunki wodno-powietrzne. Założony system automatycznego nawadniania zapewnia odpowiednią ilość wody oraz mikro- i makroelementów.

Zastosowane gatunki roślin umożliwiły stworzenie „zielonego obrazu” o walorach artystycznych, oddziałującego na wyobraźnię. W celu właściwego rozplanowania nasadzenia na projektowanej zewnętrznej roślinnej ścianie wykonano podstawową analizę warunków świetlnych związanych z porą roku oraz ze zmianą pory dnia. Na podstawie otrzymanych wyników analizy nasłonecznienia dobrało się gatunki roślin pod względem wymaganego natężenia światła słonecznego.

W celu uzyskania różnorodności i bujnej zieleni w sezonie wegetacyjnym zastosowano gatunki takie jak:

- turzyca ptasie łapki,
- kostrzewa Gautiera,
- runianka japońska,
- rozchodnik ostry oraz kaukaski,
- trzmielina Fortune’a,
- żurawka ogrodowa,
- funkia,

- pięciornik biały,
- tawuła japońska.

Żywa ściana została wykonana w technologii firmy Greenarte Sp. z o.o.



Fot. 30. Pierwsza zewnętrzna żywa ściana we Wrocławiu [autor: D. Skarżyński].

Infobox Gdynia

LOKALIZACJA:	Gdynia, skrzyżowanie ul. 10 lutego i ul. Świętojańskiej
POWIERZCHNIA:	30 m ²
REALIZACJA:	2012
PROJEKT:	Daniel Skarżyński
WYKONAWCA:	Greenarte Sp. z o.o.

CHARAKTERYSTYKA

Infobox Gdynia jest przykładem zastosowania nowych trendów w architekturze krajobrazu w przestrzeni publicznej, gdzie beton i stal zostają zastąpione przez zielenią. W ramach budowy nowatorskiego obserwatorium miasto Gdynia postanowiło dzięki inicjatywie ogrodnika miejskiego zastąpić zwykłe panele ogrodzenia placu budowy ścianami zieleni, które przyciągają wzrok turystów oraz mieszkańców na jednym z najbardziej uczęszczanych Bulwarze Nadmorskim. Jest to także pierwsza tego typu realizacja w Polsce w przestrzeni publicznej. Dwie zielone ściany o łącznej powierzchni około 30 m² nawiązują kształtem oraz wzorem do modernistycznych trendów łącząc historię z nowoczesnym rozwojem miasta.



Fot. 31. Zewnętrzna żywa ściana na gdyńskim deptaku [autor: W. Harbacewicz].

Wolnostojące konstrukcje stalowe o wysokości 2,5 m, oparte na słupach, wypełniono specjalistycznym substratem glebowym. Do aranżacji dobrano trzy gatunki roślin: rozchodnik biały 'Laconicum' oraz rozchodnik kaukaski 'Splendens' jako podstawowe gatunki budujące ścianę, a także zwiewną kustrzewę amethystową dodającą całej konstrukcji lekkości. Zastosowane gatunki zimozielone pozwalają na podziwianie pionowych ogrodów przez cały rok, co jest niezwykle ważne przy inwestycjach w przestrzeni publicznej.

Żywa ściana została wykonana w technologii firmy Greenarte Sp. z o.o.

Galeria Przymorze

LOKALIZACJA:	Gdańsk, ul. Obrońców Wybrzeża 1
POWIERZCHNIA:	100 m ²
REALIZACJA:	2009
PROJEKT:	Patric Blanc

CHARAKTERYSTYKA

Galeria Przymorze mieści się w Gdańsku przy ul. Obrońców Wybrzeża 1. Całkowita powierzchnia obiektu wynosi ponad 23 tys. m², z czego 13 tys. zajmuje ponad 100 butików i sklepów. Obiekt posiada parking na 800 aut, kolejne 400 miejsc przewidziano na parkingu naziemnym. Zielona ściana mieści się w centralnym wewnętrznym holu, dzięki czemu widoczna jest ze wszystkich kondygnacji.

Wewnętrzna zielona ściana o powierzchni 100 m² została wykonana wiosną 2009 roku. Patrick Blanc wykorzystał do projektu opracowaną przez siebie metodę uprawy roślin. Wertykalny ogród składa się głównie z trzech podstawowych elementów: metalowej ramy, warstwy PVC i warstwy filcu. Rama jest konstrukcją nośną, do której przymocowana jest warstwa PVC zapewniająca sztywność oraz stanowiąca warstwę przeciwwilgociową dla ściany. Do tak przygotowanego stelażu przymocowano warstwę poliamidowego filcu odpornego na działanie korzeni. Filc zapewnia także równomierne rozprowadzenie wody oraz stanowi podłoże mocujące dla sadzonych roślin. Ciężar roślinnej ściany nie przekracza 30 kg/m². Zaletą tej konstrukcji jest to, iż nie ma ograniczeń wynikających z wielkości założenia wertykalnego ogrodu.

Do zazielenienia żywej ściany zastosowano liczne gatunki egzotyczne, takie jak:

- chamadora wyniosła,
- epipremnum oskrzydłone,
- filodendron pnący,
- trzykrotka,
- anturium,
- maranta,
- begonia,
- fitonia.

Żywa ściana została wykonana w technologii opracowanej przez Patricka Blanca.



Fot. 32. Wewnętrzna żywa ściana w Galerii Przymorze, Gdańsk [autor: M. Krajewski].

Zielona ściana w hotelu Czarny Potok

LOKALIZACJA:	Krynica Zdrój
POWIERZCHNIA:	15 m ²
REALIZACJA:	2012
PROJEKT:	Kinga Borkowska
WYKONAWCA:	Greenarte Sp. z o.o.

CHARAKTERYSTYKA

Monumentalne, wysokie pasy roślinnej ściany powtarzające się rytmicznie wzdłuż fali w obiekcie typu spa&wellnes Hotel Czarny Potok są przykładem nowoczesnego łączenia architektury i zieleni. Kształt żywej ściany oparto na lekko zakrzywionym profilu umożliwiając przytwierdzenie przygotowanych paneli roślinnych. Rośliny z gatunku *philodendron scandens* posadzone zostały w przygotowanych kieszeniach z trójwarstwowego filcu wyposażonego w automatyczny system nawadniania. W celu zapewnienia prawidłowych warunków rozwoju dla roślin zamontowano doświetlające lampy metalohalogenowe o mocy 70 W. Panele roślinne wokół żywej ściany wykończone zostały profilami aluminiowymi. Odpływ wody wykonany został w formie korytka obłożonego kamyczkami.

Żywa ściana została wykonana w technologii firmy Greenarte Sp. z o.o.



Fot. 33. Wewnętrzne żywe ściany w formie zielonych filarów [autor: D. Skarżyński].

Rozdział 12. Przykładowe realizacje w Szwajcarii

Asphof – ferma organiczna

Właściciel gospodarstwa rolnego w Asphof, Matthias Eglin, podczas planowania nowego budynku dla organicznej fermy drobiu wziął pod uwagę technologię dachu zielonego ze względu na dwa aspekty: ekonomiczny oraz estetyczny. Nowo wybudowany w 2003 roku kurnik o powierzchni 1000 m² obsługuje 2000 kurczaków. Jakość życia kur była dla właściciela bardzo istotna, ponieważ wysoki poziom życia przekłada się na ilość i jakość jaj. Izolacja termiczna podczas miesięcy o bardzo wysokiej czy niskiej temperaturze, jak również dobra wentylacja pomieszczenia bardzo pozytywnie wpłynęły na możliwości produkcyjne kur. Wysoka jakość produktu pozwoliła wypracować dobry wizerunek firmy.

Aspekt estetyczny przekładał się również na ochronę środowiska. Okoliczne łąki należą do terenów objętych ochroną krajobrazu, dlatego też właściciel nie chciał niszczyć wizerunku okolicy poprzez budowę metalowego dachu, szczególnie wyróżniającego się na tle łąk i pastwisk. Dach zielony miał na celu ograniczyć



wpływ nowej inwestycji na okoliczne tereny. Wraz z Komisją ds. Ochrony Krajobrazu Wiejskiego Kantonu Bazylea ustalono szczególne techniczne dotyczące założenia dachu zielonego w taki sposób, by jak najlepiej odwzorowywał okoliczne tereny pozwalając na ustabilizowanie się określonych, okolicznych gatunków roślin. Zaakceptowany projekt dostarczony przez Uniwersytet Nauk Stosowanych w Zurychu, kampus Wädenswil, zakładał stworzenie w tym celu niesystemowego dachu zielonego z wykorzystaniem do instalacji materiałów naturalnie występujących w okolicy.

Fot. 34. Widok dachu zielonego z poziomu terenu, Asphof [autor: P. Abram].

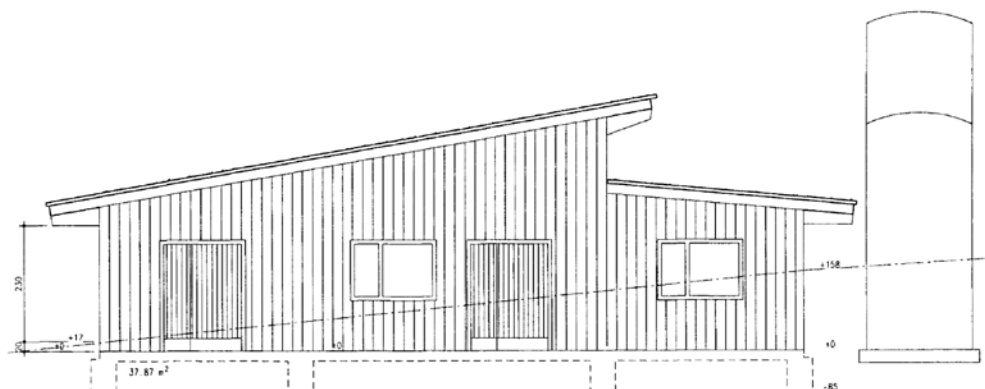


Fot. 35. Dach zielony fermi organicznej, widok z tyłu budynku [autor: P. Zanetti].

Ograniczenie obciążenia dachu do 100 kg/m^2 dla technologii dachu zielonego, z jednoczesnym zachowaniem wymaganych warunków do ustabilizowania się pożądaney roślinności, stwarzało pewien problem. W projekcie założono wykorzystanie naturalnej gleby spod wykopu na fundamenty. Wykorzystanie wyłącznie gleby spowodowałoby utworzenie bardzo płytkiego profilu, niewystarczającego dla założonej roślinności. Z tego względu zaproponowano stworzenie systemu o takim samym obciążeniu, ale zwiększonym profilu, dzięki wykorzystaniu ususzonych roślin z gatunku *Miscanthus sinensis* jako podłoża pod substrat. Rozwiązanie to zapewnia nie tylko zwiększony profil i retencję wody opadowej, ale również długi okres kompostowania przyczynia się do długoterminowego zaopatrywania dachu zielonego w składniki potrzebne do wzrostu roślin.

Podczas instalacji ułożono dwie warstwy bezpośrednio na karbowanej blaszce pokrywającej dach: 15 cm luźnego materiału *Miscanthus sinensis* oraz 5 cm naturalnej gleby spod wykopu. Dzięki takim rozwiązaniom właściciel musiał tylko zainwestować w instalację dachu zielonego 10 000 CHF, jedynie by wzmocnić tradycyjną konstrukcję kurnika, ponieważ wszystkie materiały użyte do instalacji należały do właściciela. Bank nasion w naturalnej glebie pozwolił na szybkie zazielenienie dachu, jednak by uniknąć erozji postanowiono przeprowadzić siew rośliny z gatunku *Phacelia*, która odznacza się wyjątkowo szybkim wzrostem.

STALL FÜR 2000 BIO- LECHENEN AUF PARZ. 1776 ASP. ROTHENFLUH			
BAUHERR: MATTHIAS EGLIN ASPHOFF 4467 ROTHENFLUH			
PLANER: M. MANGOLD PLANUNGEN 4466 ORMALINGEN			
NORDFASSADE		BAUHERR:	PLANER:
WF: 4	DR: 42/50	NAI: 16.08.02	
MT: 1:50	DE: MM	REV:	



Rys. 9. Projekt budynku fermy organicznej z dachem zielonym [autor: Mangold Wood Constructions].

Właściwości izolujące technologii dachu zielonego są w tym przypadku bardzo widoczne. Podczas miesięcy letnich zauważono redukcję temperatury we wnętrzu kurnika nawet o 7°C w porównaniu z temperaturą panującą na zewnątrz. Pielęgnacją zajmuje się właściciel, który w razie potrzeby raz do roku kosi łąkę na dachu. Jest on niezmiernie zadowolony z posiadania dachu zielonego. Oprócz poprawy renomy firmy i jakości życia kur przynosi on także korzyści ekonomiczne, a poza tym jest wyjątkowo piękny i dopasowany do krajobrazu oraz stanowi jego integralną część.

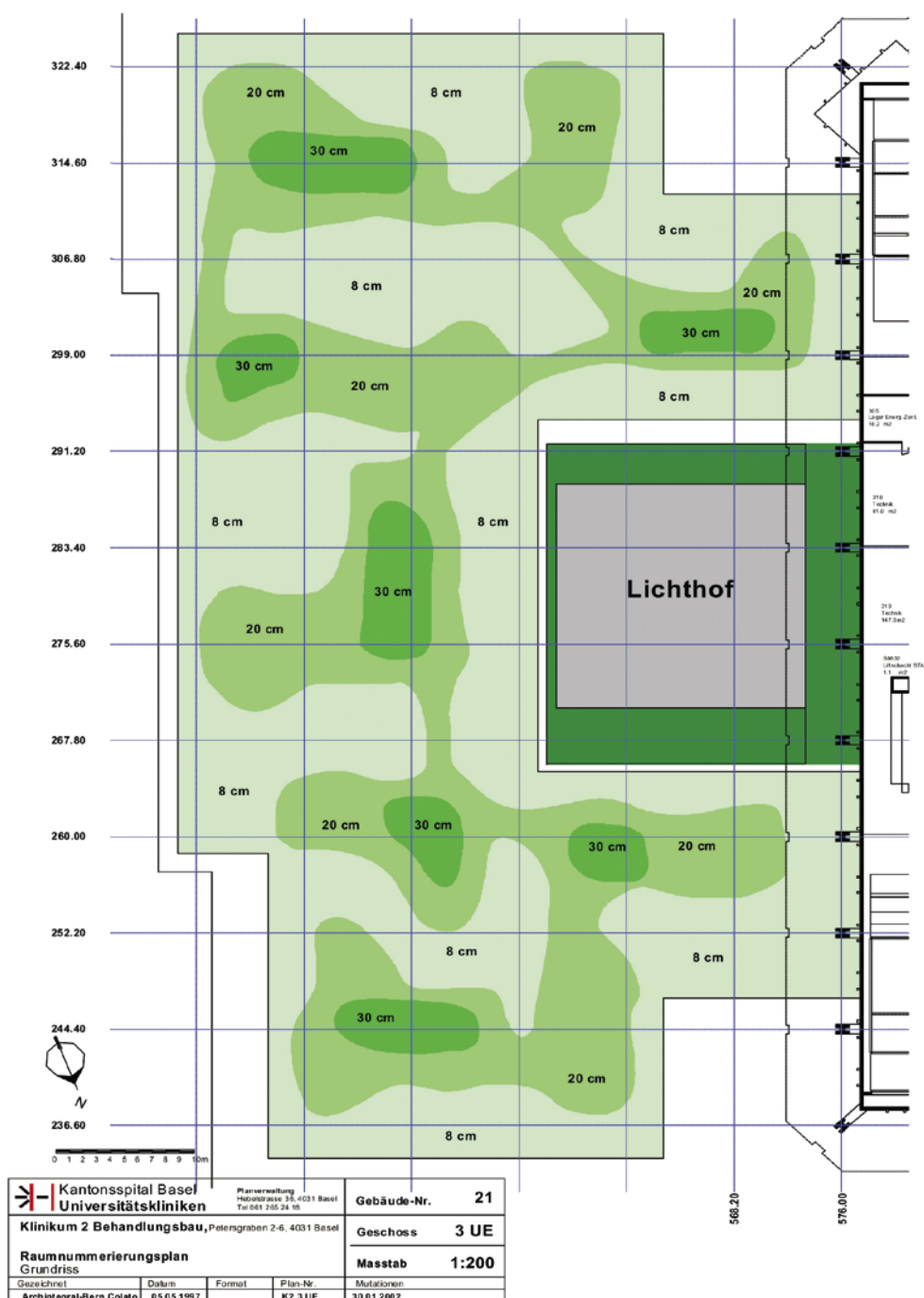
Klinikum 2 – Szpital Uniwersytecki w Bazylei

Rozbudowa Szpitala Uniwersyteckiego w Bazylei miała charakter pionierski dla ekologicznego budownictwa, które obejmowało kompleks budynków. Projekt zakończony w 1978 roku zawiera technologię dachów zielonych na wszystkich budynkach, które objęte są holistyczną strategią budownictwa. Głównym priorytetem w tym czasie było zapewnienie widoku na przestrzeń zieloną, które zastąpić miały betonową, miejską pustynię, podnosząc standard życia i tempo rekonwalescencji pacjentów szpitala. Kompleks obejmuje różnorodne technologie dachów zielonych, od parku powstałego na podziemnym parkingu aż do intensywnych i ekstensywnych dachów zielonych, zrekonstruowanych w 2003 roku.



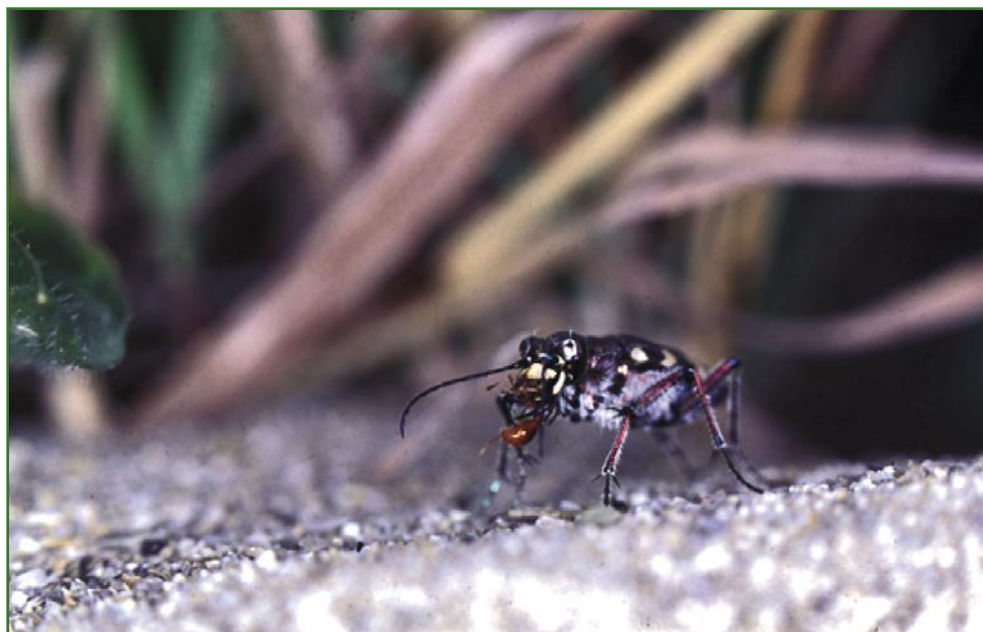
Fot. 36. Instalacja widoczna z lotu ptaka [autor: S. Brenneisen].

Dach starszego budynku, Klinikum 1, który powstał w 1946 roku, został również zazieleniony dzięki akcjom przeprowadzonym w latach 1994 oraz 2000. Dzięki nowym badaniom na temat dachów zielonych w kontekście odtwarzania siedlisk naturalnych, nieustająco degradowanych przez infrastrukturę miejską, wprowadzono innowacyjne rozwiązania podczas przeprowadzania akcji zazieleniania starszego dachu. Takie podejście do problematyki jakości dachów zielonych zostało zapoczątkowane dzięki badaniom prowadzonym na Uniwersytecie w Bazylei, gdzie skupiono się m.in. również na wykorzystywaniu dachów zielonych przez ptaki. Nowo powstałe ekstensywne dachy zielone na Klinikum 1 oraz niedawno przebudowane dachy na Klinikum 2 ukazują podjęte przez projektantów inicjatywy, by stworzyć „raj dla ptaków”. Substrat użyty podczas instalacji składał się ze żwiru piaszczysto-gliniastego, piasku rzecznoego oraz lokalnej gleby, użytej do realizacji zaprojektowanych wzniesień, których celem jest stwarzanie siedliska dla insektów będących potencjalnym pożywieniem dla ptaków.



Rys. 10. Plan zazielenienia dachu na budynku Klinikum 2, mający podnieść jego wartość ekologiczną dzięki różnym profilom substratu [autor: Klinikum 2, Cantonal Hospital of Basel].

Bank nasion znajdujący się w lokalnej glebie przyczynił się do tak dobrego rozwoju roślinności na dachu, iż nie przeprowadzono dodatkowego wysiewu nasion, co bardzo znacznie wpłynęło na obniżenie kosztów zazielenienia dachu. „Stary” substrat znajdujący się na ekstensywnym dachu zielonym objętym renowacją wstępnie został usunięty, następnie jednak został ponownie użyty podczas realizacji nowego projektu dachu. Ostatecznym rezultatem jest stworzenie siedliska odpowiadającego łące suchej, włącznie z bardziej otwartymi przestrzeniami o mniejszym zagęszczeniu. Różne rodzaje i głębokości substratów tworzą różnorodne warunki siedliskowe dla wielu gatunków, mogących ustabilizować się na zaprojektowanych podłożach.



Fot. 37. Znaleziony na dachu zielonym w Bazylei zagrożony owad z gatunku *Cicindela campestris* był jednym z argumentów stworzenia na budynku Klinikum 2 dachu o wysokiej wartości ekologicznej [autor: M. Roggo].

Nacisk, jaki podczas projektowania dachu położono na jakość odtwarzania naturalnych warunków siedliskowych, przyczynił się do stworzenia wielu mikro-siedlisk, zapewniających przestrzeń życiową i podtrzymujących istnienie wielu rodzimych gatunków roślin i zwierząt. Potwierdzeniem tego faktu może być odnalezienie na dachu zagrożonego gatunku owada *Cicindela campestris*. Cała powierzchnia dachu nie została objęta regularnym programem pielęgnacyjnym, by zapewnić jak najbardziej naturalny rozwój siedlisk.



Fot. 38. Różnorodne warunki siedliskowe na dachu Klinikum 2 [autor: M. Mioduszevska].

MFO Park Zurich

Architektura w Szwajcarii stanowi bardzo dobry przykład współpracy sektora publicznego z prywatnym, umożliwiającej wspólne kreowanie ciekawych i zachwycających przestrzeni. Jednym z najciekawszych przykładów takiej współpracy jest zaprojektowany przez biuro Raderschall Landschaftsarchitekten park publiczny – MFO Park Zurich. Tę nietypowo zagospodarowaną przestrzeń warto odwiedzić o każdej porze roku. Metalowa konstrukcja o długości 100 m, szerokości 25 m i wysokości 17 m, która jest nie tylko centralnym punktem projektu, ale również nawiązuje do post-przemysłowej historii dzielnicy, podtrzymuje pnącza stanowiące główną roślinność. Konstrukcja posiada piętro, z którego można podziwiać niecodzienne połączenie metalu i roślin.

Dzielnica Zurychu Oerlikon przeobraża się z dzielnicy przemysłowej w biznesową, a nowo założony park miał zarówno przypominać przeszłość, jak i stawiać czoła przyszłemu użytkowaniu dzielnicy, stwarzając przy tym miejsce do wypoczynku oraz spotkań. Jednym z największych problemów podczas przeprowadzania instalacji był teren, na którym miał znajdować się park. Ze względu na bardzo duży stopień zanieczyszczenia gleby musiała ona zostać usunięta i zastąpiona nową, by można było uzyskać przyjazne środowisko wypoczynkowe dla użytkowników parku.



*Fot. 39. Zazieleniona fasada metalowej konstrukcji Parku MFO w Zurychu
[autor: Raderschall Landscape Architects].*



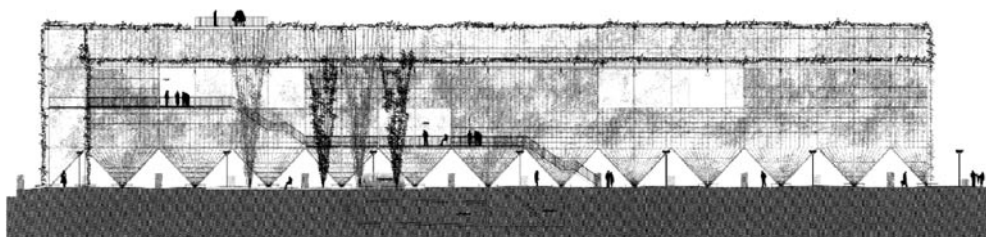
*Fot. 40. Widok metalowej konstrukcji Parku MFO z pnączami wspinającymi się po fasadzie
[autor: N. Numstead].*

Także projekt roślinności stanowił pewne wyzwanie. Zastosowana technologia zielonych ścian musiała umożliwić potencjalną wymianę roślin, jeśli nastąpiłyby jakiegokolwiek problemy, nie zagrażającą przy tym integralności konstrukcji. Również względy pielęgnacyjne musiały zostać wzięte pod uwagę. Rozwiązaniem okazała się silnie rozciągnięta siatka, którą architekt wraz z wykonawcą zaprojektowali, by umożliwić jak najlepszy rozwój roślinności. Siatka znajduje się w odległości 50 cm od samej konstrukcji, zapewniając bezpieczeństwo integralności

projektu. Wiele zastosowanych gatunków, jak chociażby *Hedera helix* (bluszcz pospolity), wspina się na ścianach, a nie jest przystosowana do wspinania się po siatce. Również charakterystyka projektu została wzięta pod uwagę – różna dostępność światła, wiatr, wysokość konstrukcji stwarzają odmienne warunki. Z tego względu szybko porzucono pierwotne założenie wykorzystania jedynie 3 lub 4 gatunków roślin. Rozpoczęto natomiast współpracę z producentem roślin, który dostarczył wszystkie dostępne w tym czasie gatunki roślin wspinających. W ten sposób stworzono swoiste laboratorium. Aby zazielenić konstrukcję o wysokości 17 m, należy bowiem wykorzystać skrzynki do nasadzeń na różnej wysokości: niskiej (do 3 m), średniej i wysokiej. Projekt zakładał stworzenie przestrzeni pięknej, o zróżnicowanej strukturze. Regularne kontrole pozwalają na obserwację sukcesu poszczególnych gatunków roślin. Dotychczas najlepsze rezultaty osiągnęły wisteria i róże, a najgorsze niektóre gatunki z rodziny klematis. Z założenia, z oryginalnego nasadzenia 130 różnych gatunków spodziewany jest sukces około 30–40 gatunków. W razie obumierania roślina jest wymieniana dwukrotnie, jednak jeśli wciąż nie będzie w stanie się przyjąć, nie następuje dalsze dosadzanie. Wszystkie rośliny są oznaczone, co stwarza niezwykłą okazję dla wszystkich zainteresowanych tematyką pnączy bądź przyszłych wykonawców ścian zielonych, by mogli obserwować, jak poszczególne gatunki reagują w danych warunkach.



Fot. 41. Pnącze nasadzone na poziomie terenu [autor: N. Numstead].



Rys. 11. Wizualizacja konstrukcji Parku MFO [autor: Raderschall Landscape Architects].

Dach zielony na budynku należącym do firmy Gemperle AG

Dach zielony znajdujący się na budynku firmy Gemperle AG Sins, kanton Aargau, składa się z trzech części: dachu płaskiego z miejscem rekreacyjnym, dachu płaskiego wspomagającego bioróżnorodność oraz dachu kopulastego z panelami słonecznymi. Podczas instalacji technologii dachów zielonych na dachu kopulastym wykorzystano specjalne płyty styropianowe, mające działać jako warstwa zabezpieczająca przed erozją, ale również jako warstwa drenażowa. Warstwa substratu została zaprojektowana jako substrat dachowy o wysokiej zawartości materii organicznej poprzez dodanie kompostu, mniej więcej 25%. Dodano również naturalnie występującą okoliczną glebę, w proporcji około 40%. Taka kompozycja substratu o głębokości 8 cm ma zapewnić dobry i przede wszystkim szybki wzrost roślin na dachu, pokrywając jak największy obszar w pierwszym okresie wegetacyjnym. To niezwykle ważne ze względu na możliwą erozję, której wpływ powinien być zminimalizowany dzięki stabilizacji substratu przez system korzeniowy roślin.



Fot. 42. Widok gotowego dachu po zakończeniu instalacji [autor: S. Brenneisen].



Fot. 43. Widok dachu kopulastego podczas instalacji [autor: S. Brenneisen].

Część dachu kopulastego została obsiana typową mieszkanką siewną wraz z roślinami z gatunku *Sedum*, drugą część pokryto materiałem uzyskanym ze skoszonego dachu zielonego znajdującego się na stacji uzdatniania wód w Wollishofen. Dach ten, istniejący ponad 100 lat, posiada ustabilizowany ekosystem sklasyfikowany jako „łąka sucha”. Zidentyfikowano na nim ponad 100 gatunków roślin, z czego 9 należy do naturalnie występujących w Szwajcarii orchidei. Program pielęgnacyjny dachu zielonego w Wollishofen zakłada coroczne koszenie, dlatego też, zważając na wysoką wartość ekologiczną i bioróżnorodność oraz fakt, iż po skoszeniu biomasa z dachu jest zwykle przeznaczona na kompost, zdecydowano się użyć skoszonej biomasy jako materiału siewnego.

By ustabilizować substrat w pierwszym roku instalacji, w najbardziej zagrożonych obszarach dachu, a więc na krawędzi, zainstalowano gotową murawę z rolki. W ten sposób, gdy murawa zakorzeni się po bardzo krótkim czasie, w warunkach sprzyjających nadmiernej erozji nie powinno nastąpić osunięcie się substratu. Natomiast po ustabilizowaniu się zaprojektowanej roślinności w górnej części dachu zajmie ona miejsce murawy, która jest niepożądana w przypadku tego projektu. Na dachu kopulastym znajdują się również panele słoneczne.



Fot. 44. Widok płaskiego dachu po zakończeniu instalacji [autor: S. Brenneisen].



Fot. 45. Widok dachu z terenem rekreacyjnym po zakończeniu instalacji [autor: S. Brenneisen].



Dach płaski z miejscem rekreacyjno-wypoczynkowym posiada wydzieloną część z dodatkowym systemem nawadniania, co pozwala na produkcję niektórych warzyw. Posiada również szklaną kopułę i miejsce do grillowania. Dzięki temu technologia dachu zielonego wykorzystana została do stworzenia przyjemnego otoczenia, przeznaczonego do wypoczynku.

Fot. 46. Zbiorniki powierzchniowe zaprojektowane na dachu by zbierać wodę opadową nie tylko wzbogacają efekt wizualny, ale również stanowią ważny element siedliskowy na dachu [autor: S. Brenneisen].

Dach płaski, wspomagający bioróżnorodność, został zaprojektowany z myślą o stworzeniu różnorodnych siedlisk. W tym celu na dachu stworzono okresowe zbiorniki wodne, które wypełniają się podczas opadów atmosferycznych. Zbiorniki te wykorzystywane są nie tylko przez ptaki i insekty, na obrzeżach zbiorników ustabilizowała się roślinność wymagająca większej wilgotności substratu. Woda magazynowana na powierzchni dachu przy odpowiednio założonej hydroizolacji nie stanowi zagrożenia dla funkcjonowania dachu.

Hala wystawiennicza Messehalle w Bazylei

Bazylea jest pionierem w technologii dachów zielonych zarówno w Szwajcarii, jak i na świecie. Dach w Bazylei uznawany jest za „piątą fasadę budynku”, dlatego należy nieustannie dążyć do jej unowocześniania. Hala ekspozycyjna numer 1 w Bazylei została zaprojektowana przez znanego szwajcarskiego architekta, Theo Hotz'a. Budowa budynku o wymiarach 210 m długości, 90 m szerokości oraz 20 m wysokości trwała 10 miesięcy, w okresie od maja 1998 do lutego 1999 roku. Powierzchnia całkowita dachu wynosi w przybliżeniu 16 000 m² i zastosowano na niej technologię ekstensywnych dachów zielonych. Na obrzeżach każdego dachu zainstalowano panele słoneczne, w sumie o powierzchni 1850 m². To największa istniejąca obecnie w Szwajcarii instalacja fotowoltaiczna, produkująca rocznie 215 000 kWh energii elektrycznej. Instalacja wszystkich paneli słonecznych kosztowała 2,3 miliony CHF.



Fot. 47. Widok roślinności dachowej, Hala Wystawowa w Bazylei [autor: S. Brenneisen].



Fot. 48. Widok całości dachu Hali Wystawowej w Bazylei [autor: Geoportal Kanton Basel-Stadt].

Potencjał przestrzeni dachu z punktu widzenia korzyści nie tylko ekonomicznych, ale również wielu innych, niestety pozostaje niewykorzystany. Presja



Fot. 49. Hala Wystawowa w Bazylei z lotu ptaka [autor: S. Brenneisen].

go dachu zielonego. W projekcie modernizacji dachu zalecono uwzględnienie nie tylko aspektów ekologicznych, ale również zaaranżowanie inscenizacji artystycznej. Stworzenie powierzchni mających wzbogacić bioróżnorodność dachu można połączyć z nadaniem im pięknego, malowniczego wyglądu.

Projekt poprawy wizerunku dachu zielonego zakładał stworzenie przestrzeni, które będą miały większą zdolność magazynowania wody, a dzięki temu inne gatunki roślinne będą miały szanse na rozwój i wzrost na dachu. Takie rozwiązanie będzie możliwe dzięki użyciu dodatkowego substratu w obszarach objętych nową koncepcją, która została stworzona przez dr. Stephana Brenneisena (kierownika Departamentu Dachów Zielonych na Zuryckim Uniwersytecie Nauk Stosowanych, kampus Wädenswil). By zapewnić jak najlepsze warunki do wzrostu



Fot. 50. Roślinność na dachu pozwoliła stworzyć oazę, która jest wykorzystywana chociażby przez ptaki jako niezakłócaną przez człowieka przestrzeń [autor: S. Brenneisen].

finansowa doprowadziła do minimalizacji kosztów związanych z instalacją. Warstwa substratu na dachu rozłożona jest równomiernie tworząc warstwę o głębokości zaledwie 7 cm, co skutkuje ustabilizowaniem się monokultur roślinnych nie mających zbyt dużej wartości ekologicznej. Dach ten jest bardzo dobrze widoczny z punktu widokowego Bazylei, co stanowi zachętę do przeprowadzenia zabiegów mogących ulepszyć kondycję i wartość istniejącego

roślinności, instalację zaplanowano na luty 2008 roku. Koncepcja graficzna projektu została opracowana przez architekta krajobrazu, Monica Jäger.

Ponieważ większa część powierzchni dachu pokryta została uprawą ekstensywną, a stworzone powierzchnie zwiększające bioróżnorodność dachu tworzą jedynie niewielkie skupiska, nie ma potrzeby tworzenia zaawansowanego planu pielęgnacyjnego. Jednakże Departament Dachów Zielonych wziął odpowiedzialność za coroczną kontrolę kondycji dachu i w razie potrzeby przeprowadzi wymagane

zabiegi pielęgnacyjne, by zachować walory ekologiczne i artystyczne dachu. Za realizację projektu odpowiedzialna była doświadczona grupa z Departamentu Dachów Zielonych, materiały potrzebne do instalacji opłacone zostały z budżetu projektu.

W sumie koszt przeprowadzenia modernizacji dachu zielonego wyniósł 50 000 CHF, które wydano na:

- pracę graficzną i projektową – 5 000 CHF;
- planowanie, spotkania oraz monitoring działań – 4 000 CHF;
- 50 m³ substratu potrzebnego do ułożenia 4 cm warstwy dodatkowego substratu na powierzchni 1200 m² – 15 000 CHF;
- nasiona – 2 000 CHF;
- mulcz (pokrywa ochronna gleby) – 4 000 CHF;
- 50 m³ materiału drzewnego (gałęzi) – 20 000 CHF.

Rozdział 13. Zielone dachy i żyjące ściany w lokalnych Planach działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)

Patrycja Płonka

.....

13.1. Wiodąca rola miast w kontekście zrównoważonego rozwoju energetycznego

Zmiany klimatu są dziś uważane za jeden z największych i najbardziej złożonych problemów XXI wieku. Współczesna gospodarka na ogromną skalę wykorzystuje paliwa kopalne, przyczyniając się tym samym do wzrostu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, czego efektem są obserwowane w ostatnich latach, nasilające się zmiany klimatyczne, którym towarzyszy szereg negatywnych zjawisk, takich jak rosnąca liczba katastrof pogodowych, podnoszenie się poziomu mórz i oceanów, wymieranie gatunków czy wzrost kwasowości wód. Naukowcy alarmują, że wzrost średniej temperatury na Ziemi o więcej niż 2°C w stosunku do okresu przedindustrialnego może doprowadzić do olbrzymich strat – nie tylko przyrodniczych, ale i społecznych oraz gospodarczych, w tym do zmniejszenia globalnego potencjału produkcji żywności [Pasierb 2009]. Aby zminimalizować to ryzyko, konieczne jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych poprzez wprowadzenie bardziej zrównoważonego zarządzania energią, obejmującego zwiększenie efektywności jej wykorzystania oraz wzrost wykorzystania jej odnawialnych źródeł.

Wychodząc naprzeciw tym wyzwaniom, jak również potrzebie zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w Europie, Unia Europejska przyjęła 9 marca 2007 roku tzw. **Pakiet Klimatyczno-Energetyczny**, który wyznacza główne cele i kierunki jej polityki energetycznej i ochrony klimatu. Pakiet ten, zwany też Pakietem „3x20%”, zawiera jednostronne zobowiązanie UE do:

- ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o 20% do 2020 roku w stosunku do wielkości emisji z roku 1990;
- zwiększenia efektywności wykorzystania energii o 20% do 2020 roku;

- zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym do 20% do 2020 roku.

Osiągnięcie tych ambitnych celów nie będzie możliwe bez aktywnego zaangażowania szczebla lokalnego, tj. miast i gmin oraz ich obywateli. Wynika to z faktu, iż większość wytwarzanej w Europie energii zużywana jest w miastach i to właśnie miasta i gminy mają największy potencjał przeciwdziałania zmianom klimatycznym przy jednoczesnym zapewnieniu rozwoju gospodarczego i odpowiedniej jakości życia mieszkańców. Potencjał ten wiąże się z **poczwórną rolą**, jaką samorządy lokalne odgrywają w kontekście energii – są to [Genchev 2010]:

- a) Rola konsumenta energii** – samorządy lokalne odpowiedzialne są za zużycie energii w swoich własnych obiektach oraz w związku ze świadczonymi przez siebie usługami (takimi jak zapewnienie oświetlenia ulicznego czy transportu publicznego). Wprowadzając energooszczędne rozwiązania w tym obszarze, miasta i gminy mogą nie tylko bezpośrednio redukować zużycie energii i towarzyszącą mu emisję CO₂, ale i dawać dobry przykład mieszkańcom, zachęcając ich do bardziej efektywnego wykorzystania energii.
- b) Rola producenta energii** – samorządy lokalne są odpowiedzialne za zapewnienie mieszkańcom zaopatrzenia w energię (energia elektryczna, ciepła, paliwa). Mogą przy tym korzystać z usług innych podmiotów zawodowo zajmujących się dostarczaniem energii lub wykorzystywać własne przedsiębiorstwa i instalacje energetyczne. Występując w roli producenta energii miasta i gminy mogą wprowadzać rozwiązania służące optymalizacji procesu wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii, promować lokalną produkcję energii oraz promować wykorzystanie jej odnawialnych źródeł.
- c) Rola regulatora i inwestora w obszarach związanych ze zużyciem energii** – w kompetencji samorządów lokalnych leżą takie dziedziny jak gospodarka przestrzenna, organizacja lokalnego systemu transportowego czy wprowadzanie norm i standardów obowiązujących w lokalnym budownictwie. Wiele spośród decyzji podejmowanych przez władze lokalne w tym zakresie oddziałuje bezpośrednio na zużycie energii przez mieszkańców oraz różne podmioty działające na terenie miasta czy gminy. I tak np. odpowiednia polityka transportowa będzie promowała korzystanie ze zbiorowych lub przyjaznych środowisku środków

transportu, a odpowiednia polityka w obszarze zagospodarowania przestrzennego będzie wspierała optymalizację zaopatrzenia mieszkańców w nośniki energetyczne oraz promowała rozwój energooszczędnego budownictwa.

d) Rola motywatora – samorządy lokalne dysponują narzędziami, za pomocą których mogą motywować mieszkańców i lokalne podmioty do bardziej efektywnego wytwarzania i wykorzystania energii. Narzędzia te mogą przyjmować postać zarówno bodźców materialnych, jak i niematerialnych. Mogą one obejmować:

- *kampanie i akcje informacyjno-edukacyjne* mające na celu kształtowanie świadomości energetyczno-ekologicznej;
- *otwieranie punktów doradczych/konsultacyjnych*, w których mieszkańcy oraz przedstawiciele lokalnych firm mogą zdobyć informacje i porady dotyczące efektywnego wykorzystania energii oraz wykorzystania jej odnawialnych źródeł;
- *wykorzystanie lokalnych podatków i opłat*, które mogą służyć zarówno do ograniczania negatywnych zachowań, jak i popierania zachowań właściwych, korzystnych dla ogółu społeczeństwa;
- *wprowadzenie zachęt finansowych* (np. konkursy, dopłaty do instalacji ...);
- *realizację wspólnych działań i projektów*.

Podjmując odpowiednie działania w wyżej wymienionych obszarach miasta i gminy mogą znacząco przyczynić się do redukcji zużycia energii i emisji CO₂, a także do zwiększenia swojego bezpieczeństwa energetycznego, poprawy jakości życia mieszkańców, tworzenia nowych miejsc pracy itd. Osiągnięcie takich efektów wymaga jednak systematycznego planowania energetycznego i zarządzania energią. Coraz więcej europejskich miast i gmin podejmuje się opracowania kompleksowych planów i programów energetycznych, zdając sobie sprawę z wyzwań i odpowiedzialności, jakie przed nimi stoją, a także z tego, że to przede wszystkim one będą ponosiły konsekwencje polityki klimatyczno-energetycznej realizowanej na szczeblu unijnym i krajowym. Wiele z nich postanowiło połączyć swe siły, podpisując tzw. Porozumienie Burmistrzów, w którym zobowiązują się do ograniczenia emisji na swoim terenie o co najmniej 20% do 2020 roku, opracowania *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii* oraz współpracy podczas przechodzenia z gospodarki wysokowęglowej na niskowęglową, bardziej korzystną pod względem ekologicznym, ekonomicznym i społecznym.

13.2. Porozumienie Burmistrzów na rzecz ochrony klimatu

Porozumienie Burmistrzów jest oddolną, ambitną inicjatywą angażującą miasta i gminy z całej Europy w działania na rzecz ochrony klimatu i poprawy jakości życia mieszkańców. Przystępując do Porozumienia prezydenci, burmistrzowie i wójtowie zobowiązują się do przekroczenia celów Pakietu Klimatyczno-Energetycznego UE poprzez poprawę efektywności energetycznej oraz zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na swoim terenie. Podjęte w efekcie tego zobowiązania działania mają przyczynić się nie tylko do walki ze zmianami klimatu, ale i do poprawy komfortu życia mieszkańców oraz tworzenia nowych miejsc pracy.

Treść Porozumienia Burmistrzów zawiera formalne zobowiązanie jego sygnatariusza do:

- ograniczenia emisji CO₂ na swoim terenie o co najmniej 20% do 2020 roku;
- opracowania i wdrożenia w ciągu roku od dnia podpisania Porozumienia tzw. *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii*, którego realizacja pozwoli na osiągnięcie powyższego celu;
- sporządzenia *bazowej inwentaryzacji emisji*, która będzie stanowiła punkt wyjścia do opracowania *Planu działań* oraz monitorowania jego rezultatów;
- sporządzania co najmniej raz na dwa lata raportów z wdrażania *Planu działań*;
- zaangażowania mieszkańców oraz lokalnych interesariuszy w działania proenergetyczne, m.in. poprzez organizację Dni Energii lub Dni Porozumienia Miast;
- zachęcania do przystąpienia do tej ambitnej inicjatywy innych miast i gmin oraz dzielenia się z nimi swoimi doświadczeniami i fachową wiedzą.

Pierwsza uroczysta ceremonia podpisania Porozumienia Burmistrzów miała miejsce 10 lutego 2009 roku w sali obrad Parlamentu Europejskiego. Wówczas do tej inicjatywy oficjalnie przystąpiło pierwszych 346 miast europejskich, w tym cztery miasta z Polski: **Warszawa** (woj. mazowieckie), **Bielsko-Biała** (woj. śląskie), **Niepołomice** (woj. małopolskie) oraz **Łubianka** (woj. kujawsko-pomorskie). Podczas uroczystości ówczesny Komisarz UE ds. Energii Andris Piebalgs podkreślił rolę miast w działaniach na rzecz ochrony klimatu: „*Większość wytwarzanej w Europie energii jest zużywana na obszarach miejskich. To w miastach trzeba będzie prowadzić i wygrać walkę ze zmianami klimatycznymi. Dlatego zaangażowanie, jakie wykazali burmistrzowie europejscy, podpisując Porozumienie*

Burmistrzów, budzi wielkie nadzieje, szczególnie w obecnych trudnych czasach”.
[Zarządzanie energią w budynkach komunalnych 2009].



Fot. 51. Ceremonia podpisania Porozumienia Burmistrzów w Brukseli w 2009 r.
[źródło: www.eumayors.eu].



Fot. 52. Family picture z ceremonii podpisania Porozumienia Burmistrzów
w Parlamencie Europejskim w 2009 r. [źródło: www.eumayors.eu].

Od czasu pierwszej ceremonii podpisania Porozumienia Burmistrzów ten oddolny ruch europejskich miast i gmin rośnie w siłę. Do końca 2012 roku do Porozumienia przystąpiło już ponad 4,5 tysiąca samorządów lokalnych z całej Europy, w tym ponad 30 z Polski, które zobowiązały się ograniczyć emisję CO₂ na swoim terenie o przynajmniej 20% do roku 2020. Razem reprezentują one

ponad 170 milionów mieszkańców [zob. www.eumayors.eu] i ich liczba stale wzrasta. Tak o powodach przystąpienia do Porozumienia wypowiadają się pierwsi polscy sygnatariusze [Broszura *Porozumienie Burmistrzów. Europejska inicjatywa angażująca miasta i gminy w działania na rzecz ochrony klimatu*; wyd. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”]:

„Programy ochrony klimatu, realizowane również w ramach Porozumienia Burmistrzów, mają dwa zasadnicze cele, których wdrożenie będzie odczuwalne przez każdą gminę i każdego z nas: poprawę efektywności energetycznej i bezpieczeństwo energetyczne. Jeżeli możemy to robić wspólnie w ramach europejskich projektów, korzystając z doświadczeń bardziej zaawansowanych miast, to nie traćmy ani chwili – tym bardziej, że szanse na finansowe wsparcie będą tylko w najbliższych latach. Bielsko-Biała uczestniczy w tej europejskiej inicjatywie od samego początku i mogę z całą odpowiedzialnością powiedzieć, że warto: tak ze względu na efekty ekonomiczne, jak i promocyjne.”

*Zbigniew Michniowski
Zastępca Prezydenta Bielska-Białej*

„Podejmując działania na rzecz ochrony środowiska w naszych małych ojczyznach walczymy o poprawę sytuacji na całym świecie. Warto zdać sobie sprawę, że każdy, nawet najmniejszy, zrobiony przez nas krok jest ważny. Przystąpienie do Porozumienia daje nam siłę wielu gmin, stowarzyszeń a przede wszystkim mieszkańców.”

*Roman Ptak
Burmistrz Miasta i Gminy Niepołomice*

„Redukcja emisji gazów cieplarnianych deklarowana w związku z udziałem w Porozumieniu Burmistrzów to nie tylko potrzeba działań o zasięgu globalnym, ale również możliwość uzyskania korzyści lokalnych. Chcielibyśmy, by otaczało nas czyste, wolne od szkodliwych i uciążliwych substancji powietrze, a podróżując po mieście chcemy korzystać z szybkiego, cichego i bezpiecznego transportu. A zatem aktywny udział Miasta we wdrażaniu postanowień Porozumienia Burmistrzów pozwoli na to, ażeby Warszawa rozwijała się w sposób zrównoważony i stawała się miejscem przyjaznym każdemu z nas.”

*Jacek Wojciechowicz
Zastępca Prezydenta m. st. Warszawy*

Do Porozumienia Burmistrzów może przystąpić każde miasto lub gmina, niezależnie od wielkości oraz stopnia realizacji działań na rzecz ochrony klimatu i zrównoważonego wykorzystania energii. Przystąpić do Porozumienia można w dowolnej chwili, a raz do roku mają miejsce uroczyste ceremonie podpisania Porozumienia, które dają prezydentom miast, burmistrzom oraz wójtom możliwość złożenia publicznego podpisu i pokazania swego zaangażowania na szczeblu międzynarodowym.

Udział w Porozumieniu Burmistrzów, a w konsekwencji opracowanie i wdrożenie *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii*, może przynieść miastu czy gminie liczne korzyści nie tylko w obszarze ochrony środowiska i klimatu, ale i w sferze ekonomicznej i społecznej. Wśród najważniejszych korzyści będących efektem podjęcia działań wynikających z Porozumienia wymienić można:

- włączenie się w globalną walkę ze zmianami klimatu, których negatywne konsekwencje są odczuwane także na szczeblu lokalnym;
- ograniczenie zużycia energii, a co za tym idzie ograniczenie wydatków na energię;
- podniesienie bezpieczeństwa energetycznego miasta/gminy;
- poprawę jakości życia mieszkańców;
- utworzenie nowych miejsc pracy;
- poprawę wizerunku miasta/gminy;
- lepszy dostęp do europejskich i krajowych źródeł finansowania;
- możliwość współpracy sieciowej i wymiany doświadczeń z innymi europejskimi miastami zaangażowanymi w działania na rzecz zrównoważonego wykorzystania energii.

Ponieważ zobowiązania, jakie podejmują sygnatariusze Porozumienia Burmistrzów, są niezwykle ambitne, mogą oni liczyć na szerokie wsparcie ze strony unijnych instytucji, Biura Porozumienia Burmistrzów oraz tzw. Koordynatorów Porozumienia i Organizacji Wspierających Porozumienie. Zadaniem dwóch ostatnich jest wspieranie miast-sygnatariuszy w realizacji zadań wynikających z przystąpienia do Porozumienia oraz pośredniczenie w kontaktach z Biurem Porozumienia Burmistrzów. Dzięki tym organizacjom inicjatywa ta jest dostępna także dla mniejszych miejscowości.

Pierwszą w Polsce oficjalną Organizacją Wspierającą Porozumienie Burmistrzów zostało **Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”** (www.pnec.org.pl), które 24 kwietnia 2009 roku podpisało umowę z Dyrekcją Generalną ds. Energii i Transportu Komisji Europejskiej zobowiązując się do:

- pomocy polskim miastom i gminom w wypełnianiu formalności związanych z przystąpieniem do Porozumienia;

- dzielenia się wiedzą i doświadczeniem w zakresie sporządzania *bazowych inwentaryzacji emisji*, opracowania *Planów działań na rzecz zrównoważonej energii* oraz angażowania mieszkańców i lokalnych interesariuszy w realizację lokalnej polityki zrównoważonego rozwoju energetycznego, np. poprzez organizację Dni Energii i lokalnych forów energetycznych;
- pośredniczenia w kontaktach pomiędzy polskimi sygnatariuszami Porozumienia a Biurem Porozumienia Burmistrzów;
- promowania Porozumienia Burmistrzów oraz jego polskich sygnatariuszy na szczeblu krajowym i europejskim;
- pomagania w szukaniu źródeł finansowania projektów realizowanych w związku z podpisaniem Porozumienia.

Ambitne działania podejmowane przez sygnatariuszy Porozumienia Burmistrzów mogą znacząco przyczynić się do zrównoważonego rozwoju Europy i zapewnienia jej bezpieczeństwa energetycznego, o czym mówił Jerzy Buzek, były przewodniczący Parlamentu Europejskiego: *„Działania sygnatariuszy Porozumienia Burmistrzów mogą przyczynić się do znacznego zmniejszenia emisji CO₂. Dzięki wspieraniu ich wysiłków Europa może sprostać wyzwaniom związanym ze zmianami klimatu. Z tych powodów w pełni popieram działania podejmowane w ramach inicjatywy Porozumienia Burmistrzów. Jest ona pomocna w rozwiązywaniu problemów mieszkańców.”* [Broszura *Porozumienie Burmistrzów. Inicjatywa mająca na celu wdrożenie europejskiej polityki energetycznej i klimatycznej*]. Dlatego też niezwykle istotne jest, by kolejne europejskie miasta i gminy włączyły się w ten oddolny ruch tworząc siłę, która zapoczątkuje trwałe i pozytywne trendy w zakresie poprawy sytuacji energetycznej Europy.

13.3. Lokalny *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii*

Plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP) jest dokumentem, który pokazuje, w jaki sposób gmina czy miasto będące sygnatariuszem Porozumienia Burmistrzów zamierza zrealizować swoje zobowiązania wynikające z przystąpienia do tej ambitnej inicjatywy, tj. ograniczyć emisję CO₂ na swoim terenie o co najmniej 20% do 2020 roku przy jednoczesnej realizacji swoich celów w sferze ekonomicznej i społecznej. *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii* formułuje **długoterminową wizję** zrównoważonego rozwoju energetycznego miasta/gminy, wyznacza **konkretne cele** w zakresie redukcji zużycia energii, redukcji emisji

CO₂ i poprawy jakości życia mieszkańców oraz przedstawia **działania i środki**, które umożliwią osiągnięcie tych celów.

Plany działań na rzecz zrównoważonej energii opracowywane w kontekście Porozumienia Burmistrzów muszą spełniać **10 podstawowych wymogów**, które w znacznym stopniu decydują o powodzeniu w osiągnięciu przedstawionych w nich celów [Poradnik „Jak opracować *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii* (SEAP)?” 2012]:

a) Formalne przyjęcie *Planu* przez radę miasta lub gminy

Wsparcie na najwyższym poziomie politycznym jest niezbędne dla zapewnienia powodzenia całego procesu, począwszy od opracowania *Planu* po jego wdrażanie i monitorowanie. Pierwszym wyrazem tego wsparcia jest formalna decyzja o przystąpieniu do Porozumienia Burmistrzów, a co za tym idzie do przygotowania *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii*, a kolejnym – formalna decyzja o przyjęciu *Planu*. Decyzja ta stanowi gwarancję, że *Plan* będzie realizowany niezależnie od zmieniającej się sytuacji, w tym sytuacji politycznej.

W celu zapewnienia niezbędnego wsparcia na poziomie politycznym można:

- podkreślać korzyści, jakie opracowanie i wdrożenie *Planu* przyniesie miastu lub gminie;
- regularnie informować burmistrza, najważniejszych liderów politycznych oraz członków rady miasta/gminy o postępach w pracach nad *Planem*;
- poinformować i zaangażować w proces planowania energetycznego społeczność lokalną;
- skoncentrować się podczas opracowania *Planu* na działaniach i środkach, co do których możliwe jest osiągnięcie porozumienia między najważniejszymi interesariuszami.

b) Zobowiązanie do ograniczenia emisji CO₂ o co najmniej 20% do 2020 roku

Plan działań na rzecz zrównoważonej energii musi zawierać jasne odniesienie do podstawowego zobowiązania podjętego przez miasto lub gminę – sygnatariusza Porozumienia Burmistrzów, tj. zobowiązania do ograniczenia emisji CO₂ o co najmniej 20% do 2020 roku. To ogólne zobowiązanie musi zostać następnie przełożone na konkretne działania i środki, które zostaną wdrożone w różnych sektorach, wraz z oszacowaniem związanej

z każdym z nich planowanej redukcji emisji CO₂. Samorząd lokalny ma oczywiście możliwość wyznaczenia bardziej ambitnego czy długofalowego celu redukcyjnego (np. do osiągnięcia do 2030 roku), lecz w takim przypadku powinien on wyznaczyć także cel pośredni dla 2020 roku.

c) Sporządzenie *bazowej inwentaryzacji emisji (BEI)* jako podstawy do opracowania *Planu*

Opracowanie udanego, dostosowanego do lokalnych potrzeb *Planu* wymaga dokonania dokładnej i szczegółowej oceny aktualnej sytuacji miasta/gminy (tzw. oceny sytuacji wyjściowej) w zakresie produkcji i wykorzystania energii oraz emisji CO₂. Ocena ta powinna obejmować tzw. *bazową inwentaryzację emisji*.

Bazowa inwentaryzacja emisji polega na wyliczeniu ilości dwutlenku węgla wyemitowanego z obszaru gminy w danym roku (tzw. roku bazowym). Sporządza się ją dla wszystkich głównych sektorów, w których miasto czy gmina zamierza podjąć działania, oraz dla wszystkich głównych nośników energii wykorzystywanych na jego/jej terenie. Wyliczenia emisji CO₂ dokonuje się w oparciu o zebrane dane na temat zużycia energii w kluczowych sektorach oraz wskaźniki emisji charakteryzujące poszczególne nośniki energii.

W przypadku *bazowych inwentaryzacji emisji* sporządzanych w kontekście Porozumienia Burmistrzów samorządy lokalne mogą same zdecydować o wyborze roku bazowego (roku, dla którego jest sporządzana inwentaryzacja i w stosunku do którego miasto/gmina będzie ograniczać wielkość emisji), wyborze gazów cieplarnianych objętych inwentaryzacją (CO₂ lub także inne gazy wyrażone w tzw. ekwiwalencie CO₂) oraz wyborze wskaźników emisji (standardowe lub LCA, pochodzące z różnych źródeł).

Bazowa inwentaryzacja emisji pozwala zidentyfikować główne źródła emisji CO₂ oraz określić potencjał jej redukcji w różnych sektorach. Stanowi ona punkt wyjścia do określenia celu redukcyjnego w tonach CO₂ i sporządzenia *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii*, a w przyszłości umożliwi zmierzenie efektów działań przewidzianych w SEAP.

d) Wprowadzenie działań/środków ukierunkowanych na redukcję emisji CO₂ we wszystkich kluczowych sektorach

Zobowiązanie do co najmniej 20% redukcji emisji CO₂ dotyczy całego obszaru leżącego w granicach administracyjnych miasta

czy gminy, dlatego też *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii* musi obejmować wszystkie kluczowe sektory funkcjonujące na jego/jej terenie: nie tylko sektor komunalny, ale i prywatny. Od samorządu lokalnego oczekuje się, że wprowadzi działania i środki ukierunkowane na redukcję emisji CO₂ w następujących obszarach:

- budynki i obiekty komunalne
- budynki i obiekty usługowe
- budynki mieszkalne
- budynki i obiekty przemysłowe (opcjonalnie)
- oświetlenie publiczne
- transport publiczny
- transport prywatny i komercyjny

e) Uwzględnienie strategii i działań do roku 2020

Jak to już zostało wspomniane na wstępie, *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii* powinien uwzględniać:

- długoterminową strategię i cele do roku 2020, pokazujące w jakim kierunku zmierza miasto/gmina i co chce osiągnąć;
- szczegółowy opis działań i środków, które pozwolą tę strategię i te cele zrealizować. Przynajmniej dla działań i środków zaplanowanych na najbliższe 3–5 lat należy określić: wydział lub osobę odpowiedzialną za ich realizację, ramy czasowe (początek, koniec, kamienie milowe), szacunkowe koszty i źródła finansowania, szacunkowe oszczędności energii / wzrost produkcji z OZE oraz towarzyszącą im szacunkową redukcję emisji CO₂.

f) Przystosowanie struktur administracyjnych

Przed rozpoczęciem prac nad *Planem* należy wskazać osobę odpowiedzialną za ten proces i przydzielić jej odpowiednie zasoby kadrowe i budżetowe. W większych miastach osoba ta może mieć do dyspozycji specjalną jednostkę organizacyjną i odpowiedni personel. W samym *Planie* należy natomiast określić, kto będzie odpowiedzialny za realizację przewidzianych w nim działań. Skuteczne planowanie energetyczne i zarządzanie energią ułatwi utworzenie stanowiska miejskiego specjalisty ds. zarządzania energią (w przypadku mniejszych miast i gmin) lub utworzenie miejskiej jednostki ds. zarządzania energią (w przypadku większych miast i gmin). Należy przy tym pamiętać, że planowanie

energetyczne wymaga współpracy i koordynacji działań różnych wydziałów lokalnej administracji (ochrona środowiska, zagospodarowanie terenu i planowanie przestrzenne, zarządzanie infrastrukturą, mobilność i transport, finanse, przetargi...). W niektórych przypadkach realizacja zadań przewidzianych w *Planie działań na rzecz zrównoważonej energii* może wymagać przypisania niektórym z nich nowych kompetencji i/lub zasobów, jak również odpowiedniego przeszkolenia pracowników.

g) Mobilizacja społeczeństwa obywatelskiego

Ponieważ samorządy lokalne posiadają bezpośredni wpływ jedynie na niewielki procent emisji generowanych na terenie ich miast czy gmin, osiągnięcie 20% redukcji emisji CO₂ wymaga aktywnego zaangażowania mieszkańców i lokalnych interesariuszy. Powinni oni zostać zaangażowani zarówno w pracę nad *Planem*, jak i w jego realizację i monitorowanie. Istnieje wiele metod mobilizacji społeczeństwa obywatelskiego, wśród których znajduje się m.in. organizacja lokalnych Dni Energii czy organizacja lokalnych forów energetycznych.

h) Wskazanie źródeł finansowania działań

Realizacja *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii* wymaga odpowiednich środków finansowych. Już na etapie prac nad *Planem* należy zidentyfikować i wskazać główne źródła, które zostaną wykorzystane do sfinansowania przewidzianych w nim działań. Źródła te mogą obejmować: budżet miasta/gminy, programy i fundusze unijne, programy i fundusze krajowe oraz takie instrumenty finansowania jak fundusze odnawialne, leasing, umowy o efekt energetyczny, wewnętrzne zobowiązania wykonawcze w instytucjach publicznych czy partnerstwa publiczno-prywatne.

i) Monitorowanie i raportowanie wdrażania *Planu*

Plan działań na rzecz zrównoważonej energii powinien zawierać krótki opis tego, w jaki sposób samorząd lokalny zamierza śledzić postępy w jego realizacji i monitorować jego rezultaty, a także kto będzie odpowiedzialny za te zadania.

Należy przy tym pamiętać, że zgodnie z wytycznymi Porozumienia Burmistrzów jego sygnatariusze powinni co najmniej raz na dwa lata sporządzać raport z wdrażania *Planu*, podsumowujący zrealizowane działania i osiągnięte rezultaty oraz weryfikujący

przyjęte założenia i cele, a co najmniej raz na cztery lata sporządzać tzw. *inwentaryzacje monitoringowe* i dołączać ich wyniki do raportu z wdrażania *Planu*.

Regularny monitoring i raportowanie postępów pozwolą ocenić dotychczasowe efekty zrealizowanych działań, wprowadzić ewentualne działania naprawcze, zweryfikować przyjęte założenia i cele oraz ocenić, czy istnieje potrzeba aktualizacji *Planu*. Potrzeba taka może zająć np. wówczas, gdy na terenie miasta nastąpią zmiany skutkujące znaczącym wzrostem zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych (gwałtowny rozwój przemysłu, wzrost liczby ludności itp.), gdy okaże się, że efekty redukcji emisji wyznaczone dla poszczególnych działań zostały przeszacowane lub gdy niektórych działań nie udało się zrealizować bądź przeciągają się w czasie.

j) **Przedłożenie *Planu* do Biura Porozumienia Burmistrzów i wypełnienie szablonu SEAP**

Sygnatariusze Porozumienia Burmistrzów są zobowiązani do przedłożenia swoich *Planów działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)* do Biura Porozumienia Burmistrzów w okresie roku od dnia podpisania Porozumienia. W tym celu muszą:

- przesłać pełną wersję *Planu* w języku narodowym za pośrednictwem swojego profilu na stronie Porozumienia (www.eumayors.eu);
- wypełnić on-line specjalny szablon podsumowujący treści zawarte w *Planie*. Szablon wypełnia się w języku angielskim, również za pośrednictwem profilu miasta/gminy na stronie Porozumienia.

Jakie działania należy uwzględnić w *Planie działań na rzecz zrównoważonej energii*? Wybór należy oczywiście do samorządu lokalnego opracowującego *Plan*, należy jednak pamiętać, by razem pozwoliły one na osiągnięcie założonego celu redukcyjnego. Mogą to być zarówno działania, których efektem jest poprawa efektywności wykorzystania energii (np. termomodernizacja budynków), jak i działania, których efektem jest zmiana lokalnej struktury energetycznej (np. wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii). Mogą to być działania o charakterze inwestycyjnym, jak i działania miękkie (np. kampanie edukacyjne). Wreszcie mogą to być działania redukujące emisję bezpośrednio, jak i działania redukujące emisję pośrednio.

Działania uwzględnione w *Planie* powinny obejmować wszystkie kluczowe sektory – zarówno sektor komunalny, jak i prywatny. Dla każdego z nich należy wyliczyć szacunkowy efekt redukcji emisji CO₂ w tonach, które po zsumowaniu powinny dać wartość przekraczającą założony cel redukcyjny. Dla każdego działania należy też określić osoby odpowiedzialne za jego realizację, ramy czasowe, źródła finansowania oraz wskaźniki monitoringowe.

Struktura *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii* zależy od miasta czy gminy, choć zaleca się, aby *Plan* obejmował następujące elementy [Poradnik „Jak opracować *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii* (SEAP)?” 2012]:

- a) Streszczenie
- b) Opis ogólnej strategii miasta/gminy:
 - A. Cele strategiczne i szczegółowe
 - B. Stan obecny i wizja na przyszłość
 - C. Aspekty organizacyjne i finansowe
 - Utworzone/przydzielone struktury organizacyjne
 - Przydzielone zasoby ludzkie
 - Zaangażowanie mieszkańców i lokalnych interesariuszy
 - Szacowany budżet
 - Przewidywane źródła finansowania inwestycji ujętych w *Planie*
 - Planowane środki w zakresie monitoringu i oceny wdrażania *Planu*
- c) Wyniki *bazowej inwentaryzacji emisji* oraz opis metodologii jej sporządzenia
- d) Opis zaplanowanych do realizacji działań i środków – dla każdego z nich należy podać (gdy to tylko możliwe):
 - Opis
 - Odpowiedzialny wydział, osobę lub firmę
 - Harmonogram wdrażania
 - Szacunkowe koszty
 - Szacunkową oszczędność energii/wzrost produkcji energii z OZE
 - Szacunkową redukcję emisji CO₂

Należy pamiętać, że *Plan działań na rzecz zrównoważonej energii* jest dokumentem o bardzo istotnym wpływie na rozwój lokalny i musi być zgodny

z innymi dokumentami strategicznymi obowiązującymi na terenie miasta czy gminy. Powinien on być dokumentem dynamicznym, tj. w razie potrzeby powinien być aktualizowany i dostosowywany do zmieniającej się sytuacji.

Udane opracowanie i wdrożenie *Planu* zależy od szeregu czynników. Niewątpliwie kluczowe znaczenie mają zapewnienie wsparcia ze strony kierownictwa politycznego i najważniejszych interesariuszy, zaangażowanie w prace nad *Planem* całej społeczności lokalnej oraz identyfikacja możliwych źródeł finansowania *Planu*. Bardzo ważne jest też poprawne wykonanie *bazowej inwentaryzacji emisji*, gdyż tylko dokładna wiedza na temat sytuacji, w jakiej miasto czy gmina znajduje się w chwili rozpoczęcia prac nad *Planem*, pozwoli na odpowiednie zaplanowanie działań i osiągnięcie założonego celu redukcyjnego.

13.4. Zielone dachy i żyjące ściany w *Planie działań na rzecz zrównoważonej energii*

Jednym z działań ukierunkowanych na redukcję emisji CO₂, jakie miasta i gminy mogą uwzględnić w swoich *Planach działań na rzecz zrównoważonej energii*, jest zakładanie tzw. zielonych dachów i żyjących ścian oraz promowanie tych technologii wśród swoich mieszkańców i lokalnych interesariuszy.



Fot. 53. Uczestnicy podróży studyjnej zorganizowanej w ramach projektu „Ogród nad głową” oglądają dach zielony budynku firmy Gemperle w Sins, Szwajcaria [autor: A. Jaskuła].

Zakładanie zielonych dachów i żyjących ścian, gdy te są prawidłowo zaplanowane i zaprojektowane, może przynieść szereg pozytywnych efektów, zarówno w sferze ochrony środowiska i klimatu, jak i w sferze ekonomicznej i społecznej. Wśród licznych korzyści z nimi związanych wymienia się: usprawnienie gospodarki wodami opadowymi, ograniczenie zużycia energii, łagodzenie efektu „miejskich wysp ciepła”, zwiększenie trwałości membran dachowych, podniesienie rentowności inwestycji w porównaniu z dachami tradycyjnymi, ograniczenie hałasu i zanieczyszczenia powietrza, zwiększenie bioróżnorodności terenów miejskiej oraz podniesienie estetyki otoczenia [Carbon sequestration potential of extensive green roofs 2009].

Z punktu widzenia Porozumienia Burmistrzów i opracowywanego w jego ramach *Planu działań na rzecz zrównoważonej energii* (SEAP) szczególnie istotna jest **zdolność zielonych dachów i żyjących ścian do poprawy izolacji termicznej budynków**, co chroni ich wnętrze przed nadmiernym nagrzewaniem latem i utratą ciepła zimą, a tym samym prowadzi do redukcji zużycia energii na potrzeby ogrzewania i klimatyzacji. W efekcie mniej dwutlenku węgla jest emitowane z zakładów i instalacji energetycznych. Symulacja przeprowadzona przez D. J. Sailora, opisana w artykule *Carbon sequestration potential of extensive green roofs* (*Potencjał sekwestracji węgla przez ekstensywne zielone dachy*), pokazała, że założenie zielonego dachu pozwala ograniczyć zużycie energii elektrycznej o 2%, a zużycie gazu ziemnego o 9–11%, co stanowi ogromny potencjał redukcji emisji.



Fot. 54. Przedstawiciele gmin-sygnatariuszy Porozumienia Burmistrzów podczas podróży studyjnej w Szwajcarii, IX 2012 [autor: K. Wojciechowski].



Fot. 55. Przedstawiciele polskich miast na zielonym dachu budynku firmy Gemperle w Sins, Szwajcaria [autor: E.Chmielecka].

Pozytywne oddziaływanie zielonych dachów i żyjących ścian na klimat wiąże się także ze zmniejszeniem efektu „miejskich wysp ciepła”, które można osiągnąć dzięki szerokiemu zastosowaniu zielonych dachów na całym obszarze miejskim i które może prowadzić do dalszej redukcji zużycia energii, jak również ze zdolnością zielonych dachów i żyjących ścian do wychwytywania dwutlenku węgla z powietrza i magazynowania go w roślinach i glebie. Badanie przeprowadzone na ekstensywnych zielonych dachach przez zespół badaczy z Uniwersytetu Stanowego Michigan, również opisane w artykule *Carbon sequestration potential of extensive green roofs* (*Potencjał sekwestracji węgla przez ekstensywne zielone dachy*) pokazało, że ekstensywny zielony dach jest w stanie zmagazynować 375 g węgla w metrze kwadratowym, uwzględniając węgiel zmagazynowany w biomasie nadziemnej, biomasie podziemnej oraz podłożu.

Z powyższych względów warto, by miasta i gminy uwzględniły w swoich *Planach działań na rzecz zrównoważonej energii* zakładanie zielonych dachów i żyjących ścian. Mogą one zaplanować zarówno:

- obsadzenie roślinnością własnych budynków (działanie inwestycyjne, dające bezpośredni efekt redukcji emisji);
- kampanię promującą koncepcję zielonych dachów i żyjących ścian wśród mieszkańców i lokalnych interesariuszy (działanie miękkie, dające pośredni efekt redukcji emisji).

Utworzenie zielonych dachów i żyjących ścian na budynkach należących do miasta/gminy pozwoli nie tylko na ograniczenie zużycia energii w tych budynkach, ale i przyniesie efekt demonstracyjny, dzięki któremu także inne podmioty mogą zainteresować się tą technologią. Efekt ten niewątpliwie wzmocni szeroko zakrojona i dobrze zaplanowana kampania informacyjno-promocyjna, zachęcająca mieszkańców i lokalnych interesariuszy do obsadzania roślinnością własnych budynków. Znaczący potencjał tworzenia zielonych dachów i żyjących ścian charakteryzuje zwłaszcza duże budynki handlowo-usługowe, przemysłowe oraz bloki mieszkalne, które dysponują sporymi powierzchniami niezagospodarowanymi.

Podobnie jak w przypadku innych działań przewidzianych w *Planie działań na rzecz zrównoważonej energii*, także planując zakładanie lub promowanie zielonych dachów i żyjących ścian należy:

- dokładnie opisać planowane działanie;
- wskazać osoby odpowiedzialne za jego realizację;
- wskazać jego ramy czasowe (kiedy się rozpocznie, kiedy zakończy, jakie będą główne kamienie milowe?);
- oszacować koszty oraz wskazać planowane źródła finansowania;
- oszacować efekt w zakresie ograniczenia zużycia energii;
- oszacować efekt w zakresie redukcji emisji CO₂.

Uwzględnienie zielonych dachów i żyjących ścian w *Planie działań na rzecz zrównoważonej energii* przyniesie nie tylko efekt w postaci redukcji zużycia energii i emisji CO₂, ale i pozwoli zagospodarować duże powierzchnie „stracone” pod względem przyrodniczym, funkcjonalnym i estetycznym, zwiększyć powierzchnię pokrytą roślinnością, zwiększyć różnorodność gatunków flory i fauny występujących na terenie miasta, poprawić mikroklimat miasta oraz usprawnić gospodarkę wodami opadowymi.

Bibliografia

Publikacje

- Ahrendt J., 2007: *Historische Gründächer: Ihr Entwicklungsgang bis zur Erfindung des Eisenbetons*, Tom 2, Katalog. Berlin.
- Alexander Ch., 2008: *Język wzorców*. GWP, Gdańsk.
- Blanc P., 2010: *The Vertical Garden: From Nature to the City*, New York.
- Brenneisen S., 2009: *Ökologisches Ausgleichspotenzial von extensiven Dachbegrünungen: Bedeutung des Ersatz-Ökotoys für den Arten- und Naturschutz und die Stadtentwicklungsplanung*, Geographisches Institut der Universität.
- Bursza-Adamiak E. – badania własne z lat 2009–2011, niepublikowane.
- Carbon sequestration potential of extensive green roofs**, 2009: praca zbiorowa. Environ. Sci. Technol. 43, 7564–7570.
- Cebzat K., 2003: *Ocena wpływu zabudowy na środowisko w programie nauczania studentów Wydziału Architektury. Materiały do ćwiczeń*, Zakład Kształtowania Środowiska Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Chelmicki W., 2001: *Woda. Zasoby, degradacja, ochrona*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Chen Y., 2002: *An investigation of the effect of shading with vertical landscaping in Singapore. Use of Vegetation in Civil Engineering*, London.
- Davidson A., 1998: *Summer in the city: NASA turns technology toward the Earth to determine what, exactly, makes cities so hot*.
- Dom nad Odrą. Zespół zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej Odra House**. „Świat architektury” nr 4/2010, s. 18–21.
- Drapella-Hermansdorfer A., 2003: *Wrocławskie Zielone wyspy. Projekt zarządzania zasobami środowiska miejskiego*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Dunett N., Kingsbury N., 2008: *Planting Green Roofs and Living Walls*. Timber Press, Portland–London.
- Emilson T., 2003: *The influence of establishment method and species mix on plant cover*. The Cardinal Group, Chicago.
- Genchev Z., 2010: *Planowanie energetyczne w miastach i gminach. Przewodnik dla miejskich i gminnych decydentów oraz ekspertów*, praca zbiorowa. Agencja Reklamowo-Wydawnicza „OSTOJA”, Kraków.

- Górka K., Poskrobko B., Radecki W.**, 2001: *Ochrona środowiska*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Grabowska B., Kubala T.**, 2010: *Byliny w twoim ogrodzie*. Zysk i S-ka, Poznań.
- Green Roofs for Healthy Cities 2010.**
- Gumińska Z.**, 1966: *Uprawa hydroponiczna roślin*, Wrocław.
- Harazono Y.**, 1990/91: *Effects of rooftop vegetation using artificial substrates on the urban climate and the thermal load of buildings*. Energy and Buildings 15–16, s. 435–442.
- Hessayon D. G.**, 1997: *Kwiaty*, MUZA SA, Warszawa.
- Hopkins G., Goodwin Ch.**, 2011: *Living architecture. Green roof and walls*.
- Jak opracować Plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)? Poradnik**, 2012: praca zbiorowa. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków.
- Jakubczyk Z., Dyda A., Ziarko M.**, 2006: *Ocena świadomości ekologicznej mieszkańców Opola w zakresie gospodarki odpadami na podstawie badań ankietowych*, [w:] Ślódzcyk J., Rajchela D. (red.), 2006: *Polityka zrównoważonego rozwoju oraz instrumenty zarządzania miastem*. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole, s. 105–113.
- Ježek J.**, 2006: *Marketing gmin i miast w Republice Czeskiej*, [w:] Ślódzcyk J., Rajchela D. (red.), 2006: *Polityka zrównoważonego rozwoju oraz instrumenty zarządzania miastem*. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole, s. 225–231.
- Katz G.**, 2003: *Costs and financial benefits of green buildings*, Report to California's Sustainable Building Task Force, Sacramento.
- Kauf S.**, 2006: *Marketing miast jako oparta na kooperacjach koncepcja rozwoju miast* [w:] Ślódzcyk J., Rajchela D. (red.), 2006: *Polityka zrównoważonego rozwoju oraz instrumenty zarządzania miastem*. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole, s. 233–241.
- Kozłowska E.**, 2008: *Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w aspekcie architektury krajobrazu*. Monografia LXVII, nr II, [w:] *Współczesne problemy architektury krajobrazu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Wrocław.
- Kuhn M.**, 1996: *Rooftop greening*, Eco Architecture.
- Kumar R., Kaushik S.**, 2005: *Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of buildings*. Energy and Buildings 40, s. 1505–1511.
- Kundzewicz Z. W.**, 2000: *Gdyby mała wody miarka... Zasoby wodne dla trwałego rozwoju*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Łabno G.**, 2006: *Ekologia. Słownik encyklopedyczny*. Wydawnictwo EUROPA, Kraków.

- Majdecki L.**, 1981: *Historia ogrodów. Przemiany, formy, konserwacja*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Meyer F. H.**, 1973: *Gehölze in städtischer Umwelt*. Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 66, 105–131.
- Mentens J., Raes D., Hermy M.**: *Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? Landscape and Urban Planning* 77 (2006) 217–226.
- Oberndorfer E., Lundholm L., Bass B., Coffman R. R., Doshi H., Dunnett N., Gaffin S., Köhler M., Liu K. K. Y., Rowe B.**: *Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions and Services*. BioScience, November 2007 / Vol. 57 No. 10.
- Ogrody Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego – wywiad z Ireną Bajerską**, „Ogrody, ogródki, zieleńce” nr 10(42) 2002, s. 74–77.
- Osmundson T.**, 1999: *Roof garden: history, design and construction*. London.
- Pasierb S.**, 2009: *Raport: Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkownika energii. Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego*; praca zbiorowa. Wydawnictwo Polski Klub Ekologiczny, Katowice.
- Pęski W.**, 1999: *Zarządzanie zrównoważonym rozwojem miast*. Arkady, Warszawa.
- Phillips A. A.**, 2003: *City of Tucson Water Harvesting Guidance Manual*. Department of Transportation, Stormwater Section, Tucson, Arizona.
- Platje J., Czarnecka A., Dembicka A., Najgebauer Ł., Rokita D., Stasiuk A.**, 2006: *Zrównoważony rozwój oraz poziom jakości życia w świetle opinii mieszkańców Opola*, [w:] Słodczyk J., Rajchela D. (red.), 2006: *Polityka zrównoważonego rozwoju oraz instrumenty zarządzania miastem*. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole, s. 99–104.
- Pribyl J.**, 1990: *Hydroponika dla każdego*, Warszawa.
- Rabiński J. A.**, *Dachy zielone – zagadnienia formalno-prawne* cz. 1. Zieleń miejska 7–8/2011, s. 60–62.
- Rabiński J. A.**, *Dachy zielone – zagadnienia formalno-prawne* cz. 2. Zieleń miejska 9/2011, s. 50–52.
- Velazquez L. S.**, 2005: *Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium*. Environmental Quality Management, Wiley Periodicals, Inc.
- Wong N. H., Chen Y.**, 2009: *Tropical Urban heat islands*. Climate, building and greenery, New York.
- Yeang K.**, 2006. *Ecodesign: A Manual for Ecological Design*, London.
- Zarządzanie energią w budynkach komunalnych. Poradnik**, 2009: praca zbiorowa. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków.

Źródła internetowe

<http://arch.duetsj.com.pl/zielone-dachy/>

http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm – strona internetowa Komisji Europejskiej.

<http://ec.europa.eu/environment/life/about/index.htm>

http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/pl.pdf

http://www.barcikowscy.eu/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=259&Itemid=264 – szeroki asortyment bylin do zazieleniania dachów.

<http://www.bauder.pl/pl/dachy-zielone.html> – informacje podstawowe, opisy proponowanych technologii i systemów dachów zielonych specjalistycznej firmy BAUDER POLSKA Sp. z o.o.

<http://www.efb-greenroof.eu> – oficjalna strona European Federation of Green Roof Associations – EFB.

http://www.ekoportal.pl/jetspeed/portal/portal/Fundusze_UE/LIFE

<http://www.eumayors.eu> – strona internetowa Porozumienia Burmistrzów.

http://www.eumayors.eu/IMG/pdf/com_brochure_pl.pdf – broszura *Porozumienie Burmistrzów. Inicjatywa mająca na celu wdrożenie europejskiej polityki energetycznej i klimatycznej*.

<http://www.facebook.com/PSDZ.NOT>

<http://www.gcl.com.pl> – informacje podstawowe, opisy proponowanych technologii i systemów dachów zielonych specjalistycznej firmy YinCo.

<http://www.krajewscy.pl> – szeroki asortyment specjalistycznych podłoży do zazieleniania dachów zielonych.

http://www.metropolismag.com/html/content_0898/aug98sum.htm – Davidson A., 1998: *Summer in the city: NASA turns technology toward the Earth to determine what, exactly, makes cities so hot*.

<http://www.pnec.org.pl/apetyt/o-porozumieniu-burmistrzow.html> – strona internetowa projektu „Apetyt na klimat – ekologiczne menu polskich gmin”.

<http://www.psdz.pl> – Oficjalna strona Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone”.

http://www.soprema.pl/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=172&Itemid=175 – informacje podstawowe, opisy proponowanych technologii i systemów dachów zielonych specjalistycznej firmy SOPREMA POLSKA Sp. z o.o.

<http://www.zielonesciany.pl> – informacje podstawowe, opisy proponowanych technologii i systemów zielonych ścian.

<http://www.zszp.pl> – Oficjalna strona Związku Szkółkarzy Polskich.

Lider projektu „Ogród nad głową”:

Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”

ul. Sławkowska 17/30

31-016 Kraków

tel./fax: +48 (12) 429 17 93

e-mail: biuro@pnec.org.pl

www.pnec.org.pl



Partnerzy projektu:

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)

Life Sciences and

Facility Management

Grüntal, Postfach

CH-8820 Wädenswil

tel. +41 (0)58 934 59 29

fax: +41 (0)58 934 50 01

www.zhaw.ch

Zürich University
of Applied Sciences



Life Sciences and
Facility Management

Institute of
Natural Resources Sciences

Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone”

Plac Grunwaldzki 24 a

50-363 Wrocław

tel. +48 (71) 320 18 49

e-mail: info@psdz.pl

www.psdz.pl



Wydawca: Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”
ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków
tel. + 48 12 429 17 95; fax +48 12 429 17 93
e-mail: biuro@pnec.org.pl
www.pnec.org.pl

Skład i druk: Agencja Reklamowo-Wydawnicza „Ostoja”, tel. 601 41 01 01

ISBN: 978-83-924306-8-1

© Copyright by Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków 2013

Poradnik jest współfinansowany przez Szwajcarię w ramach szwajcarskiego programu współpracy z nowymi krajami członkowskimi Unii Europejskiej oraz ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie.



www.ogrodnadglowa.pl

