

**Fot. 1. Temperatura przestrzeni miast: a) bez terenów zielonych; b) z infrastrukturą zieleni [3]**  
 Photo 1. Urban space temperature: a) without green areas; b) with green infrastructure [3]

osłaniane są detalami architektonicznymi, takimi jak okiennice, werandy, balkony, maszrabije (ozdobne drewniane kraty zakrywające balkony lub okna), aby „sterować” energią słoneczną. Powracamy też do zazieleniania elewacji.

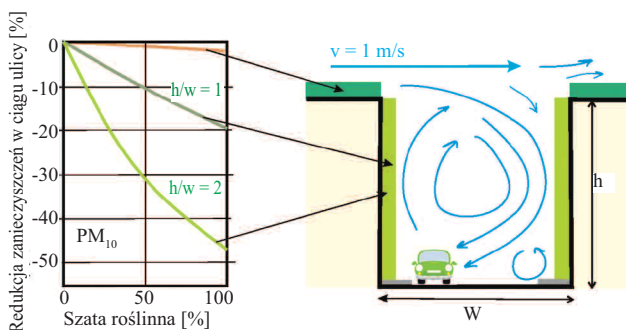
W literaturze można znaleźć wiele publikacji poruszających tematykę zielonych fasad i zasadności ich stosowania. 15 lutego 2021 r. ogłoszono Międzynarodowym Dniem Zielonej Ściany. Datę tę wyznaczono w 130. rocznicę urodzin architekta krajobrazu **Stanleya Harta White’a**, który ponownie skierował architektów w kierunku zielonych ścian. Warto pamiętać jednak, że w Krakowie tworzył w tym czasie **Teodor Talowski** nazywany „Galicyjskim Gaudim”, który w praktyce zastosował połączenie architektury z roślinnością, m.in. w kamienicach „Pod Osłem”, „Pod Śpiewającą Żabą” oraz „Pod Pajakiem” (fotografia 2). Miały one niezwykle oryginalne rozwiązania rozprowadzania pnączy po elewacji. Niestety obecnie po zielonych elewacjach pozostały tylko charakterystyczne otwory.

Istotnymi argumentami przemawiającymi za zielonymi fasadami są korzyści, jakie płyną z ich zastosowania. Zielone ściany wprowadzają w tkankę miejską i w przypadku budynku m.in.:

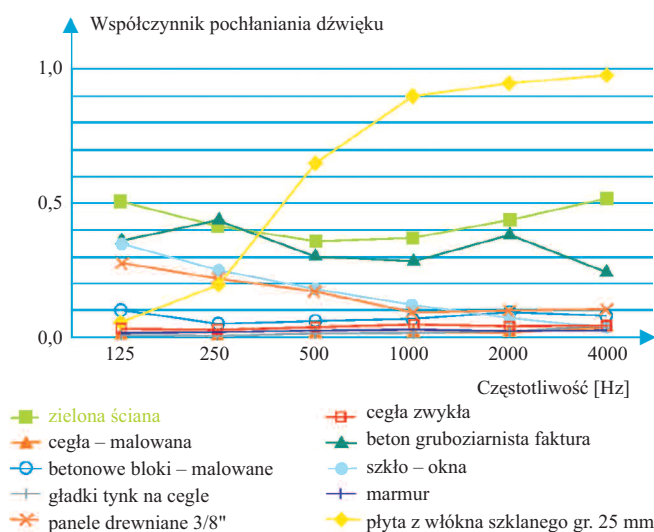
- redukcję efektu miejskiej **wyspy ciepła** (rysunek 2);
- redukcję **wahań temperatury** na elewacji;
- redukcję **zanieczyszczeń** (rysunek 3) [5];
- redukcję **hałasu** (rysunek 4);
- redukcję **kosztów** chłodzenia budynku w lecie i ogrzewania w zimie;
- nowe **siedliska różnorodnych organizmów żywych**;



**Fot. 2. Kamienica „Pod Pajakiem”, na której Teodor Talowski zaprojektował jedną z pierwszych zielonych elewacji w Krakowie, obecnie na pierwszym planie „kamienna pustynia”**  
 Photo 2. „Stone desert” – in the foreground the „Pod Pajakiem” tenement house, on which Teodor Talowski designed one of the first green facades in Cracow



**Rys. 3. Wpływ zielonych ścian na redukcję PM<sub>10</sub> [10]**  
 Fig. 3. The impact of green walls on the reduction of PM<sub>10</sub> [10]



**Rys. 4. Pochłanianie dźwięku przez materiały występujące na elewacji wg Azkorr (2015) [1]**  
 Fig. 4. Sound absorption by materials on the façade to Azkorr (2015) [1]

- **zielone płuca** miast;
- **system ochronny** elewacji przed kwaśnym deszczem;
- **retencję** wód opadowych;
- **minimalizację efektu wychłodzenia** budynku podczas wietrznych dni;
- **ochronę materiałów elewacji przed szkodliwym UV** i starzeniem.

Jak przy każdym rozwiązaniu podnoszone są argumenty przeciw, ale czy słusznie? Są to:

- dodatkowe **obciążenie** konstrukcji;
- utrudnienie **wysychania elewacji**;
- mikroprzyczepy mogą **niszczyć** elewację;
- **uszkodzenia** w wyniku ssania wiatru;
- **chemiczne reakcje** z podłożem;
- jesienne **usuwanie liści**.

Analizując za i przeciw, warto mieć na uwadze szerszą argumentację.

**Redukcja temperatury** – dzięki zieleni można zredukować temperaturę powietrza i na elewacji o ok. 10°C. Wiele badań pokazuje również, że zielone ściany potrafią skutecznie ograniczyć, nawet do 50%, ilość promieniowania słonecznego docierającego do budynku, chroniąc tym samym elewację przed szkodliwym promieniowaniem UV i przyczyniając się do wydłużenia okresu między remontami elewacji o 15 lat. Dzięki temu można osiągnąć oszczędności z tytułu mniejszego zużycia energii na klimatyzację wewnątrz, w porównaniu ze ścianą bez zieleni do: 50% (Celadyn, 1992); 50 – 70% (Trzaskowska, 2010), a w klimacie śródziemnomorskim, w zależności od ściany zewnętrznej i rodzaju zielonej fasady o 1,4 ÷ 65,8% (Perini i Rosasco, 2013). Z kolei zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzewania budynku może zostać zminimalizowane o 25% (Sheweka i Mohamed, 2012) [9].

**Redukcja zanieczyszczeń** – wg badań [10] wprowadzenie zielonych ścian w uliczny kanion pozwala zredukować cząstki stałe PM<sub>10</sub> w otaczającym powietrzu nawet do 60%, a dwutlenek azotu NO<sub>2</sub> o ok. 40%.

Kolejną zaletą wykorzystania pnączy na elewację jest fakt, iż *mimo niewielkiej powierzchni w rzucie pionowym, pnącza mogą dawać duże powierzchnie zieleni. Jeden duży winobluszcz pięciolistkowy, zajmujący jedynie ok. 0,5 m<sup>2</sup> powierzchni gruntu, może w okresie wegetacji wytworzyć nawet 2600 m<sup>2</sup> listowia, co odpowiada powierzchni siedmiu lip o średnicy korony 10 m i pokrywa ponad 500 m<sup>2</sup> powierzchni ściany* [4, 8]. Ponadto zielona ściana to środowisko dla owadów i wielu gatunków ślimaków, pajaków, a czasem ptaków. 1 m<sup>2</sup> rośliny, filtrując pył z powietrza, pochłonie ok. 2,3 kg CO<sub>2</sub> rocznie i wytworzy przy tym 1,7 kg tlenu. NASA przygotowała listę roślin, które najlepiej usuwają z powietrza szkodliwe substancje, np. formaldehyd, benzen czy amoniak. Znalazło się na niej 18 roślin, m.in. dracaena marginata, filodendron, daktylowiec niski oraz dobrze nam znany bluszcz pospolity. Oszacowano, że największe na świecie ogrody wertykalne znajdujące się w Bogocie, stolicy Kolumbii, na budynku Santalaya produkują w ciągu roku tyle tlenu, ile potrzebuje ok. 3000 osób i odfiltrowują blisko 2000 t szkodliwych gazów, a także rozkładają ok. 800 kg metali ciężkich. Na ponad 3 tys. m<sup>2</sup> elewacji i dachu zasadzono tam przeszło 85 000 różnych roślin [7].

**Redukcja hałasu** – wg badań [1] zielone ściany mogą pochłoniąć do 40% dźwięków, obniżając ich poziom nawet o 15 dB (rysunek 4). Naturalnie nie każdy pionowy system zieleni wykazuje podobną redukcję hałasu. W przypadku zakresu częstotliwości od niskiej do średniej uzyskano redukcję 5 – 10 dB, a przy wysokiej częstotliwości 2 – 3,9 dB [4].

**Jak widać, zalet jest sporo, co zatem z minusami tych rozwiązań?**

**Dodatkowe obciążenie konstrukcji** – „szacuje się, że winobluszcz pięciolistkowy pokrywający ok. 500 m<sup>2</sup> ściany może osiągnąć wagę ok. 3 t” (Borowski 1996) [9].

**Oddziaływanie chemiczne** – badania w Instytucie Techniki Budowlanej wykazały jedynie mikroubytki zaczynu cementowego i wapiennego w miejscu przywarcia przyłg do podłoża tynkowego [9].

**Niszczenie elewacji** – przyczepność bluszczu do podłoża zależy od wieku rośliny i materiału podłoża. Z przeprowadzonych badań wynika, że dwuletni bluszcz może przyczepić się do podłoża drewnianego siłą ok. 50 N [8] i jest to „mackowe” osadzenie, niewchodzące w strukturę materiału. Przy usuwaniu pnączy przed remontem siła przyczepności może jednak powodować, iż tynk będzie usuwany wraz z roślinnością. Jako argument za dużą trwałością podłoża poddanego działaniu roślin pnących może posłużyć Wawel. W Polsce jest to jeden z najlepszych przykładów współistnienia roślin w zgodzie z architekturą zabytkową, co pokazuje fotografia 3 [8].

**Zawilgocenie elewacji** – wprowadzenie zieleni na elewację obiektu raczej minimalizuje skutki oddziaływania wody deszczowej zarówno jeśli chodzi o wpływ kwaśnych deszczy, jak i nadmierne zawilgocenie elewacji. Krople deszczu spływając po listowiu, nie mają łatwego dostępu do elewacji. Dodatkowo w wielu rozwiązaniach możliwość cyrkulacji powietrza pod roślinami sprzyja osuszaniu ścian, które mogą być za-



Fot. 3. Wawel – zielona elewacja  
Photo 3. Wawel – green walls

wilgocone np. w wyniku źle rozwiązanej hydroizolacji lub w przypadku jej braku. W takich sytuacjach można użyć zewnętrznej konstrukcji wsporczej niezależnej od konstrukcji ściany lub elementów siatkowych czy perforowanych (fotografia 4.)

Rozważając za i przeciw, wydaje się, że zielone elewacje powinny być często stosowane w budynkach, które chcą się mienić EKO.



Fot. 4. Elewacja na perforowanych panelach – BRW w Krakowie  
Photo 4. Facade on perforated panels – BRW in Cracow

## Nowe rozwiązania technologiczne

Innym nurtem działania na rzecz dbałości o środowisko jest **stosowanie ogniw fotowoltaicznych** (fotografia 5). O ile pozyskiwanie energii ze słońca na potrzeby np. obsługi klimatyzacji jest dobrym kierunkiem, to niestety zespół budynków z elewacją fotowoltaiczną jest potężną pustynią, generującą wysoką temperaturę powietrza. Uważam, że takie rozwiązania wymagają dopracowania.

Drugim przykładem nowej technologii w elewacjach są łączące światła. 24 sierpnia 2021 r. odbyła się światowa premiera instalacji aluminiowych **łamaczy światła**, na bazie **technologii perowskitowej**, zamocowanej na siedzibie firmy Aliplast [6]. To rozwiązanie tworzy jednak nadal miejskie wyspy o wysokiej temperaturze, co w rozwoju elewacji powinno być niwelowane.



Fot. 5. Elewacja z ogniwami fotowoltaicznymi – Katowice  
Photo 5. Facade with photovoltaic cells – Katowice

## Ślad węglowy materiałów elewacyjnych

Analizując budynek, zwracamy uwagę nie tylko na izolacyjność przegród, ale również na generowanie „śladu węglowego” materiałów użytych do jego wzniesienia. Przy doborze materiałów na elewację powinna być również brana pod uwagę energochłonność procesów technologicznych ich wytwarzania i eksploatacji. Niestety większość materiałów budowlanych dominujących w naszej przestrzeni zurbanizowanej (beton, stal, szkło) jest bardzo energochłonna. Pokazuje to przejrzyste piramida materiałów budowlanych w kontekście śladu węglowego [2]. U podstaw tej piramidy znajdują się materiały na bazie drewna (płyta pilśniowa, parkiet, drewno klejone, sklejka, MDF, drewno konstrukcyjne, świerk, sosna), czyli w pewnym sensie materiały „odnawialne”, ale niestety coraz bardziej deficytowe na rynku budowlanym, a u wierzchołka np. blacha aluminiowa i miedziana oraz stal ocynkowana. Aby świadomie dobrać materiały budowlane m.in. na elewacje, warto korzystać z oprogramowania BIM, które coraz częściej pozwala analizować ten aspekt naszych projektów.

\* \* \*

Warto podkreślić, że większość opisanych w artykule rozwiązań to przykłady przestrzeni mocno zurbanizowanej, ale działania proekologiczne obserwujemy również w obszarach o niewielkim stopniu zabudowy, gdzie chcemy zachować „nienaruszoną” strukturę otoczenia. Tu również odnotowujemy trend kształtowania budowli wpisanych w krajobraz.

## Literatura

- [1] Azkorra Z., G. Pérez, J. Coma, L. Cabeza, S. Bures, J. Álvar, A. Erko-reka, M. Urrestara. 2015. „Evaluation of greenwalls as a passive acoustic insulation system for buildings”. *Applied Acoustics* t. 89: 45 – 56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X14002333>.
- [2] Byggeriets Materiale pyramide (materialepyramiden.dk).
- [3] <https://krakow.wyborcza.pl/krakow/7,44425,25147571,aktywiscisci-z-think-tanku-gibaly-zmierzyli-temperatura-piorometrem.html>.
- [4] <https://www.clematis.com.pl/informacje-o-roslinach/eksperci-radza/dr-hab-jacek-borowski/jak-mocno-bluszcz-czepia-sie-podpor/>.
- [5] <https://green-roofs.co.uk/living-roof-benefits/>.
- [6] <https://budujemydom.pl/irbj/aktualnosci/97795-aliplast-zaprasza-na-prezentacje-lamel-sun-protection?fbclid=IwAR1xQi3g5M0kGQaYnSrUbeS83yj6hQFbyLAtwLQDM1K5cJ2vtAwLyWKjJbg>.
- [7] <https://magazynieplsystemowego.pl/miasta-przyszlosci/ogrody-na-scianie/>.
- [8] Jackiewicz B., J. Borowski. 1998. „Rośliny pnące na budowlach zabytkowyc”. *Ochrona Zabytków* 51/4 (203): 402 – 417.
- [9] Janiak J. 2019. „Zieleń na elewacjach – problem czy korzyść dla budynku?” *Acta Sci. Pol. Architectura* 18 (1): 119 – 132. DOI: 10.22630/ASPA.2019.18.1.14.
- [10] Pugh T., R. MacKenzie, D. Whyatt, N. Wewitt. 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons, *Environmental Science & Technology*, <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es300826w>.

Przyjęto do druku: 24.08.2021 r.

Zapraszamy na stronę internetową  
**[www.materiałybudowlane.info.pl](http://www.materiałybudowlane.info.pl)**