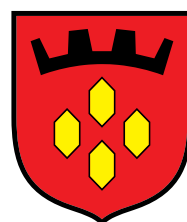


ZIELONO-NIEBIESKA INFRASTRUKTURA W PROCESACH MITYGACJI I ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU

David Vernon Brasfield
Katarzyna Wolańska



Piastów





David Vernon Brasfield
Katarzyna Wolańska

**ZIELONO-NIEBIESKA INFRASTRUKTURA
W PROCESACH MITYGACJI I ADAPTACJI
DO ZMIAN KLIMATU**

Iceland
Liechtenstein
Norway grants

Wspólnie działamy na rzecz Europy **zielonej**,
konkurencyjnej i **sprzyjającej integracji społecznej**

Autorzy: David Vernon Brasfield, Katarzyna Wolańska

Wydawca: Miasto Piastów, ul. 11 Listopada 2, 05-820 Piastów

Skład i druk: Grupa Creative

Prawa autorskie: Miasto Piastów

Zdjęcia (nie oznaczone): Miasto Piastów

Materiał promocyjny / nie do sprzedaży

Dofinansowano ze środków Funduszy EOG 2014-2021 oraz budżetu państwa w ramach projektu pn: „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury w mieście Piastów” zrealizowanego w ramach Programu „Środowisko, Energia i Zmiany klimatu”.



Miasto Piastów



SPIS TREŚCI

Wstęp	4-5
Rozdział I. David Vernon Brasfield: <i>Przykłady dobrych praktyk</i>	7
<i>w zakresie zielono- niebieskiej infrastruktury w Skandynawii</i>	
Rozdział II. Katarzyna Wolańska: <i>Rola zielono-niebieskiej infrastruktury..</i>	17
<i>w działaniach mitygacyjnych oraz adaptacji miasta do zmian klimatu</i>	
Literatura	43
O autorach	45

Wstęp

Szanowni Państwo,

mamy przyjemność oddać w Państwa ręce Poradnik „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu”, który powstał w ramach projektu pod nazwą „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa”, jako materiał towarzyszący inwestycjom o charakterze zielono-niebieskiej infrastruktury. Miasto Piastów we współpracy z partnerami: Polskim Stowarzyszeniem „Dachy Zielone” (PSDZ) oraz Norwegian Association for Green Infrastructure (NFGI) zrealizowało projekt, którego celem było wzmocnienie odporności miasta na negatywne skutki zmian klimatu, podniesienie świadomości społecznej w tym zakresie, a także ograniczenie emisji gazów cieplarnianych na poziomie lokalnej społeczności.

Celem prowadzonych w ramach projektu działań było zmniejszenie wrażliwości miasta na postępujące zmiany klimatu, zapobieganie dalszym zmianom (mitygacja) oraz przystosowanie przestrzeni miejskiej do ich skutków (adaptacja). Realizacja projektu była prowadzona latach 2022-2024.

Na etapie aplikowania w ramach naboru do programu „Realizacja inwestycji w zakresie zielono-niebieskiej infrastruktury w miastach” miasto Piastów we współpracy z partnerami uczestniczącymi w przygotowaniu wniosku (PSDZ, NFGI) zdiagnozowało problemy i dostosowało do nich działania inwestycyjne oraz edukacyjne.

Jak pokazała lista rankingowa (projekt „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” zgłoszony przez Piastów znalazł się wśród 19 wniosków z przyznaniem dofinansowaniem, na 91 złożonych w naborze na zielono-niebieskie inwestycje), koncepcja ta zyskała bardzo pozytywne oceny.

Poprzez realizację projektu Piastów dąży do rozwiązania problemów polegających na niskiej wrażliwości miasta na postępujące zmiany klimatu, która przejawia się przede wszystkim nasiloną emisją gazów cieplarnianych oraz okresowymi powodziami, występującymi jako skutek silnych opadów deszczu. Takie wyzwania rozwojowe na poziomie lokalnym zostały zdiagnozowane na etapie składania wniosku projektowego. Efekty projektu to: redukcja emisji gazów cieplarnianych na terenie miasta, zwiększenie powierzchni terenów zieleni, poprawa systemu małej, rozproszonej retencji, gdzie będzie następować zagospodarowanie wody deszczowej w miejscu występowania opadu oraz wzrost świadomości obywateli w zakresie zmian klimatu, a także poprawa jakości życia mieszkańców, w tym poprzez zwiększenie dostępności terenów zieleni.



David Vernon Brasfield (NFGI), Marta Weber-Siwirska (PSDZ) oraz Burmistrz Miasta Piastowa Grzegorz Szuplewski podczas konferencji inauguracyjnej projektu.

Inwestycjom towarzyszyły działania edukacyjne i informacyjne prowadzone na stronach internetowych, poprzez artykuły, podczas warsztatów oraz konferencji otwierającej i zamykającej projekt. W trakcie realizacji projektu odbyła się wizyta szkoleniowa w Oslo w Norwegii, w Malmo Szwecji i Kopenhadze w Danii, co zaowocowało licznymi inspiracjami i nowymi pomysłami. W ramach działań edukacyjnych wydano grę edukacyjną oraz powstały tablice informacyjno-edukacyjne, które zostały zamontowane na terenie inwestycji.



Tablice edukacyjne

Projekt miał charakter kompleksowy, uwzględnił działania adaptacyjne, mitygacyjne oraz edukacyjne, które były ze sobą spójne i wzajemnie powiązane. Został zrealizowany w ramach Programu Operacyjnego „Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu”, finansowany ze środków MF EOG 2014-2021 oraz z budżetu państwa. Całkowita wartość projektu, w tym wydatki kwalifikowane to 4 610 593,24 zł, a dofinansowanie pokryło 85% kosztów kwalifikowanych. Fundusze EOG reprezentują wkład Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w tworzenie Europy zielonej, konkurencyjnej i sprzyjającej integracji społecznej.



Farmy warzywne



David Vernon Brasfield

**PRZYKŁADY DOBRYCH PRAKTYK
W ZAKRESIE ZIELONO- NIEBIESKIEJ
INFRASTRUKTURY W SKANDYNAWII**

1. Zielone dachy

Zielone dachy w Norwegii mają bogatą historię, sięgającą tradycyjnych dachów z darni, które od wieków były powszechne na obszarach wiejskich. Dachy te składały się z warstw gleby i roślinności, zapewniając izolację, odprowadzanie wód opadowych i płynną integrację z naturalnym otoczeniem. Dachy darniowe były nie tylko praktyczne, ale także symbolami kulturowymi, odzwierciedlającymi głębokie połączenie Norwegii z ziemią.



*Tradycyjne dachy darniowe - Norwegian-Folkmuseum-2022
Fot. Gonçalo Liberato*

W ostatnich latach zielone dachy przeżywają renesans w Norwegii, ewoluując od tradycyjnych dachów darniowych do nowoczesnych dachów rozchodnikowych wyposażonych w zaawansowaną technologię. Na dachach rozchodnikowych rośnie wiele sukulentów, znanych ze swojej odporności na suszę i niskich wymagań konserwacyjnych. Dachy te są lekkie, dzięki czemu nadają się zarówno do nowego budownictwa, jak i modernizacji istniejących budynków.

Korzyści z zielonych dachów wykraczają poza estetykę. Zapewniają izolację, zmniejszając zużycie energii na ogrzewanie i chłodzenie. Pochłaniają również wodę deszczową, ograniczając jej odpływ i łagodząc presję na infrastrukturę wód deszczowych. Ponadto zielone dachy zwiększają różnorodność biologiczną, zapewniając siedlisko ptakom, owadom i innym dzikim zwierzętom w środowiskach miejskich. Przyjęcie przez Norwegię zielonych dachów jest zgodne z jej zaangażowaniem w zrównoważony rozwój i działania klimatyczne. Włączając zieloną infrastrukturę do środowiska zabudowanego, Norwegia dąży do łagodzenia skutków zmian klimatycznych, poprawy odporności miast i tworzenia zdrowszych, bardziej przyjaznych do życia miast dla przyszłych pokoleń. W miarę ciągłego postępu technologicznego zielone dachy będą prawdopodobnie odgrywać coraz większą rolę w wysiłkach Norwegii na rzecz zrównoważonego rozwoju, równoważąc tradycję z innowacjami w dążeniu do bardziej ekologicznej przyszłości.



*Montaż tradycyjnych dachów darniowych - dachów rozchodnikowych w Dronnings Eufemias gate Oslo
Fot. archiwum NFGI*

2. Ogrody deszczowe

Ogrody deszczowe w Oslo uosabiają innowacyjne podejście miasta do planowania urbanistycznego i zrównoważonego rozwoju. Plan przeciwpowodziowy miasta Oslo położył podwaliny pod integrację zbiorników deszczowych jako zielonej infrastruktury umożliwiającej skuteczne zarządzanie spływem wód deszczowych. Ta przyszłościowa strategia przedkłada rozwiązania oparte na przyrodzie nad konwencjonalną szarą infrastrukturę, co jest zgodne z zaangażowaniem Oslo w zarządzanie środowiskiem. Projekt Deichmans Gate jest przykładem udanego wdrożenia zbiorników deszczowych w miejskim krajobrazie Oslo. Ta rewolucyjna inicjatywa ożywiła zaniedbaną przestrzeń miejską, włączając ogrody deszczowe, które służą zarówno jako funkcjonalne narzędzia do zarządzania wodami deszczowymi, jak i tętniące życiem tereny zielone. Projekt projektu integruje rodzimą roślinność i naturalne systemy odwadniające, zwiększając różnorodność biologiczną i promując odporność ekologiczną w sercu miasta.



*Pierwszy norweski ogród deszczowy w Oslo
Fot. Bent C. Braskerud*

Pierwszy w Norwegii ogród deszczowy, zlokalizowany przy Langmyrgrenda 34b w Oslo, stanowi kolejny dowód praktycznego zastosowania deszczowni na poziomie sąsiedztwa. Zaprojektowany, aby zarządzać spływem wody deszczowej z pobliskich dachów i powierzchni utwardzonych. Ten ogród deszczowy tworzy bioróżnorodne siedlisko dla lokalnej flory i fauny. Jego sukces podkreśla potencjał zbiorników deszczowych w zakresie zwiększania różnorodności biologicznej w miastach, jednocześnie łagodząc skutki powodzi miejskich.



*Pierwszy norweski ogród deszczowy w Oslo
Fot. Bent C. Braskerud*

Przykłady te podkreślają transformacyjny wpływ zbiorników deszczowych na miejski krajobraz Oslo. Integrując rozwiązania oparte na przyrodzie z planowaniem i projektowaniem urbanistycznym, Oslo nie tylko stawia czoła wyzwaniom związanym z powodzią, ale także tworzy tętniące życiem, odporne społeczności, dla których priorytetem jest zrównoważenie środowiskowe. W miarę jak Oslo będzie wdrażał swój plan, ogrody deszczowe będą odgrywać kluczową rolę w kształtowaniu przyszłości miasta jako globalnego punktu odniesienia w zrównoważonym rozwoju obszarów miejskich.

3. Arkusze informacyjne miasta Oslo z serii “Niebiesko-zielone rozwiązania w zakresie wody deszczowej”

Oslo wymaga lokalnego zarządzania i infiltracji wód deszczowych w obrębie planowanych inwestycji w celu uzyskania pozwolenia na budowę, co stanowi odejście od wcześniejszego zezwalania na bezpośrednie odprowadzanie ścieków do sieci miejskiej. W obliczu zagęszczania się miast, rozszerzania się nieprzepuszczalnej powierzchni i ekstremalnych opadów atmosferycznych spowodowanych klimatem, sieć kanalizacji deszczowych staje w obliczu wyzwań związanych z przepustowością, co prowadzi do powodzi. Przelewająca się woda deszczowa, zwłaszcza na obszarach z przelewami podłączonymi do sieci kanalizacyjnej, powoduje cofanie się ścieków, może również powodować przedostawanie się ścieków surowych do piwnic i omijanie oczyszczalni przed odprowadzeniem do fiordu Oslo. Aby ułatwić przestrzeganie lokalnych wymogów w zakresie zarządzania wodami deszczowymi, Oslo opracowało 17 czterostronicowych arkuszy informacyjnych dla firm budowlanych i deweloperów. Dziesięć kluczowych arkuszy informacyjnych, skupiających się na otwartym zarządzaniu wodami deszczowymi i rozwiązaniach opartych na przyrodzie, jest dostępnych w języku angielskim na stronie www.webaddress.org.

Seria arkuszy informacyjnych zawiera wytyczne dotyczące otwartego zarządzania wodami opadowymi, obejmujące rozwiązania oparte na przyrodzie:

- Zielone dachy w celu łagodzenia skutków powodzi
- Ogrody deszczowe w celu lokalnego łagodzenia skutków powodzi
- Rowy odwadniające – zielone drogi wodne miasta
- Tereny przystosowane do czasowych zalań
- Ochrona budynków przed burzą chmur
- Projektowanie zagospodarowania wód opadowych na drogach.
- Odłączenie (od sieci deszczowej) kanalizacji dachowej
- Wielofunkcyjne place zabaw
- Przepuszczalna kostka brukowa
- Pozyskiwanie wody deszczowej do nawadniania ogrodów
- Ogrody deszczowe do oczyszczania zanieczyszczonej wody
- Tamy deszczowe - miejskie środowisko wodne
- Zarządzanie wodami opadowymi w skateparkach
- Woda deszczowa na dużych parkingach
- Roślinność w otwartych kanałach wód deszczowych
- Możliwe rozwiązania w zakresie wód deszczowych po ekstremalnych opadach
- Portal Økern – największy warzwno owocowy ogród na dachu w Europie Północnej



Arkusz informacyjny miasta Oslo zielone dachy



Arkusz informacyjny miasta Oslo – ogrody deszczowe



Arkusz informacyjny miasta Oslo rowy odwadniające

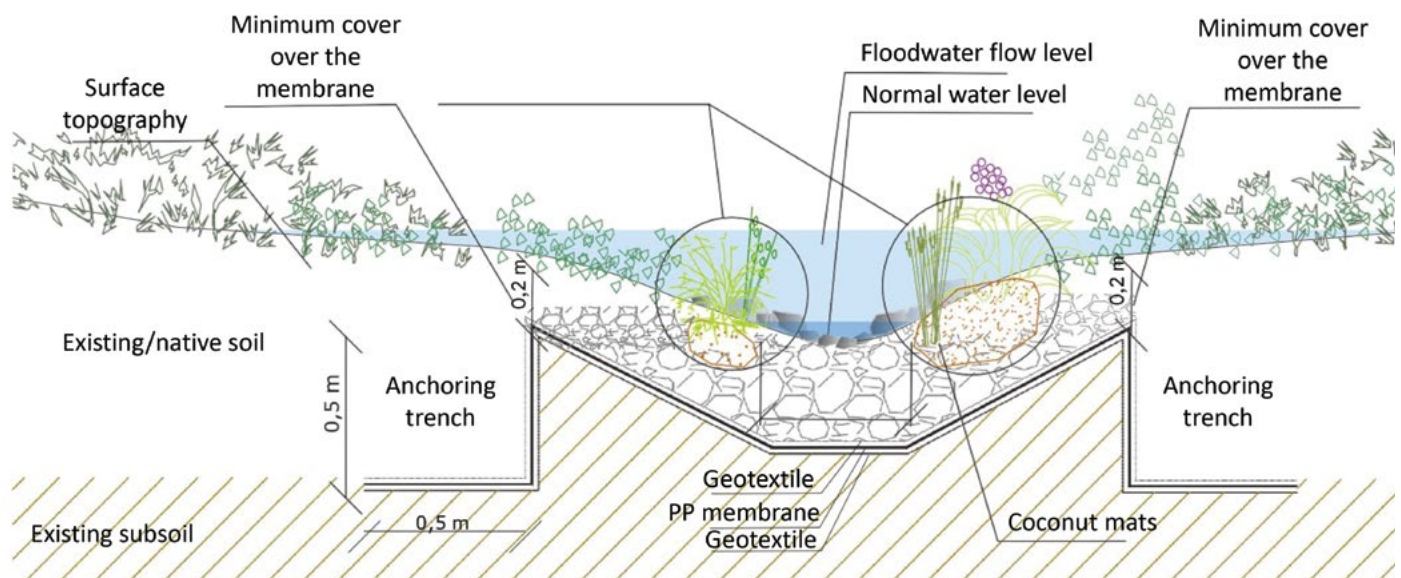
4. Oczyszczanie strumieni – renaturyzacja strumienia Hovin w Oslo w celu zwiększenia odporności na zmiany klimatyczne i przywrócenia przyrody

Strumień Hovin, mający swój początek w Lesie Północnym w Oslo, przepływa przez 11 km przez obszary mieszkalne, parki i obszary przemysłowe, zanim wpadnie do rzeki Aker w nowym obszarze przebudowy nabrzeża Bjørvika w Oslo. Strumień Hovin przepływa przez obszar zagęszczania i przebudowy miasta Hovin, gdzie do 2050 r. planuje się wybudować 40 000 nowych mieszkańców. W ramach ochrony zdrowia publicznego mającego na celu ochronę obywateli Oslo



Otwarty rów Hovin

przed zanieczyszczeniem wody i pełniejsze wykorzystanie terenów przemysłowych strumień Hovin był stopniowo ukrywany pod ziemią w miarę urbanizacji i rozwoju miasta. Teraz, po ponad 50 latach, strumień Hovin znów ujrzał światło dzienne.



Ze względu na usytuowanie zabudowy w stosunku do pierwotnego poziomu koryta, zrekonstruowany potok występuje miejscami do 4 metrów nad pierwotnym korytem. Koszty są wysokie i stanowią przedmiot debaty publicznej – do 3000 euro za metr bieżący potoku. Mieszkańcom Hovin City i miejskim wędrowcom nowy krajobraz „natury” zapewnia biofilną ulgę od trudnego i sztucznego środowiska miejskiego. W razie potrzeby strumień jest szczelnie obramowany betonem lub stalą kortenową. Wybór gatunków roślin opierał się na ich działaniu oczyszczającym i rodzimej roślinności nadbrzeżnej regionu.



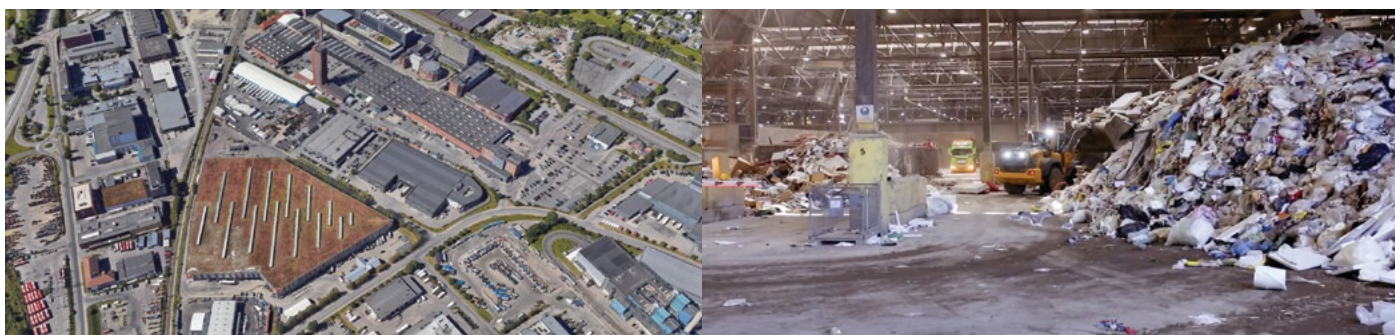
Pstrąg potokowy wrócił do Hovin Stream

Jeśli masz na to ochotę, możesz wejść prosto do strumienia. Zrezygnowano z ogrodzeń i balustrad ochronnych, co było możliwe dzięki temu, że urządzając bieg potoku naturalnego trzeba kierować się ustawą o gospodarce wodnej, a nie przepisami budowlanymi. Poza tym woda rzadko kiedy jest głębsza niż 0,5 metra, co oznacza, że w razie wypadku powinieneś móc wstać.

5. Zielone dachy na otwartych obiektach unieszkodliwiania odpadów w Oslo

Oslo, znane ze swojego zaangażowania w zrównoważony rozwój, zbudowało innowacyjne centra recyklingu odpadów w dzielnicach Haraldrud, Smestad i Ryen.

Ukończone w 2007 roku Centrum Recyklingu Haraldrud zajmuje powierzchnię 28 000 m² i zostało zaprojektowane przez biuro architektoniczne Gasa w wyniku konkursu projektowego. Dach budynku pokryty jest rozchodnikiem, wytrzymałym i odpornym na suszę sukulentem. Pionowe żaluzje elewacyjne zapewniają naturalną wentylację. Zielony dach spełnia zarówno funkcje estetyczne, jak i techniczne, zapewnia bardziej ekologiczny widok ze zboczy sąsiednich dolin, ogranicza spływ wody deszczowej o około 50% i utrzymuje chłód niezisolowanego dachu latem, redukując promieniowanie cieplne do miejsca pracy poniżej. Projekt otrzymał skandynawską nagrodę Green Roof Award w 2008 roku.



Obiekt unieszkodliwiania odpadów Haraldrud

Po sukcesie w Haraldrud, w 2017 roku Oslo ukończyło obiekt Smestad o powierzchni 6000 m², stosując tę samą strategię; wykorzystanie zielonych dachów rozchodnikowych do odprowadzania wody deszczowej i utrzymania komfortu w miejscu pracy. Obiekt w Smestad ma dwuspadowy dach w kształcie piły. Problemy związane ze zbyt dużym drenażem i zakotwiczeniem roślinności na pochyłym terenie zostały rozwiązane po kilku latach eksploatacji.

W 2018 r. powstało centrum recyklingu Ryen o powierzchni 9 000 m², tym razem łączące zielone dachy z panelami słonecznymi. Zaawansowana technologia magazynowania pomaga zasilać maszyny elektryczne obiektu. Projekt dobrze wpisuje się w strategię Oslo dotyczącą



Obiekt unieszkodliwiania odpadów w Smestad

przyjęcia energii odnawialnej i neutralności klimatycznej. Doświadczenia z Oslo pokazują wartość wczesnego przyjęcia innowacyjnych niebiesko-zielonych rozwiązań oraz zdolność Oslo do opierania się na wczesnych sukcesach. Nic dziwnego, że w Oslo wdrożono inne miejskie projekty „biosolarne”: szkoła podstawowa Løren, nowa przychodnia lekarska i dom opieki zaledwie rzut beretem od obiektu w Ryen.



Ukończony w 2018 roku obiekt unieszkodliwiania odpadów w Ryen zapewnia własny prąd do maszyn. Fot. NFGI

6. Portal Økern – największy w Europie Północnej warzywno-owocowy ogród na dachu

Wraz ze stałym rozwojem rolnictwa przemysłowego, coraz większą popularnością cieszą się oddolne alternatywy dla produkcji żywności. Rolnictwo miejskie, ogrody balkonowe i ogrody na dachach stały się „modne” w Skandynawii. Podczas gdy wielu deweloperów wciąż zмага się z „zyskami finansowymi” intensywnych zielonych dachów, Fundusz Emerytalny Oslo (OPF) zbudował największy w Europie Północnej jadalny ogród na dachu, w którym przestrzeń przeznaczona na uprawę owoców, ziół i warzyw obejmuje pięć tysięcy metrów kwadratowych. Ogród na dachu jest ogólnodostępny i sprzyja rekreacji, członkom klubu ogrodniczego i kontaktom z naturą. Ogród na dachu wyposażony jest w bieżnię, sprzęt do ćwiczeń i ule. Ogrody na dachach sprzyjają zaangażowaniu społeczności nie tylko będąc miejscem docelowym, ale także oferując możliwości wolontariatu, edukacji i pomagania innym. Restauracje w kompleksie poniżej serwują owoce i warzywa z wydzielonych działek ogrodowych. Zielony dach przyczynia się również znacząco do lokalnego zarządzania wodami deszczowymi i zapobiegania powodziom.

Czynnikami sukcesu OPF są strategia korporacyjna polegająca na angażowaniu społeczności lokalnej oraz długoterminowe ekonomiczne podejście do rozwoju nieruchomości, w ramach którego zarówno budują, jak i później zarządzają obiektem. Zielone i jadalne ogrody na dachach zostały skonstruowane przez Ureist AS, firmę oferującą rozwiązania typu „zero food mil”.



Portal Økern otrzymał nagrodę Skandynawskiego Zielonego Dachy za rok 2021. Fot. Colin Eick, Eick foto

Inne ogrody owocowo-warzywno na dachach w Skandynawii to ogród „Tak for Maten” w „Greenhouse” w centrum Oslo, zbudowany przez sąsiedzką organizację pozarządową zajmującą się ogrodnictwem Nabolagshager oraz projekt Østergro w Kopenhadze. Obydwa projekty zostały zrealizowane w starszych, zaadaptowanych budynkach komercyjnych/przemysłowych, charakteryzujących się wystarczającą nośnością i przystępnymi kosztami wynajmu

7. Oslo liderem w zastosowaniu biosolarnych zielonych dachow na budynkach użyteczności publicznej



Østergro w Kopenhadze. Photo: David Brasfield "Tak for Maten" w Oslo.
Fot. Nabolagshager

Dach „biosolarny” łączy zielony dach z panelem fotowoltaicznym (PV). Technologie te są znane od wielu lat. Zielone dachy są stosowane w Skandynawii od tysięcy lat. Zasadę fotowoltaiki odkrył 19-letni Edmund Becquerel w 1839 roku podczas zabawy w laboratorium swojego ojca. Pierwsze odnotowane doświadczenia z łączeniem technologii odnotowano w Niemczech w latach 90-tych. Od tego czasu przeprowadzono znaczne badania w celu optymalizacji połączenia i poznania ich synergii.

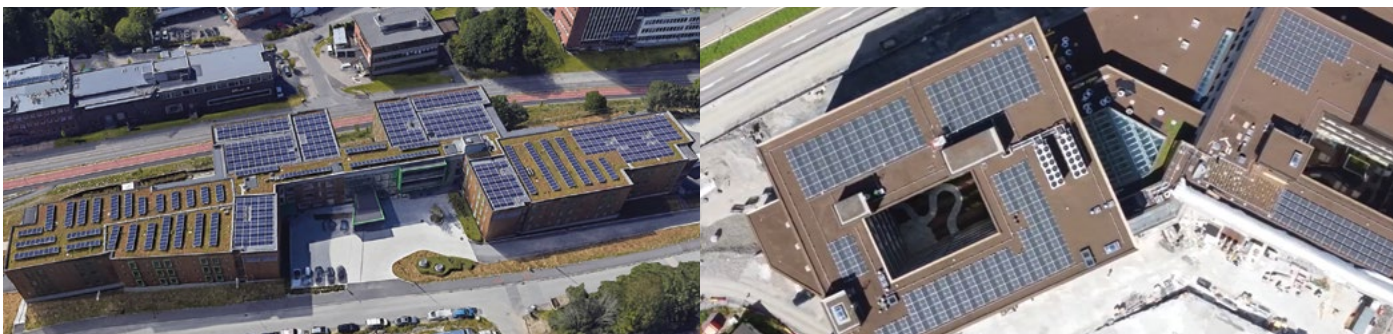
Ogniwa fotowoltaiczne oparte na płytkach krzemowych tracą moc, gdy temperatura paneli przekracza 25° C. Po umieszczeniu na dachach, gdzie temperatura powierzchni często przekracza 50° C, moc wyjściowa będzie zmniejszona w okresach dużego nasłonecznienia. Zielone dachy znacznie obniżają temperaturę powierzchni i powietrza otoczenia. Panele fotowoltaiczne umieszczone nad zielonym dachem utrzymują niższą temperaturę i wyższą moc wyjściową. Ze względu na różnice mikroklimatyczne związane z fotowoltaiką (zacienienie i narażenie na deszcz), dachy biosolarne często zapewniają większą różnorodność biologiczną niż tradycyjne zielone dachy.

Na norweskim rynku zielonych dachów Gmina Oslo wczesnie przyjęła to rozwiązanie i jest ono ważnym czynnikiem wpływającym na rynek. Przykładami są składowisko odpadów Haraldrud zbudowane w 2007 r. i szkoła Rømmen w 2010 r. Oslo wykazuje obecnie podobną wiodącą pozycję w zakresie dachów biosolarnych.

W 2018 r. w Ryen Recycling Center zbudowano pierwszy w gminie dach biosolarny. Następnie w maju 2022 r. w szkole Løren zbudowano pierwszą z dwóch pionowych dwustronnych instalacji PV. To innowacyjne rozwiązanie, w którym po obu stronach znajdują się płytki fotowoltaiczne, pozwala uzyskać maksymalną wydajność w godzinach porannych i popołudniowych, lepiej odpowiadających cenom spot na rynku energii elektrycznej. Kolejnymi projektami były nowa przychodnia lekarska w Oslo i Centrum Zdrowia Solfjellshøgda – oba w 2023 r.



Zakład recyklingu Ryen w 2018 r. i pilotażowy dwustronny projekt biosolarny w szkole Løren w 2022 r.
Photo: OverEasy AS



Centrum zdrowia Solfjellshøgda i przychodnia w Oslo zostały ukończone w 2023 r.

8. Oslo – Wytyczne dotyczące modernizacji zielonych dachów

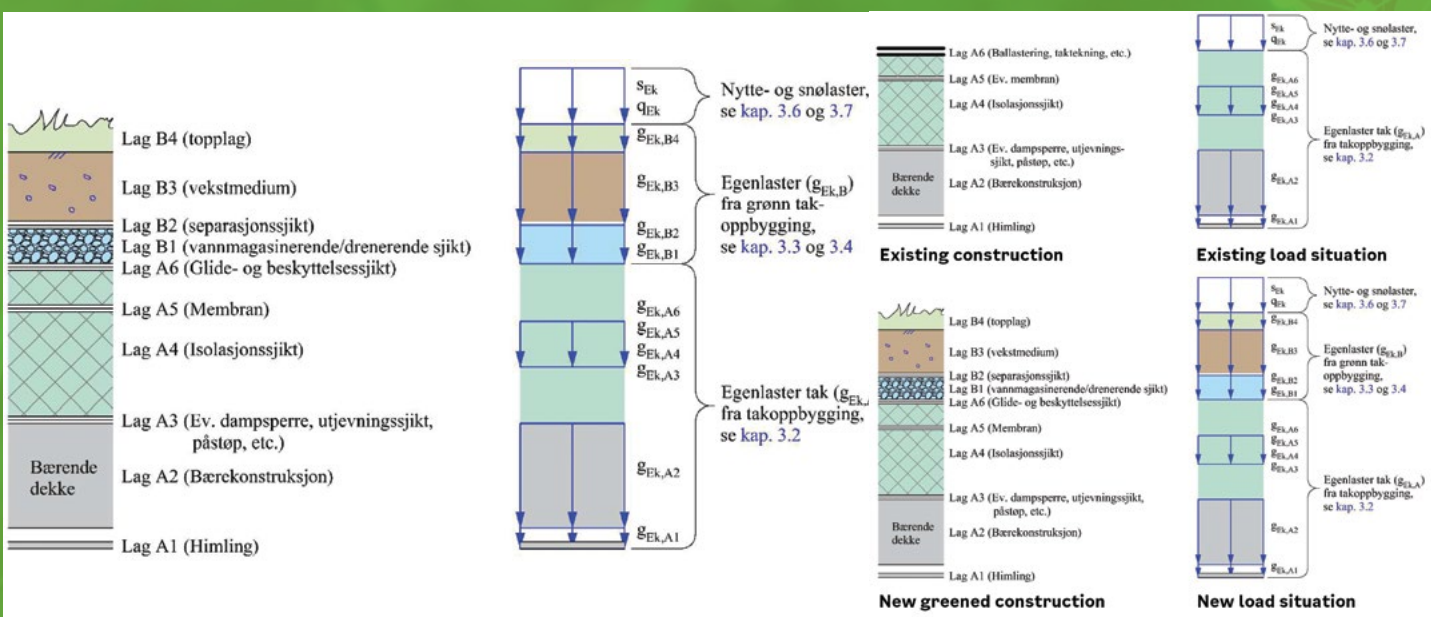
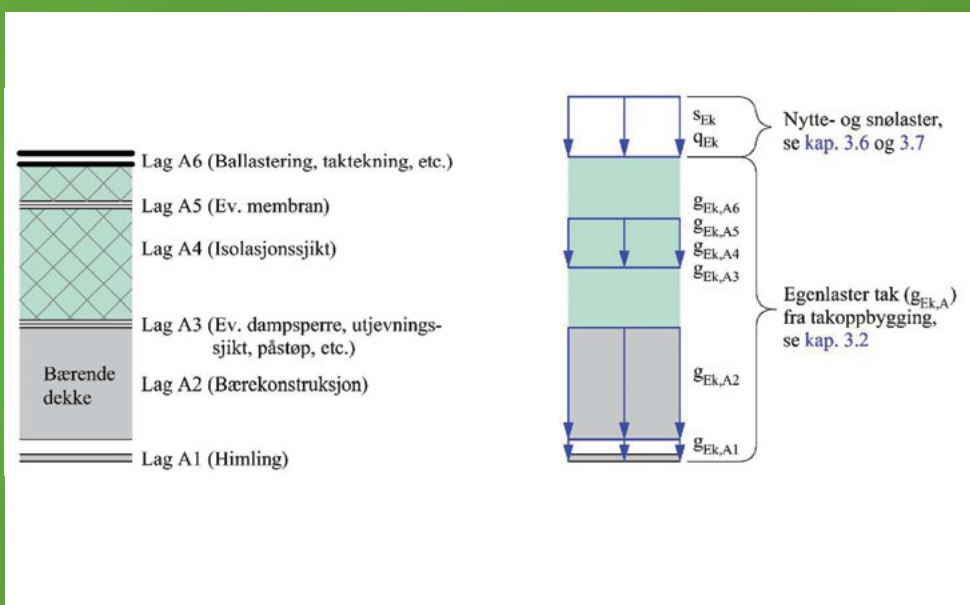
Wyobrażając sobie przyszłe miasta Europy w roku 2050, często przypomina się nam, że około 80 procent przyszłego miasta jest już zbudowane. Aby czerpać korzyści z zazieleniania dachów, takie jak ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła, lepsze zarządzanie wodami burzowymi i łagodzenie skutków powodzi, siedliska dla różnorodności biologicznej miast i zapylaczy, jakość biofilna, poprawa jakości powietrza i nie tylko, musimy wdrażać zielone dachy na dużą skalę w krajobrazie miejskim. Jednak badając rynek zielonych dachów widzimy, że dominuje działalność w zakresie nowych projektów budowlanych. Rynek „modernizacji” zielonych dachów nie radzi sobie obecnie w tempie, które przekształciłoby miasta zgodnie z naszą wizją biofilnej i odpornej przyszłości miejskiej.

Dylemat ten jest dobrze znany wśród specjalistów zajmujących się planowaniem urbanistycznym i polityką, zwłaszcza tych zajmujących się adaptacją do klimatu. Badania dotyczące barier w realizacji modernizacji zielonych dachów pokazują, że:

- Istniejące budynki zwykle nie są projektowane tak, aby wytrzymać dodatkowe obciążenia konstrukcyjne zielonych dachów. Powoduje to niepewność i postrzeganie ryzyka wśród właścicieli, którzy mogą odnieść korzyści z posiadania zielonego dachu.
- Niekompletna dokumentacja budowlana często powoduje, że projektowanie zielonych dachów na modernizowanych obiektach jest droższe.
- Zdolność do finansowania i zarządzania projektami modernizacji zielonych dachów jest często ograniczona na istniejących budynkach ze względu na koszty.
- Specjalistom zajmującym się planowaniem i projektowaniem brakuje doświadczenia w projektach modernizacyjnych.
- Zachęty do modernizacji zielonych dachów są ograniczone.

Jako krok w realizacji strategii Oslo dotyczącej zielonych dachów i ścian, przy wsparciu Norweskiej Dyrekcji Środowiska, Oslo ukończyło w 2024 r. wytyczne dotyczące modernizacji zielonych dachów na istniejących budynkach. Wytyczne skupiają się głównie na niezbędnej nośności. Nadal potrzebne jest dalsze wsparcie przy inicjowaniu projektów dla wszystkich właścicieli budynków, takie jak projekty Charrettes i dobrze udokumentowane projekty pilotażowe przedstawiające najlepsze praktyki.

Wytyczne gminy Oslo dotyczące modernizacji zielonych dachów



Katarzyna Wolańska

**ROLA ZIELONO-NIEBIESKIEJ INFRASTRUKTURY
W DZIAŁANIACH MITYGACYJNYCH
ORAZ ADAPTACJI MIASTA DO ZMIAN KLIMATU**

Celem niniejszego rozdziału Poradnika „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu” jest przedstawienie korzyści wynikających z wprowadzania rozwiązań w zakresie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa.

Zielono-niebieska infrastruktura może pełnić we współczesnych miastach wiele funkcji i zapewniać liczne korzyści. Ze względu na negatywne skutki zmian klimatu, aktualnie najbardziej akcentuje się jej znaczenie w procesach adaptacji do zmian klimatu, ochrony klimatu przed dalszymi zmianami (mitygacji) i ochrony środowiska.

Nie bez znaczenia jest też aspekt zdrowotny (taki jak walka z zanieczyszczeniem powietrza i miejską wyspą ciepła), społeczny (czyli integracja, poprawa jakości życia mieszkańców i odpowiedź na ich potrzeby) oraz ekonomiczny (są to stosunkowo tanie rozwiązania dające duże korzyści).

Według planu Strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, tak zwany SPA2020, tylko w pierwszej dekadzie XXI wieku straty wywołane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi w naszym kraju kosztowały 54 mld zł.

Jeżeli Polska nie podejmie odpowiednich działań, to skutki zmian klimatu kosztować nas będą coraz więcej, zarówno w wymiarze finansowym, jak i jeśli chodzi o zdrowie i jakość życia mieszkańców. Specjaliści ostrzegają, że zjawiska ekstremalne będą występowały najprawdopodobniej z coraz większą częstotliwością i będą obejmowały coraz większe obszary kraju.

Zanieczyszczenie powietrza, powodzie, deszcze nawalne, susze oraz wysokie temperatury stanowią zagrożenie dla mieszkańców miast i mogą generować wymierne straty. Zmiany klimatu mają wpływ na większość elementów funkcjonowania miasta i zdrowie mieszkających tam ludzi.

Czym jest zielono-niebieska infrastruktura

Zielono-niebieska infrastruktura jest instrumentem, który wykorzystuje przyrodę w celu uzyskania korzyści ekologicznych, gospodarczych i społecznych (tak zwane usługi ekosystemów). Zielone (z zastosowaniem roślinności) i niebieskie (wodne) obszary to jedno z narzędzi zapobiegania poburzowym podtopieniom, stworzenia przyjemnego miejskiego mikroklimatu, ochronie miasta przed powstawaniem zjawiska miejskiej wyspy ciepła, poprawie jakości powietrza, a także zróżnicowanego środowiska naturalnego w mieście (bioróżnorodność).

Budowanie zielonych dachów (dachy budynków pokryte roślinnością), roślinnych ścian (pionowe konstrukcje, w tym ściany pokryte roślinnością) oraz pozostawianie niezabudowanych terenów zielonych, czy tworzenie nowych nasadzeń zieleni w tkance miejskiej (nawet takich na małym obszarze) to elementy składowe tak zwanej zielonej infrastruktury w miastach, czyli działań związanych z instalacją roślin w mieście.

W połączeniu z rozwiązaniami z zakresu niebieskiej infrastruktury (system gospodarczenia wodą), infrastruktura zielona zwiększa retencję wody deszczowej i stanowi element zapobiegania powodziom (Podręcznik adaptacji dla miast, 2015).

Rola zielonej infrastruktury we współczesnych miastach została podkreślona poprzez przyjęcie przez Komisję Europejską w maju 2013 roku specjalnej strategii, której celem jest zachęcenie do stosowania zielonej infrastruktury i szerszego jej uwzględniania w planowaniu przestrzennym. Ze względu na potrzebę adaptacji do zmian klimatu inwestycje w zieloną i błękitną infrastrukturę pojawiają się jako cenne narzędzia w wielu strategicznych dokumentach opracowywanych dla i przez polskie miasta oraz w realizowanych aktualnie projektach.

Niwelowanie negatywnych skutków miejskiej wyspy ciepła

Na skutek zmian klimatu coraz częściej doświadczamy w miastach na zmianę skrajnych zjawisk. Z jednej strony nawałnicowych opadów, które powodują podtopienia i tzw. powodzie miejskie. A z drugiej długotrwałych upałów i suszy, których negatywne oddziaływanie potęgowane jest dodatkowo przez efekt miejskiej wyspy ciepła.

Miasta szczelnie zabudowane betonem i asfaltem, z dachami pokrytymi blachą, papą, czy innymi materiałami bitumicznymi nie tylko nie są zdolne do retencjonowania wód opadowych, ale także nagrzewają się nadmiernie. Efekt chłodzący w takich miastach można uzyskać stosując na dużych obszarach drzewa i tereny zielone oraz wodne. Można też stosować zieleni na dachach i elewacjach - większy obszar dachów zielonych i roślinnych ścian obok parków, ogrodów, ogrodów kieszonkowych, ogrodów działkowych, drzew, zielonych torowisk, jezior, ogrodów deszczowych, rowów retencyjnych w mieście może pomóc utrzymać panującą tam temperaturę na akceptowalnym poziomie.

Sieć błękitno-zielonej infrastruktury, a zagospodarowanie wód opadowych

Jak wykazały konsultacje społeczne prowadzone w ramach projektów, których celem było przygotowanie strategii adaptacji do zmian klimatu („Przygotowanie strategii adaptacji do zmian klimatu miasta metropolitalnego przy wykorzystaniu mapy klimatycznej i partycypacji społecznej”, w skrócie „ADAPTCITY” oraz „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tysięcy mieszkańców”), jednym z największych wyzwań dla miast w Polsce są opady nawałnicowe i miejskie powodzie. Tradycyjne systemy kanalizacji nie sprawdzają się w tych sytuacjach.

Dlatego szuka się dodatkowych rozwiązań. Aktualnie następuje zmiana myślenia o sposobie zagospodarowania wód opadowych w miastach. Nie zaleca się już dążenia do jak najszybszego odprowadzenia wody, ale tworzenie jako bardziej efektywnych systemów rozproszonej retencji i zagospodarowywania wody opadowej w miejscu, gdzie występuje deszcz.

Takie systemy retencji rozproszonej można tworzyć właśnie na bazie sieci błękitno-zielonej infrastruktury, czyli połączenia w jeden system pojedynczych, nawet drobnych elementów z zakresu stosowania zieleni oraz różnego typu rozwiązań hydrologicznych. Zielona infrastruktura jest często tańsza niż rozwiązania proponowane przez tradycyjną inżynierię lądową (można je nazwać infrastrukturą szarą).

Projekt pod nazwą „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” polega na realizacji działań w zakresie zielono-niebieskiej infrastruktury i zwiększeniu powierzchni terenów zieleni, zintensyfikowaniu działań związanych z zagospodarowaniem wód opadowych w mieście w miejscu ich powstawania, likwidacją miejskich „wysp ciepła”, zapobieganiu marnotrawienia żywności oraz poprawie mikroklimatu wewnątrz miasta.



Patio w Szkole Podstawowej nr 3 - przed i po rozszczelnieniu gruntu



Dzięki realizacji działań zaplanowanych w projekcie i opisanych w niniejszej publikacji nastąpiło kompleksowe podejście do planowania przestrzeni miasta z wykorzystaniem zielonej i niebieskiej infrastruktury oraz likwidacja zasklepień lub uszczelnień gruntu celem zwiększenia powierzchni retencyjnej.

Każde z wdrożonych rozwiązań, obok istniejących już terenów zieleni na terenie Piastowa, współtworzy zielone korytarze miejskie, przyczyniając się do zachowania ciągłości ekologicznej na terenie miasta.

Niniejsze rozdziały Poradnika „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu” stanowią część opracowaną przez Partnera projektu, jakim jest Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” (PSDZ) i zawierają opisy rozwiązań zrealizowanych w ramach projektu w mieście Piastów wraz z omówieniem ich roli w procesach ochrony klimatu przed dalszymi zmianami (mitygacji) i adaptacji do istniejących już zmian klimatu.



Dachy zielone

W ramach projektu pod nazwą „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” wykonano w Piastowie dach zielony na budynku garażowym OSP przy ul. Warszawskiej 24, a także dach zielony na budynku przy ul. Lwowskiej 6 (na tym dachu zamontowano też mikro turbiny wiatrowe).



Mikro turbina wiatrowa

Realizacja zadań polegała na remoncie pokrycia dachowego dachów płaskich na istniejących budynkach i zastosowaniu dachu zielonego z roślinami ekstensywnymi wraz z odpowiednimi warstwami izolacyjnymi.

Ponieważ w ramach projektu „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” powstały dachy zielone ekstensywne (z zastosowaniem roślin sucholubnych), to poniższy opis korzyści w zakresie mitygacji i adaptacji miasta do zmian klimatu dotyczy w większości tego typu dachów zielonych.

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, lepsza efektywność energetyczna budynków

Rośliny na dachach zielonych produkują tlen i pochłaniają dwutlenek węgla w procesie fotosyntezy. Mają też pośredni wpływ na redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery, ponieważ poprawiając efektywność energetyczną budynków, przyczyniają się do oszczędności energetycznych, co pozwala na redukcję zanieczyszczeń i dwutlenku węgla emitowanych przy produkcji energii.



Zielony dach - budynek MOPS przy ul. Lwowskiej 6

Oszczędność energii w budynkach wyposażonych w dachy zielone wynika przede wszystkim z lepszej izolacji termicznej dachu. W okresie zimowym oznacza to oszczędność energii związaną z ograniczeniem strat ciepła przez strop, w okresie letnim – zmniejszoną potrzebę klimatyzowania pomieszczeń.

Dostępne są wyniki badań realizowanych na terenie Amsterdamu i Londynu, które wykazały, że roczne oszczędności w zakresie ogrzewania budynku zimą i użytkowania klimatyzacji latem dla budynków z dachem zielonym wahają się między 4 procent a 7 procent¹.

Retencja i opóźnienie spływu deszczówki do kanalizacji

Dachy zielone pomagają zapobiegać powodziom miejskim, ponieważ nie tylko retencjonują wody opadowe i roztopowe, ale również opóźniają spływ wody do sieci kanalizacyjnej i odbiorników końcowych. Potwierdzają to badania dotyczące dachów zielonych ekstensywnych realizowane w polskich uwarunkowania klimatycznych prowadzone od 2009 roku przez dr hab. inż. Ewę Bursztę-Adamiak prof. na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

¹ Zielone dachy w klimacie europejskim. Czy to skuteczne rozwiązania dla oszczędności energii w klimatyzacji? Fabrizio Ascione, Nicola Bianco, Filippo de' Rossi, Gianluca Turni, Giuseppe Peter Vanoli Energia stosowana 104 (2013)

Retencja wody opadowej na dachach zielonych, redukcja fali przepływu a także opóźnienie odpływu to korzyści dla gmin i systemów kanalizacyjnych. Efektywność retencyjna dachów zielonych zależy jest m.in. od nachylenia dachu, pory roku, gatunków roślin, rodzaju podłoża, głębokości i wielkości systemu (w tym drenażu), a także charakterystyki opadu².

Na dachach zielonych oprócz retencji opadu, zachodzi ich przetrzymanie (detencja) z późniejszym odprowadzeniem do odbiorników. W okresach bezopadowych część wód jest zwracana do środowiska w wyniku ewapotranspiracji (parowaniu z powierzchni roślin i podłoża).

Badania na dachach zielonych ekstensywnych w warunkach wrocławskich wykazały, że większość opadów występujących w ciągu roku (są to opady, które nie przekraczają w ciągu doby 10 mm) może być zagospodarowane na dachach zielonych w 70-80%, a przy niektórych opadach nawet w 100%.

Średnio w skali roku przy różnych uwarunkowaniach opadowych, dachy zielone są w stanie przyjąć deszcze na poziomie 60-70% ich ilości.

Wspomniana detencja (przetrzymanie) wody opadowej z punktu widzenia funkcjonowania systemów kanalizacyjnych jest na terenach zurbanizowanych ważną funkcją, ponieważ pozwala odciążać systemy odwodnieniowe i dać czas na przepłynięcie w kolektorach „pierwszych spływów” z innych terenów uszczelnionych w miastach. Mniejsza zdolność retencji wody na zazielenionych dachach jest zauważalna dla opadów o większej wysokości lub opadów krótkotrwałych, ale intensywnych w przebiegu. Tego typu opady są zatrzymywane na dachach zielonych w stopniu znacznie mniejszym (na poziomie 20-30%) ich ilości. W takich sytuacjach funkcjonowanie dachów zielonych powinno być wspomagane jeszcze innymi rozwiązaniami do retencji i/lub infiltracji, które mogłyby być wykonywane na powierzchni terenu, co pomogłoby zagospodarować nadmiar spływów z dachów³.

Natomiast współczynnik spływu dla dachów tradycyjnych (uszczelnionych, a nie dachów zielonych) przyjmuje wartości na poziomie 0,9 do 0,95. Co oznacza, że w czasie opadów z dachu uszczelnionego spływa od 90 procent do 95 procent opadu, który na niego trafia. Warstwy na dachu zielonym, które biorą udział w procesie zagospodarowania wód opadowych, patrząc od góry:

- rośliny (na skutek intercepcji i transpiracji)
- substrat (filtracja, ewapotranspiracja, retencja) lub inny materiał np. wełna mineralna - warstwa drenażowo-retencyjna (retencja, odpływ)

W przypadku dachów tradycyjnych średnie opóźnienie odpływu z dachu wynosi 20 minut. Natomiast w przypadku dachu zielonych średnie opóźnienie odpływu wynosi 2,5 godziny. Większą zdolność do zatrzymywania wody opadowej i retencji niż dachy zielone ekstensywne mają dachy zielone półintensywne oraz intensywne. Ale wiąże się to z dużym większym obciążeniem dachu i nie zawsze jest możliwe do zastosowania na istniejących budynkach. Są również technologie pozwalające budować dachy zielone o zwiększonej retencji.

² Ewa Burszta-Adamiak, konferencja „Retencjonowanie wód opadowych poprzez rozwiązania z zakresu zielono-niebieskiej infrastruktury” konferencja „Zielono-niebieska infrastruktura jako narzędzie miast do zapobiegania oraz walki z niekorzystnymi zmianami klimatu”, 26.05.2022, Piastów

³ Zrównoważone gospodarowanie wodą – wywiad z dr hab. inż. Ewą Bursztą-Adamiak z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, ZielonaInfrastruktura.pl

Redukcja negatywnych skutków miejskiej wyspy ciepła i zmniejszenie smogu

Przy 5 procentowym zwiększeniu powierzchni biologicznie czynnej w dużych aglomeracjach miejskich średnia letnia temperatura spadła nawet o 2,2 stopnie Celsjusza. Spowodowało to zmniejszenie smogu o 10 procent⁴.

Badanie symulacyjne przeprowadzone w Toronto wykazało, że 5 procent zazielenienia dachów może obniżyć średnią temperaturę miasta o 0,5°C, a zastosowanie nawadniania może zwiększyć ten wskaźnik o 1-2° Celsjusza (Bass et al., 2002).

Przy czym oddziaływanie termiczne zielonych dachów zależy między innymi od wielkości pokrytej zielenią powierzchni jej lokalizacji; im większa jest gęstość dachów na danym obszarze, tym ich oddziaływanie termiczne jest korzystniejsze (Aleksandri & Jones 2008).

Pochłanianie dwutlenku węgla, produkcja tlenu i redukcja zanieczyszczenia powietrza

W procesie fotosyntezy 155 m² powierzchni biologicznie czynnej produkuje wystarczającą ilość tlenu dla jednej osoby na dobę⁵. Dachy zielone zwiększają ilość powierzchni biologicznie czynnej w miastach.

Redukują też poziom zanieczyszczenia powietrza. Zanieczyszczenie powietrza na terenach zurbanizowanych takimi związkami jak: tlenki azotu, węgla, lotne związki organiczne, spaliny samochodowe, tworzą toksyczne kombinacje, które stwarzają zagrożenie dla zdrowia mieszkańców ośrodków miejskich⁶.

Jeden m² zielonego dachu jest zdolny do związania 0,2 kg lotnych substancji toksycznych rocznie. Zaletą zielonych dachów (podobnie jak roślinnych ścian) jest to, że mogą one powstawać w centrach miast bez zajmowania dodatkowych powierzchni i w ten sposób oczyszczają najbardziej narażone na zanieczyszczenia części miasta.

Dzięki dachom zielonym następuje także oczyszczenie powietrza z pyłów (kurz, sadza, dym), które osadzają się na powierzchni roślin, a na skutek opadów atmosferycznych zostają spłukane do gruntu. Źródła podają różne szacunki - według English Nature (2003) 1 m² zielonego dachu redukuje masę pyłu zawieszonego w ciągu roku równą 0,2 kg, natomiast według badań Johnsona i Newtona (1996) może to być nawet 0,5 kg.

Zwiększenie różnorodności biologicznej

Dachy zielone stanowią nowe powierzchnie dla siedlisk przyrodniczych. Mogą zrekomensować część powierzchni zielonych utraconych pod budowę nowych budynków w centrach miast. Owady i ptaki mogą znaleźć na nich schronienie i miejsca do gniazdowania⁷.

Inne korzyści wynikające ze stosowania dachów zielonych: izolacja dźwiękochłonna, poprawa krajobrazu miejskiego, wzrost wartości inwestycji, wydłużenie użyteczności izolacji wodochronnej dachu, poprawa jakości życia mieszkańców, wspólnie z innymi terenami zieleni tworzą zielone korytarze miejskie.

4 Badania Laboratorium Lawrence Berkley
5 J.Rubaszek, Zielone dachy jako narzędzie mitygacji i adaptacji do zmian klimatu, konferencja „Zielono-niebieska infrastruktura jako narzędzie miast do zapobiegania oraz walki z niekorzystnymi zmianami klimatu”, 26.05.2022, Piastów
6 Minke G. 2009. Techos Verdes. Editorial Fin del Siglo. Hiszpania, 1-86
7 Velazquez L. 2005. Reducing Urban Heat Islands, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Green Roofs – Draft. USA. 1-26.

Roślinne ściany

W ramach projektu zostały zrealizowane na terenie miasta Piastowa roślinne ściany zewnętrzne. Wykonano je realizując następujące zadania projektowe: „Zakładanie systemu zielonych ścian na terenie miasta Piastów. Budowa zielonej ściany przy ekranach wzdłuż linii kolejowej przy ul. Szarych Szeregów”. „Renowacja i rozbudowa pergoli przy ul. Lwowskiej oraz budowa zielonej ściany na budynku Szkoły Podstawowej nr 3 przy Alei Tysiąclecia 5”. Poniżej można znaleźć szczegółowy opis poszczególnych instalacji.



Renowacja i rozbudowa pergoli przy stacji PKP od strony ul. Lwowskiej w Piastowie

W ramach tego działania wykonano renowację istniejącej pergoli poprzez wymianę jej elementów drewnianych oraz montaż roślinnej ściany przestrzennej w postaci koszy gabionowych ogrodzeniowych, jako podpór dla pnączy. Ta przestrzenna ścianka gabionowa pełni funkcję ozdobnego elementu i jest równocześnie podporą dla roślin pnących.

Budowa systemu zielonej ściany na ekranach wzdłuż linii kolejowej PKP od strony ul. Szarych Szeregów w Piastowie

Działanie obejmowało założenie roślinnej ściany na ekranach akustycznych wzdłuż linii kolejowej PKP przy ul. Szarych Szeregów. Ekrany akustyczne zostały obsadzone roślinami pnącymi.



Budowa systemu zielonej ściany na terenie patio w Szkole Podstawowej nr 3 przy Al. Tysiąclecia 5 w Piastowie

Na ścianie budynku Szkoły Podstawowej nr 3 przy Al. Tysiąclecia 5 w Piastowie zostały zamontowane podpory pod pnącza z krutek stalowych. Kratki mają fundamenty w gruncie. Przy tak przygotowanym systemie podpór posadzono rośliny pnące. W ten sposób powstała zielona elewacja z podporami.



Klasyfikacja roślinnych ścian

W zadaniach projektowych powtarza się umowne, obiegowe określenie „zielona ściana”. Warto przyjrzeć się w jaki sposób eksperci z Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone” systematyzują nazewnictwo związane z roślinnymi ścianami⁸.

Roślinne ściany lub żyjące ściany to pojęcie bardzo szerokie dotyczące wszelkiego rodzaju obiektów pionowych pokrytych roślinnością. Ogólnie ujmując są to konstrukcje, na których roślinność rośnie w pionie. Mogą to być różne układy roślinne, od spontanicznie wspinających się pnączy, po skomplikowane konstrukcje inżynieryjne. Jeśli chodzi o usytuowanie, to mogą być niezależne (wolno stojące) lub związane z fasadą budynku. Jeśli chodzi o miejsce instalacji, to mogą być stosowane wewnątrz lub na zewnątrz budynku.



Ze względu na sposób uprawy roślin rozróżnia się dwa podstawowe, opisane poniżej typy roślinnych ścin.



Zielona ściana gabionowa SPZOZ Piastun

Zielone elewacje (układ pnączy) z podporami to elewacje, których wykonanie oparte jest na wykorzystaniu pnączy wymagających dodatkowych podpór umożliwiających im wspinanie się. Natomiast zielone elewacje bez podpór to układy pnączy, których wykonanie oparte jest na wykorzystaniu pnączy posiadających wykształcone specjalne organy czepne umożliwiające im samodzielne wspinanie się na konstrukcję budynku. W obu przypadkach rośliny mogą być sadzone bezpośrednio w gruncie rodzimym lub w pojemnikach rozmieszczonych na różnych wysokościach ściany.

Ogrody wertykalne z kolei to bardziej skomplikowane konstrukcje, których budowa pozwala na utrzymanie się roślin ozdobnych (bylin i traw) w pionie oraz zapewnienie im dobrych warunków do wzrostu. Rośliny często są sadzone w modułach wypełnionych specjalnym podłożem i nawadnianych z wykorzystaniem systemu rozpiętego na całej konstrukcji.

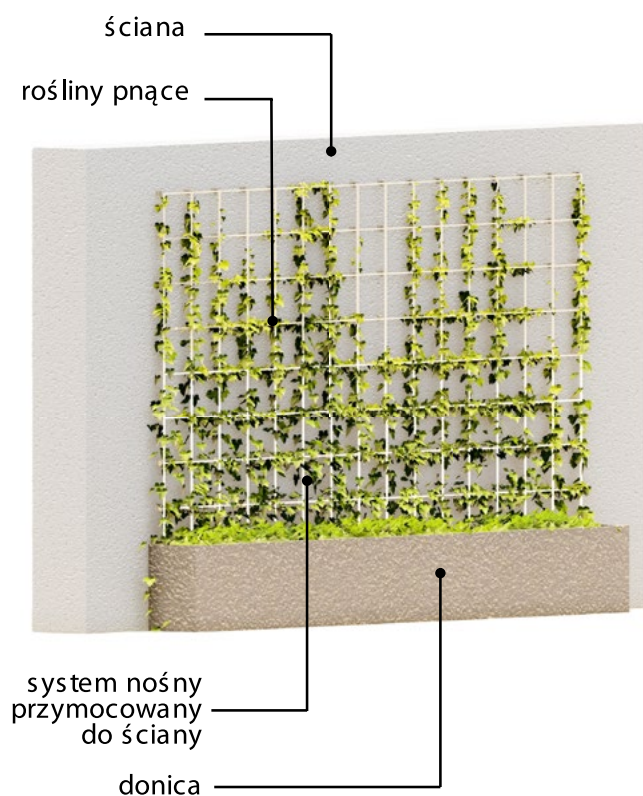
W opisach w niniejszym rozdziale Poradnika „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu” (poza nazwami zadań) zastosowano określenie „roślinne ściany” jako najbardziej ogólne.

żyjąca ściana
o powierzchni 10 m²
pochłania rocznie
taką samą ilość
dwutlenku węgla
co 4-metrowe drzewo

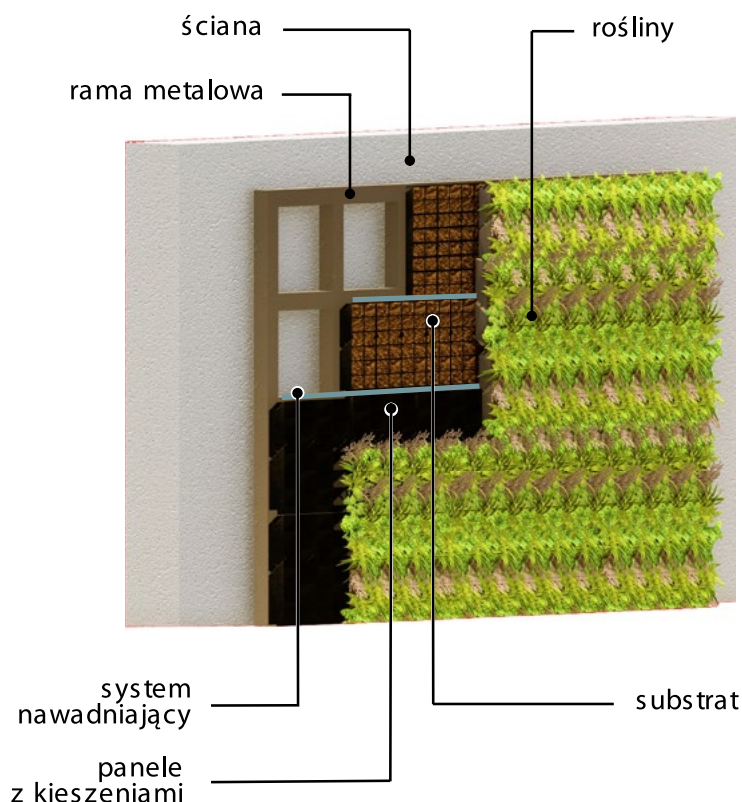
żyjące ściany
poprawiają estetykę
miasta, niwelując
poczucie przytłoczenia
powodowane przez
wysoką zabudowę

żyjące ogrody
wpływają
na temperaturę
w otoczeniu
obniżając ją średnio
o 2 stopnie Celsjusza

za roślinnymi
ścianami temperatura
wewnątrz budynku
jest obniżona średnio
o 5 stopni Celsjusza



ŻYWA ŚCIANA NA BAZIE SYSTEMU NOŚNEGO I DONICY



ŻYWA ŚCIANA NA BAZIE SYSTEMU MODUŁOWEGO

Dla osób zainteresowanych usystematyzowaniem nazewnictwa związanego z roślinnymi ścianami polecamy artykuł: M.Weber-Siwirska, D.Skarżyński, E.Walter, K.Wróblewska, Klasyfikacja roślinnych ścian z uwzględnieniem polskich tradycji językowych, Architektura Krajobrazu, 3/2017.

Korzyści wynikające ze stosowania roślinnych ścian na terenach miejskich

Korzyści w kontekście mitygacji i adaptacji do zmian klimatu zależą od usytuowania roślinnych ścian.

Wspomagają na terenie miasta procesy adaptacji się do zmian klimatu poprzez to, że powodują cień, tworzą mikroklimat (parowanie z roślin w procesie ewapotranspiracji), zapobiegają nagrzewaniu się betonowych ścian.

Wszystkie typy roślinnych ścian powodują, że następuje produkcja tlenu i absorbowany jest dwutlenek węgla. To naturalne zjawisko związane z procesem fotosyntezy. Rośliny pochłaniają też zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu.

Warto też docenić w jaki sposób roślinne ściany zewnętrzne wzmacniają różnorodność biologiczną na terenie miast przyciągając np. owady zapylające, czy stwarzając możliwość bytowania ptakom.

Roślinne ściany na ekranach akustycznych przyczyniają się do lepszego efektu tłumienia hałasu.

Jeśli roślinne ściany znajdują się przy elewacjach budynków, to możemy mówić dodatkowo o poprawie efektywności energetycznej budynków (poprawie izolacji termicznej

obiektów budowlanych), a tym samym o zmniejszeniu zapotrzebowania na klimatyzowanie tych budynków latem, czyli w konsekwencji mniejszej emisji gazów cieplarnianych. A zmniejszając emisję gazów cieplarnianych prowadzimy działania polegające na ochronie klimatu przed dalszymi zmianami, czyli mitygację.

Budynki z roślinnymi ścianami nie nagrzewają się tak jak inne betonowe konstrukcje i nie przyczyniają do powstawania negatywnych skutków zjawiska miejskiej wyspy ciepła. Dzięki roślinnym ścianom następuje tłumienie hałasu i ochrona elewacji budynku przed działaniem wiatru, ochrona przed uszkodzeniami spowodowanymi promieniowaniem UV i wahaniami temperatury.

Roślinne ściany poprawiają też jakość życia w miastach i estetykę miast, niwelując poczucie przytłoczenia powodowane przez betonową zabudowę. Wspólnie z innymi terenami zieleni tworzą zielone korytarze miejskie, przyczyniając się do zachowania ciągłości ekologicznej na terenie miast.

Roślinne ściany chłoną wodę deszczową, ponieważ rośliny wraz z podłożem działają niczym zbiornik. Opóźnia to odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji, oczyszcza wodę deszczową. Woda odparowuje też poprzez rośliny. Wszystko to przyczynia się do zmniejszenia obciążenia sieci kanalizacyjnej oraz obniża ryzyko powodzi.

Zielone przystanki jako elementy zazieleniające obszary zabudowane

W ramach realizacji projektu pod nazwą „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” nastąpiła też wymiana i montaż wiat przystankowych na zielone przystanki oraz wymiana i montaż wiat śmietnikowych na wiaty z systemem zielonego dachu.

Piszemy w tym miejscu zarówno o zielonych przystankach, jak i o wiatach śmietnikowych, ponieważ są one podobne, jeśli chodzi o zastosowane rozwiązania (zielony dach i nasadzenia pnączy po bokach), chociaż mają różne funkcje użytkowe i znajdują się w odmiennych funkcjonalnie miejscach.



Zielone przystanki

Jeśli chodzi o zielone przystanki, to zakres prac w ramach projektu obejmował demontaż istniejących wiat przystankowych (jeśli w danym miejscu występowały) i montaż w ich miejsce nowych.

W przypadku przystanków istniejących bez wiat, zakres prac obejmował przygotowanie terenu i montaż nowej wiaty przystankowej. Zielone przystanki zostały wyposażone w dachy zielone z roślinami ekstensywnymi (rozchodnikami). Dodatkowo przy każdej wiacie zostały nasadzone pnącza.

W wyniku projektu „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” zrealizowano na terenie miasta Piastów 10 zielonych przystanków, które powstały w następujących lokalizacjach:

	ULICA	LOKALIZACJA	NAZWA PRZYSTANKU
1	Al. Krakowska	Warszawska – St. Kostki	Kino Baśń 04
2	J. Sowińskiego	przy ul. M. Ogińskiego	Ogińskiego 02
3	Al. Tysiąclecia	Orzeszkowej - Asnyka	Orzeszkowej 01
4	Al. Tysiąclecia	Wiadukt im. Okulickiego	Traugutta 03
5	Al. Wojska Polskiego	Warszawska - R.Trauguta	Traugutta 02
6	Al. Wojska Polskiego	Al. Wojska Polskiego - Wysockiego	Dąbrowskiego 01
7	Al. Wojska Polskiego	Al. Wojska Polskiego - St. Kostki	Dąbrowskiego 02
8	Warszawska	Wiadukt im. Okulickiego - J.Hallera	Traugutta 01
9	Warszawska	S.Noakowskiego - granica Miasta Piastowa	Lelewela 01
10	Warszawska	Granica Miasta Piastowa - J.Lelewela	Lelewela 02

Zielone wiaty śmietnikowe

Jeśli chodzi o wiaty śmietnikowe, to projekt obejmował wymianę i montaż wiat śmietnikowych na wiaty z systemem dachu zielonego przy SPZOZ PIASTUN przy ul. Skorupki 16A oraz na Osiedlu Sułkowskiego przy ul. Sułkowskiego 29A, 29B. Powstały tam wiaty śmietnikowe z dachami zielonymi ekstensywnymi (z rozchodnikami). Przy wiatkach zostały nasadzone pnącza.



Zielone przystanki i wiaty – zalety ekologiczne, edukacyjne i estetyczne

Zielone przystanki rozpowszechniły się w ciągu ostatnich lat w różnych miastach w Polsce. W samej tylko sąsiadującej z Piastowem Warszawie pod koniec roku 2023 było 116 wiat przystankowych z dachami zielonymi ekstensywnymi, na których rosną rozchodniki. A planowane są kolejne, w tym w ramach realizacji budżetu obywatelskiego, co oznacza, że to rozwiązanie cieszy się dużą akceptacją mieszkańców stolicy.

Tego typu rozwiązania z zastosowaniem dachów zielonych na przystankach pełnią głównie funkcje oczyszczania powietrza, pochłaniania dwutlenku węgla, produkcji tlenu, chłodzenia przestrzeni, magazynowania wody i poprawy różnorodności biologicznej.

Jak podaje Zarząd Transportu Miejskiego⁹ w Warszawie tylko jedna tego typu wiata przystankowa z zielonym dachem ekstensywnym pochłania rocznie ponad 7 kg dwutlenku węgla i ogranicza zapylenie powietrza o 15-20 procent. W słoneczne dni dzięki zastosowaniu dachu zielonego temperatura pod wiatą jest niższa średnio o 3-5 stopni Celsjusza, a w czasie opadów jest magazynowane nawet do 150 litrów wody, co sprzyja retencji opadów w miejscu ich występowania. Rozchodniki rosnące na wiatkach przystankowych kwitną, co sprzyja owadom zapylającym i poprawia różnorodność biologiczną na terenie miasta.

Poprzez zastosowanie na wiatkach przystankowych oraz wiatkach śmietnikowych dachów zielonych rozwiązania te przynoszą wszystkie korzyści opisane szerzej w niniejszym Poradniku „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu” w części zatytułowanej DACHY ZIELONE. Nasadzenia pnączy przy ścianach konstrukcji przystanków i wiat śmietnikowych dodatkowo oznaczają korzyści opisane w części zatytułowanej ROŚLINNE ŚCIANY.

Warto zauważyć, że zielone przystanki oraz wiaty śmietnikowe z dachem zielonym oprócz walorów ekologicznych mają również duże znaczenie edukacyjne, a także poprawiają w znacznym stopniu estetykę miasta i jakość codziennego życia jego mieszkańców.

Rośliny na dachach przystanków i wiat śmietnikowych oraz pnącza na bokach są widoczne. Mieszkańcy i odwiedzający miasto turyści są nimi zaintrygowani, co powoduje zainteresowanie tematem zielonej infrastruktury w miastach. Przykładem jest wzrost popularności tematyką zielonych przystanków w polskich miastach jako małych inwestycji zgłaszanych w ramach budżetów obywatelskich. Mieszkańcy doceniają to, że dzięki tego typu obiektom mają częsty kontakt z naturą. Rozchodniki, którymi są porośnięte zielone przystanki i różnego typu wiaty to są rośliny wieloletnie, mało wymagające, ale przy tym bardzo estetyczne. Nie trzeba ich kosić, ani regularnie podlewać, dobrze



Ogród deszczowy w gruncie SP 2

⁹ <https://www.ztm.waw.pl/informacje-prasowe/2024/02/12/jeszcze-wiecej-zielonych-wiat-przystankowych/>, dostęp 13.02.2024

znoszą duże nasłonecznienie i suszę. Część z nich zachowuje liście zimą, a wiosną i latem kwitną na różne kolory, przyciągając owady zapylające. Jesienią też wyglądają bardzo atrakcyjnie, przebarwiając się na ładne kolory. Standardowe wiaty śmietnikowe to nie są estetyczne obiekty, ale niestety konieczne w obszarze zabudowy mieszkaniowej. Często ich usytuowanie jest takie, że mieszkańcy patrzą na nie ze swoich okien. Poprzez budowę dachów zielonych na wiatach śmietnikowych i obsadzenie ich pnączami poprawiamy estetykę przestrzeni, z którą często mają do czynienia mieszkańcy i poprawiamy komfort korzystania z tego typu rozwiązań.

Zielona akupunktura miejska

Zielone przystanki i wiaty śmietnikowe obsadzone roślinami można zaliczyć do zielonej akupunktury miejskiej. Są to rozwiązania o stosunkowo małej powierzchni, które jeśli będą stosowane na dużą skalę, to zwiększają ilość zielono-niebieskiej infrastruktury w mieście. Najczęściej są stosowane w takich punktach miasta, gdzie nie ma możliwości zrealizowania terenu zieleni o dużej powierzchni. Pozwalają na zazielenienie obszarów, które są gęsto zabudowane, „zabetonowane”, a równocześnie są często użytkowane przez mieszkańców miasta. Takie rozwiązania, stosowane na większą skalę, wraz z pozostałymi terenami zieleni stają się elementem zielonych korytarzy miejskich.

System małej retencji – ogrody deszczowe

Zadaniem ogrodów deszczowych jest miejscowa retencja, czyli przejęcie wód deszczowych w miejscu, gdzie występuje opad i ich magazynowanie na potrzeby zasilania zastosowanych w ogrodzie nasadzeń roślinnych.

Ogrody deszczowe składają się głównie z takich gatunków roślin, które mogą rosnąć w warunkach zwiększonej ilości wody, a także oczyszczających wodę.

W ramach projektu pod nazwą „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” jako instalacje służące małej retencji na terenie miasta zostały zbudowane różne rodzaje ogrodów deszczowych. Rozwiązania te dostosowano do różnych warunków, w zależności od lokalizacji i miejscowych uwarunkowań na terenie miasta.

Ogrody deszczowe w pojemnikach

Ogrody deszczowe w pojemnikach to rozwiązania przeznaczone przede wszystkim do przyjmowania wody z rur spustowych budynków. Ich niewątpliwą zaletą jest małe zapotrzebowanie na przestrzeń, dlatego z łatwością można je wkomponować w istniejące zagospodarowanie terenu. Dzięki odpowiedniemu doborowi roślinności taki ogród może dobrze funkcjonować także w cieniu. Rośliny w tym typie ogrodu są posadzone dość gęsto.



Ogród deszczowy w gruncie osiedle socjalne



Ogród deszczowy w gruncie SP 3

Ogrody deszczowe w pojemnikach zrealizowano w następujących lokalizacjach:

- dz. nr ew. 49 obręb 05, ul. 11 Listopada 8, (Urząd Stanu Cywilnego)
- dz. nr ew. 44/1 obręb 05, ul. 11 Listopada 2, (Urząd Miasta)
- dz. nr ew. 44/1 obręb 05, ul. Aleja Tysiąclecia 1, (Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji)
- dz. nr ew. 46/1 obręb 01, ul. Żbikowska 25, (Szkoła Podstawowa nr 4)
- dz. nr ew. 262/2 obręb 01, ul. Sułkowskiego 29A, (Świetlica środowiskowo-integracyjna)
- dz. nr ew. 127/11 obręb 04 ul. Lwowska 6,
- dz. nr ew. 278/18, 92/6 obręb 04, ul. Lwowska, (Fontanna przy Dworcu PKP) – tu powstał ogród deszczowy w istniejącym pojemniku



Budynek MOSiR ogród deszczowy w pojemniku



Ogrody deszczowe infiltrujące

Ogrody deszczowe infiltrujące znajdują się na gruncie, który jest przepuszczalny dla wody i pozwala na jej wsiąkanie. Dla ochrony fundamentów budynków przed zawilgoceniem, tego typu ogrody odsuwa się co najmniej 5 m od najbliższych zabudowań. Ogrody deszczowe infiltrujące powstały w następujących lokalizacjach:

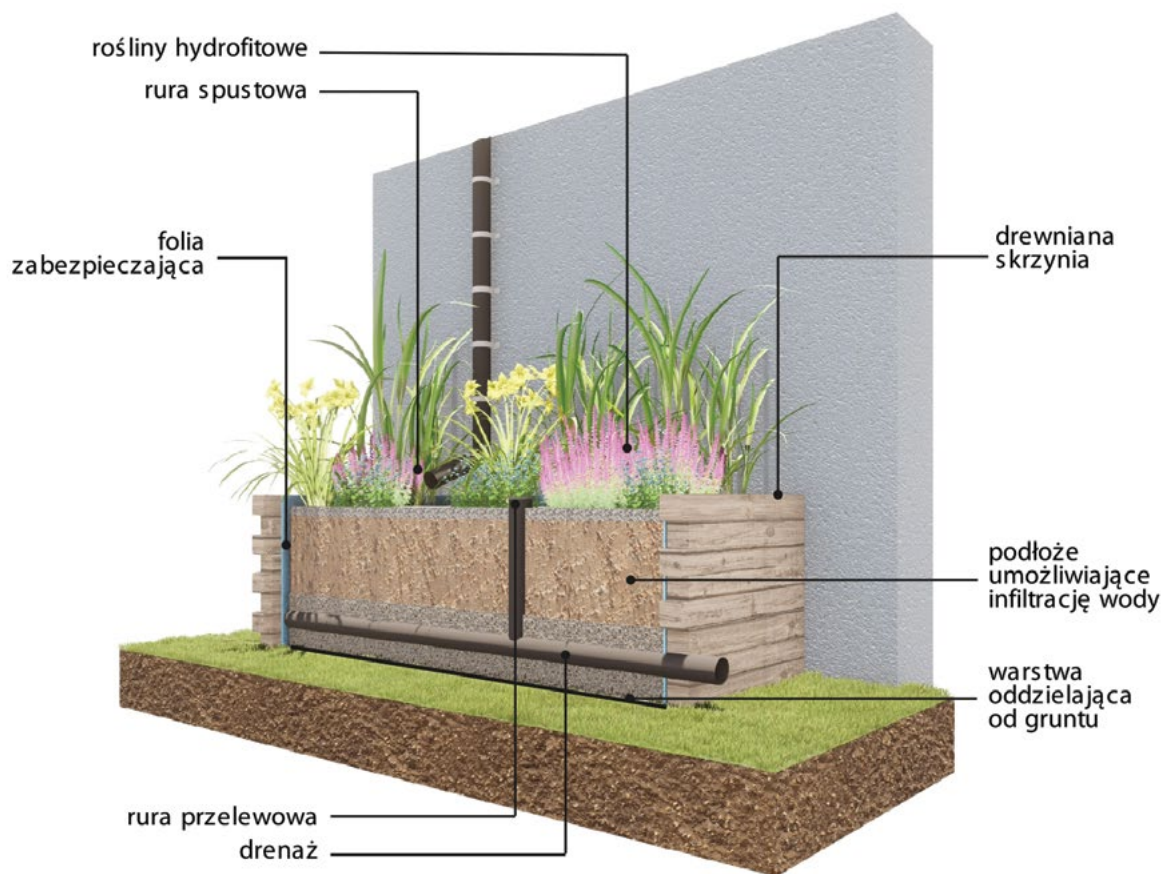


Instalacja przed ułożeniem folii

- dz. nr ew. 664 obręb 02, ul. Aleja Krakowska 20, (Szkoła Podstawowa nr 2)
- dz. nr ew. 156 obręb 05, ul. Aleja Tysiąclecia 5, (Szkoła Podstawowa nr 3)

Ogród deszczowy uszczelniony folią

Ogród deszczowy uszczelniony folią można założyć bezpośrednio przy źródle odprowadzającym deszczówkę z dachów, czyli przy wylocie rury spustowej. Należy odsunąć go od ścian budynku na szerokość opaski odwadniającej budynek o minimum 50 cm. Ogród deszczowy uszczelniany folią powstał na terenie dz. nr ew. 11/17 obręb 01, ul. Sułkowskiego 29B, (Osiedle Socjalne).



Korzyści w kontekście adaptacji miasta do skutków zmian klimatu wynikające ze stosowania ogrodów deszczowych

Ogrody deszczowe tworzy się jako elementy zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi. Ich podstawowym celem jest zatrzymanie wód deszczowych w krajobrazie, w miejscu, gdzie opad występuje i ograniczenie spływu powierzchniowego, a co za tym idzie odciążenie systemów kanalizacyjnych i zmniejszenie ryzyka powodziowego. Jest to więc element przystosowania (adaptacji) miasta do negatywnych skutków zmian klimatu.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniej roślinności oraz warstw filtrujących podłoża, ogród deszczowy jest w stanie wstępnie oczyścić wodę, zanim dostanie się ona do głębszych warstw gleby. Ogrody deszczowe poprawiają w ten sposób jakość odprowadzanych wód opadowych.

Dzięki przyswajaniu wody przez rośliny w ramach procesów fizjologicznych i parowaniu wody z nadziemnych części roślin (transpiracja), finalna objętość wody odprowadzanej przez ogród deszczowy znacznie się zmniejsza.

Ogród deszczowy może być zaprojektowany zarówno jako rozwiązanie infiltrujące wodę opadową, jak i rozwiązanie szczelne, pełniące więc głównie funkcję retencyjną. W obu przypadkach ilość odpływającej finalnie wody minimalizowana jest przez parowanie z powierzchni podłoża i transpirację.

Ogrody deszczowe poprawiają też miejscowy mikroklimat i jakość środowiska miejskiego. Zapobiegają przegrzewaniu się miasta, wpływając pozytywnie na komfort życia i zdrowie mieszkańców.

Rośliny stosowane w ogrodach deszczowych produkują tlen, pochłaniają zanieczyszczenia powietrza i dwutlenek węgla.

Zwiększa się też różnorodność biologiczna w mieście, ponieważ ogrody deszczowe stają się siedliskiem i przyjaznym miejscem dla fauny i flory.

Ogrody deszczowe stanowią także atrakcyjne estetycznie rozwiązania poprawiające krajobraz miejski. Wspólnie z innymi terenami zieleni tworzą zielone korytarze miejskie.

System małej retencji – likwidacja zasklepień gruntu

Realizacja zadania „Zagospodarowanie terenu Patio przy Szkole Podstawowej nr 3 przy Alei Tysiąclecia, Dz. Nr ew. 664 obręb 02” miała na celu likwidację zasklepień i uszczelnień gruntu. Cel ten został osiągnięty poprzez wymianę istniejącej nawierzchni betonowej na nawierzchnię mineralną, która jest przepuszczalna dla wody opadowej i roztopowej.

Obszarem na którym prowadzono prace jest patio przy Szkole Podstawowej nr 3, przy Alei Tysiąclecia, które jest z czterech stron otoczone budynkiem.

Celem prowadzonych działań była likwidacja zasklepień i uszczelnień gruntu na terenie patio oraz wprowadzenie przepuszczalnej nawierzchni mineralnej. Elementem prac było też zagospodarowanie terenu nasadzeniami roślin (posadzono byliny oraz trawy ozdobne), a także remont istniejącej małej architektury (dokonano wymiany siedzisk z desek).

Tak zrewitalizowane patio przy Szkole Podstawowej nr 3 ma pełnić funkcję wypoczynkową oraz reprezentacyjną. Ma też pełnić funkcje społeczne i być miejscem spotkań uczniów oraz pracowników szkoły. Warto też docenić wymiar edukacyjny takiej inwestycji.



Likwidacja zasklepień gruntu w kontekście adaptacji miast do zmian klimatu

Zastanówmy się z czego wynika konieczność likwidacji zasklepień i uszczelnień gruntu na terenie miasta.

W wyniku rozbudowy miast na przykład budowy dróg, placów, chodników, czy parkin-

gów o twardej i nieprzepuszczalnej nawierzchni (np. betonowej, czy asfaltowej) następuje uszczelnianie tej powierzchni. Jeśli będziemy patrzeć na miasto jako na swego rodzaju zlewnię wody opadowej i roztopowej, to widzimy, że stosując powierzchnie nieprzepuszczalne uszczelniamy tę zlewnię i powodujemy, że woda nie ma możliwości, żeby w naturalny sposób wsiąkać w grunt.

Zwiększenie ilości powierzchni szczelnych powoduje, że tylko niewielka część wód opadowych i roztopowych swobodnie przesiąka do gruntu. Zdecydowana jej większość jest odprowadzana w czasie opadów do systemów kanalizacyjnych. Takie podejście skutkuje nadmiernym obciążeniem tej infrastruktury, która odpowiada za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych na terenie miasta. Przyczynia się to do występowania lokalnych podtopień terenów lub powodzi miejskich, które możemy obserwować np. w czasie nawałnych opadów.

W kontekście zjawisk występujących na skutek zmian klimatu konsekwencje uszczelniania terenów miejskich możemy obserwować w kilku wymiarach.

Zabetonowanie powierzchni, brak zieleni i powierzchni chłonnych powoduje z jednej strony podwyższenie temperatury w mieście, czyli przyczynia się do powstawania zjawiska miejskiej wyspy ciepła. Konsekwencją braku zieleni jest też pogorszenie jakości powietrza i mniejsza różnorodność biologiczna (mniej siedlisk dla zwierząt).

A wreszcie z uszczelnionych powierzchni woda z opadów spływa po tych powierzchniach i odprowadzana jest do kanalizacji, a potem do rzek, zamiast, wsiąkając w grunt, być wykorzystywana przez rośliny do ich procesów życiowych i uzupełniać zasoby wód podziemnych.

Poniższa tabela pokazuje jakie są straty retencji glebowej w zależności od charakteru zabudowy¹⁰.

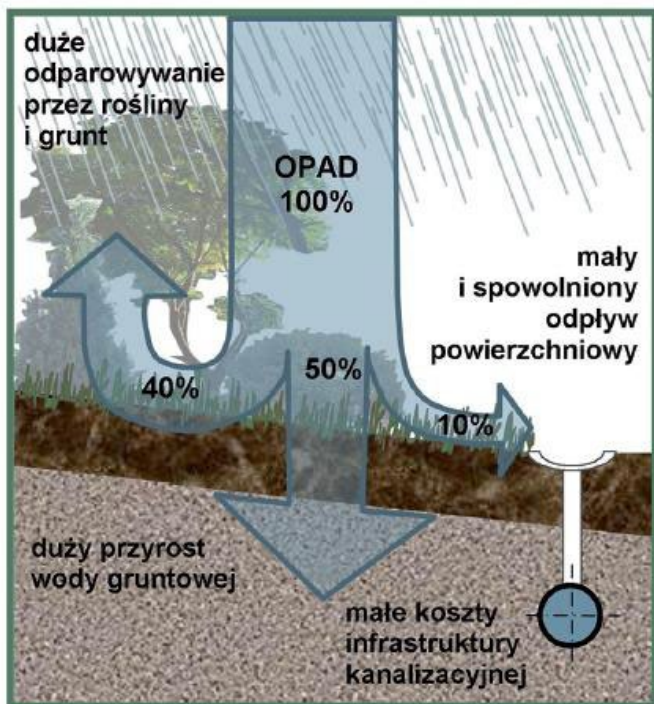
Charakter zabudowy	Retencja glebowa w m ³ na hektar powierzchni tracona średnio w ciągu roku
Zabudowa jednorodzinna rozproszona z drogami odwadnianymi rowami	35-45
Zabudowa jednorodzinna z podziemnym systemem odwadniania dróg	105-135
Zabudowa miejska zwarta	175-270
Centra handlowe	245-410

Miejscowa retencja

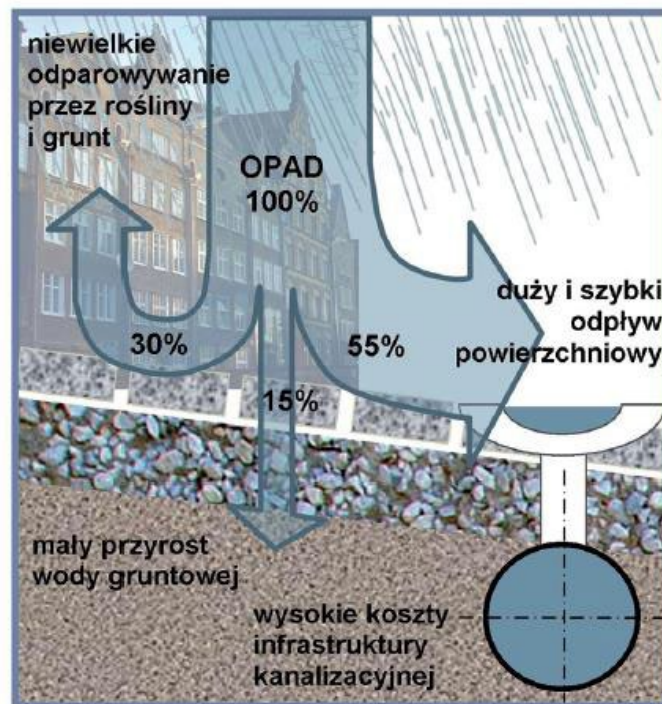
W kontekście zmian klimatu i występujących na skutek tych zmian ekstremalnych zjawisk pogodowych (takich jak wysokie temperatury, występujące naprzemiennie okresy długotrwałej suszy lub nawałnych opadów) oraz zjawiska miejskiej wyspy ciepła zalecane jest rozszczelnianie gruntu, ograniczanie ilości powierzchni nieprzepuszczalnych i tworzenie powierzchni biologicznie czynnych.

Tego typu koncepcja jest obecnie w różny sposób nazywana. Możemy się spotkać z bardzo sugestywnym określeniem „miasta gąbki”, retencji krajobrazowej, miejscowej retencji, zielonej retencji, rozproszonej retencji, powierzchniowej retencji, czy też małej retencji.

¹⁰ Łomotowski Janusz, Zagospodarowanie wód deszczowych w świetle najnowszych doświadczeń.



POWIERZCHNIA NIEUSZCZELNIONA



POWIERZCHNIA USZCZELNIONA

Wszystkie te określenia dotyczą takiego sposobu zagospodarowania wód opadowych, który polega na dążeniu do tego, żeby woda wsiąkała lokalnie, czyli w miejscu, gdzie opad występuje.

Taka praktyka powoduje, że część wody wsiąka, zasilając wody gruntowe, część odparowuje poprawiając mikroklimat miejski, część zostaje zagospodarowana przez rośliny w ich procesach życiowych. Tylko nadmiar wody, którego nie udało się w taki naturalny sposób zagospodarować, spływa do systemów kanalizacyjnych i odbiorników końcowych (jakimi są na przykład rzeki, czy jeziora).¹¹

Tak pomyślany system małej retencji, retencji krajobrazowej staje się uzupełnieniem dla rozwiązań technicznych: takich jak na przykład zbiorniki betonowe, zbiorniki z tworzywa, czy kanalizacja deszczowa. Rozwiązania techniczne są oczywiście bardzo potrzebne, ale uzupełniająca i odciążająca je retencja krajobrazowa przynosi wiele dodatkowych korzyści. Wśród tych korzyści możemy wymienić poprawę różnorodności biologicznej, powstawanie korzystnego mikroklimatu, zatrzymywanie wody na okres suszy i tworzenie atrakcyjnego krajobrazu miejskiego, czyli terenów zagospodarowanej zieleni miejskiej, którymi mogą się cieszyć wszystkie pokolenia mieszkańców.



Dzięki zastosowaniu takiego sposobu gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi można w większym stopniu uodpornić miasta na skutki zmian klimatu takie jak: zjawisko suszy, miejskiej wyspy ciepła, miejscowych zalań, czy podtopień i powodzi miejskich.

Przy takim sposobie myślenia, przy tworzeniu systemu retencji krajobrazowej, woda deszczowa i rozto-

¹¹ Januchta-Szostak A., 2012, Usługi ekosystemów wodnych w miastach. [W:] Bergier T., Kronenberg J. (red.), Zrównoważony rozwój - zastosowania - przyroda w mieście. Fundacja Sendzimira, Kraków.

pową staje się wartościowym, naturalnym zasobem, a nie tylko zagrożeniem, którego należy się jak najszybciej pozbyć.

W projekcie „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” przyjęto właśnie takie kompleksowe podejście do zagospodarowania przestrzeni miasta i uzyskano zwiększenie powierzchni retencyjnej poprzez zastosowanie zielono-niebieskiej infrastruktury i likwidację zasklepień lub uszczelnień gruntu.

Inne rozwiązania retencyjne

W niniejszym Poradniku „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu” opisano różnego typu rozwiązania z zakresu retencji krajobrazowej z wykorzystaniem zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie Piastowa.



Warto również przedstawić zakres prac zrealizowanych w ramach zadania „Renaturyzacja rowu w parku przy ul. Św. Stanisława Kostki w Piastowie”.

Renaturyzacja rowu w parku im. Marii Stypułkowskiej-Chojeckiej „Kam” przy ul. Św. Stanisława Kostki w Piastowie polegała na nasadzeniu roślin hydrofitowych, czyli takich, które oczyszczają wodę oraz dobrze znoszą okresy suszy i zalewania, a także na instalacji głazów narzutowych. Zastosowano w tym miejscu głazy narzutowe o parametrach 50-70 cm.

Dokładną definicję roślin hydrofitowych można znaleźć w niniejszym Poradniku, w części zatytułowanej „INNE ROZWIĄZANIA RETENCYJNE”.

Celem renaturyzacji rowu w parku przy ul. Św. Stanisława Kostki jest spowodowanie spowolnienia spływu powierzchniowego wody opadowej oraz zwiększenie różnorodności biologicznej na tym terenie.

Rów retencyjny służy do odprowadzenia wody w głąb gruntu. Dzieje się tak na skutek infiltracji, czyli rozsączania wody w gruncie dzięki przepuszczalności podłoża.

Tego typu rów retencyjny może odebrać znaczne ilości wód opadowych z dużych powierzchni uszczelnionych. Wyłożenie rowu głazami narzutowymi powoduje, że następuje spowolnienie spływu wody, co prowadzi do poprawienia efektywności odprowadzania wody w głąb gruntu, czyli infiltracji. A deszczówka wsiąkając zasila wody gruntowe.

Aby zwiększyć różnorodność biologiczną na terenie parku przy ul. Św. Stanisława Kostki w Piastowie w ramach renaturyzacji rowu nasadzono też rośliny hydrofitowe.

O stosowaniu roślin hydrofitowych pisaliśmy już w niniejszym Poradniku w rozdziale „SYSTEM MAŁEJ RETENCJI – OGRODY DESZCZOWE” (ponieważ są one często stosowane właśnie w ogrodach deszczowych).

W tym miejscu warto dodatkowo zapoznać się z definicją roślin hydrofitowych:

Hydrofity – rośliny stanowisk wodnych, całkowicie lub częściowo zanurzone w wodzie – najczęściej tworzą wówczas liście unoszące się na powierzchni wody. Mogą być zakorzenione w dnie lub pływające. Pełnią ważną rolę ekologiczną w zbiornikach i ciekach wodnych, usuwając dwutlenek węgla i produkując tlen oraz oczyszczając wodę poprzez pobieranie składników pokarmowych”.

W opracowaniu projektowym dotyczącym „Renaturyzacji rowu w parku przy ul. Św. Stanisława Kostki w Piastowie” zaplanowano do nasadzenia takie rośliny jak: *Iris pseudo-corus*, *Iris sibirica*, *Persicaria bistorta* ‘Superba’, *Geranium palustre*, *Eupatorium purpureum*, czy *Rudbeckia* ‘Goldstrum’.

Rowy retencyjne, to rozwiązania w zakresie małej retencji, które stanowią ważny element błękitno-zielonej infrastruktury na terenie miasta. W kontekście zmian klimatu i konieczności adaptacji miasta do zmian klimatu pozwalają uzyskać liczne korzyści. Warto wymienić takie korzyści jak: gromadzenie wody do wykorzystania w okresach suszy, spowalnianie spływu wody opadowej, zmniejszenie ryzyka podtopień, infiltrowanie wody i oczyszczanie jej z zanieczyszczeń.

Takie miejsca jak rowy infiltracyjne służą też łagodzeniu mikroklimatu. To przestrzenie, które nie nagrzewają się tak jak powierzchnie betonowe. Rowy infiltracyjne zatrzymują okresowo wody opadowe, następuje więc parowanie, co powoduje, że odczuwanie upału w czasie wysokich temperatur jest tam mniejsze. Pomagają też redukować zjawisko miejskiej wyspy ciepła.

Rowy infiltracyjne stanowią jedno z modelowych rozwiązań zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi w obszarach zabudowanych i element systemu małej retencji.

Zlokalizowanie rowu infiltracyjnego w często odwiedzanym przez mieszkańców Piastowa miejscu, jakim jest park przy ul. Św. Stanisława Kostki, spowoduje również, że stanie się on elementem edukacji w jaki sposób można adaptować miasto do zmian klimatu poprzez stosowanie na jego terenie zielono-niebieskiej infrastruktury.



Korzyści wynikające z rozwiązań polegających na stosowaniu małej retencji (retencji krajobrazowej) zostały bardziej szczegółowo opisane w rozdziałach „SYSTEM MAŁEJ RETENCJI – OGRODY DESZCZOWE” oraz „SYSTEM MAŁEJ RETENCJI – LIKWIDACJA ZASKLEPIEŃ GRUNTU” niniejszego Poradnika „Zielono-niebieska infrastruktura w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu”.

System zapobiegający marnotrawieniu żywności

Utworzenie systemu zapobiegającego marnotrawieniu żywności nastąpiło w ramach realizacji zadania „Wprowadzenie systemu zapobiegającego marnotrawieniu żywności w mieście. Utworzenie farm owocowo-warzywnych na terenie Szkoły Podstawowej nr 2, Szkoły Podstawowej nr 3 oraz Szkoły Podstawowej nr 4 w Piastowie. A także Zagospodarowanie terenu przy Filii Świetlicy Środowiskowo Integracyjnej przy ul. Sułkowskiego”.

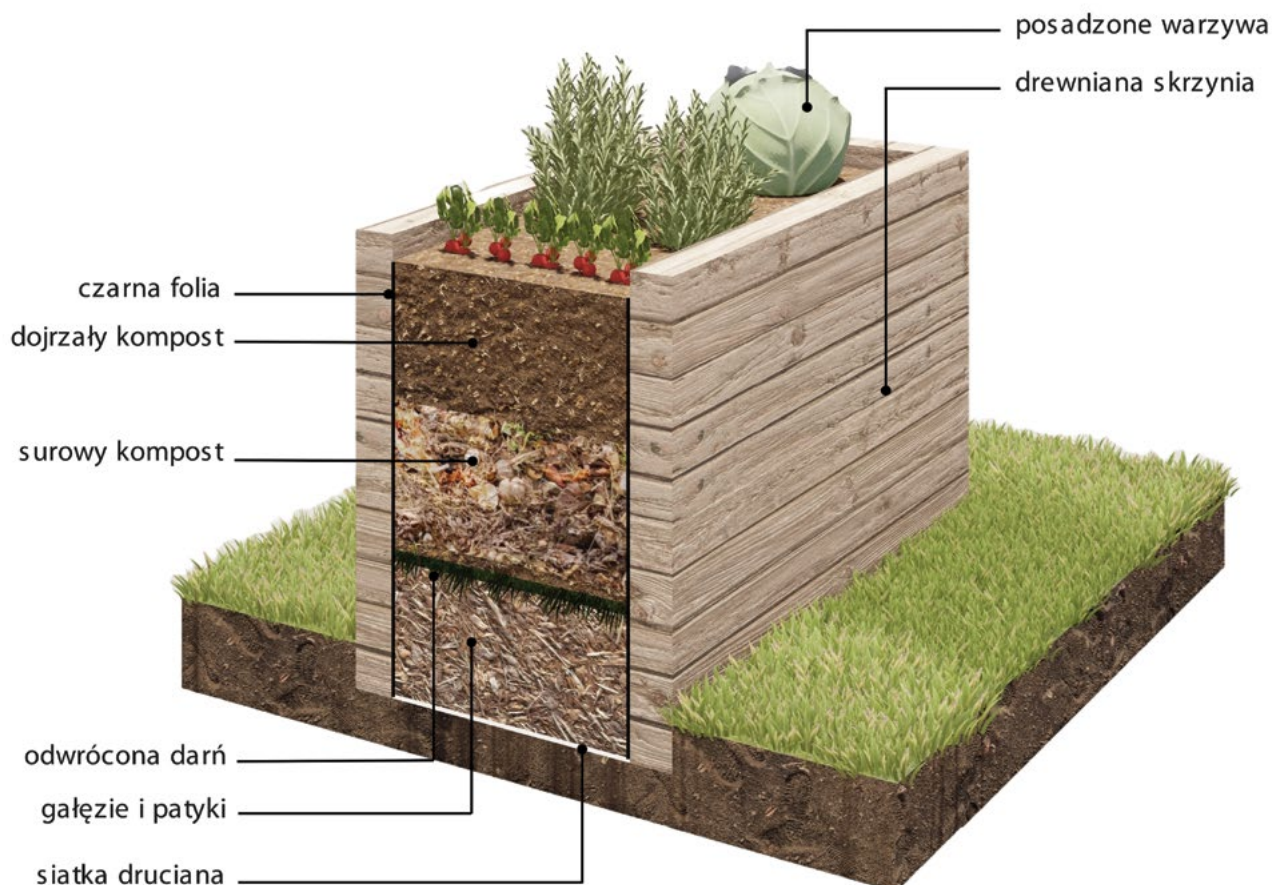
Dlaczego należy przeciwdziałać marnowaniu żywności?

Szacuje się, że w skali globalnej system żywnościowy odpowiada za około jedną trzecią światowych emisji gazów cieplarnianych. Dzieje się tak ze względu na wysoki stopień wykorzystania paliw kopalnych i ich produktów takich jak syntetyczne nawozy azotowe. Nakłady te są jednak w znacznym stopniu marnotrawione.

Jak podaje Parlament Europejski, ilość generowanych w Unii Europejskiej odpadów żywnościowych osiąga 60 mln ton rocznie, co w przeliczeniu na jednego mieszkańca wynosi 131 kg rocznie.

Co tracimy wyrzucając żywność?

Zastanówmy się, co tracimy wyrzucając żywność. Przede wszystkim, jeśli będziemy zapobiegać marnotrawieniu żywności, czyli nie będziemy kupować zbyt dużych ilości i w efekcie tego wyrzucać jej nadmiaru, to przyczynimy się do wzrostu bezpieczeństwa żywnościowego. Będziemy też oczywiście oszczędzać nasze własne środki finansowe.



Ale warto też pamiętać o tym, że wyrzucając żywność marnujemy całą energię i zasoby zużyte do wytworzenia tej żywności. Powodujemy więc zwiększenie emisji gazów cieplarnianych i marnujemy to, ponieważ a nie mamy z tego powodu żadnych korzyści żywnościowych.

Jak możemy przeczytać na portalu teraz-srodowisko.pl w artykule zatytułowanym „Niemarnowanie żywności: KE zaostrza kurs i proponuje przegląd dyrektywy odpadowej”:

Komisja Europejska przywołuje liczby dla 2019 r. Wygenerowanie 58,5 Mt odpadów żywnościowych spowodowało emisję 252 Mt eqCO₂ (16% całych emisji z sektora żywnościowego). Odpowiadało też stracie 342 mld m³ wody (12% całego zużycia wody podczas produkcji i konsumpcji żywności).

Do tego dochodzą konsekwencje ekonomiczne. 132 mld euro – to wartość rynkowa, na którą oszacowano wspomnianych 58,5 Mt odpadów żywnościowych. Włączono w to utratę zasobów przez przedsiębiorstwa z sektora żywnościowego na każdym etapie łańcucha dostaw, ale także środki niepotrzebnie wydatkowane przez gospodarstwa domowe. 9,3 mld euro – to z kolei koszty zbiórki i zagospodarowania takiej ilości odpadów żywnościowych. Większość odpadów żywnościowych powstaje w gospodarstwach domowych¹².

Farmy miejsce - ochrona klimatu poprzez skrócenie łańcuchów dostaw

Na terenie miejskich farm można produkować warzywa, zioła i owoce. Dzięki temu wytwarza się żywność na miejscu, blisko konsumentów. Skraca się droga od miejsca produkcji do stołu konsumenta, czyli ulegają skróceniu łańcuchy dostaw. Nie trzeba tej żywności transportować na duże odległości.

Łańcuch dostaw w w kontekście produkcji spożywczej to inaczej suma wszystkich odcinków drogi, jaką żywność musi przebyć zanim „z pola” trafi na talerz konsumenta.

Lokalna uprawa warzyw, ziół i owoców na terenach miast prowadzi do skrócenia łańcuchów dostaw (ograniczenie transportu na duże odległości), dzięki czemu możliwe jest ograniczenie lub nawet wyeliminowanie stosowania substancji konserwujących, które używane są dla zabezpieczenia owoców i warzyw w czasie transportu i przechowywania.

Skrócenie łańcuchów dostaw oznacza więc mniejszą emisję gazów cieplarnianych powstających w czasie transportu, czyli ochronę klimatu przed dalszymi zmianami (a to są właśnie działania mitygacyjne).

Gospodarka obiegu zamkniętego na farmie miejskiej, czyli kompostownik jako ekologiczny sposób na wykorzystanie odpadów

Farmy miejskie są też bardzo dobrym przykładem Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ). Kompostuje się na nich większość odpadów, a wodę deszczową można zbierać i wykorzystywać do podlewania roślin.

Racjonalne wykorzystanie wody opadowej stanowi przykład działań, które pomagają adaptować się miastom do zmian klimatu.

Łatwo też na takim przykładzie zobaczyć i zrozumieć, w jaki sposób odpady mogą się stać cennym zasobem i wrócić do obiegu w gospodarce.



WSKAZANE DO KOMPOSTOWANIA:

owoce i warzywa, obierki, skórki, ogryzki, rozdrobnione skorupki jaj, orzechów, fusy po kawie i herbacie, resztki roślin ogrodowych, skoszona trawa, chwasty bez zawiązanych nasion, ziemia z doniczek i skrzynek, pocięte gałęzie drzew i krzewów, trociny, kora drzew, kawałki naturalnego drewna.



ZABRONIONE DO KOMPOSTOWANIA:

owoce, warzywa i inne rośliny z objawami chorób, chwasty z zawiązanym lub dojrzałymi nasionami, nierozdrobnione gałęzie, nabiał, mięso i kości, odchody, popiół po spaleniu węgla kamiennego, malowane i impregnowane drewno, solone i tłuste odpady kuchenne, zawartości worków od odkurzacza, gruz oraz pozostałości poremontowe, materiały higieniczne, niedopałków papierosów.

Kompostownik to specjalnie wydzielone na terenie ogrodu, czy farmy miejskiej miejsce, w którym składuje się biologiczne odpady. Mogą to być odpady, które zostają ze skoszenia trawy, czy prac pielęgnacyjnych prowadzonych na terenie ogrodu, ale także roślinne resztki żywnościowe, takie jak obierki po warzywach, resztki owoców, czy skorupki od jajek.

W kompostowniku pod wpływem działalności bakterii, grzybów i drobnych organizmów zachodzi proces rozkładu. W ten sposób powstaje organiczny nawóz, który możemy wykorzystać na farmie miejskiej lub do uprawy domowych roślin doniczkowych. Dzięki kompostowaniu możemy zmniejszyć ilość produkowanych odpadów, a także ograniczyć ślad węglowy związany z ich wywozem na terenie miasta (transport odpadów).

Z rozkładu organicznych resztek powstaje naturalny nawóz, czyli substancja bogata w składniki odżywcze i mineralne, które zapewniają prawidłowy wzrost roślin. Nawożenie kompostem przywraca biologiczną równowagę glebie, poprawia jej strukturę, spulchnia i stanowi dobre środowisko dla pożytecznych mikroorganizmów. Zakładając kompostowniki ograniczamy konieczność produkcji nawozów sztucznych i wspieramy tak potrzebną w miastach różnorodność biologiczną.

Farmy miejskie integrują oraz uczą jak produkować i szanować żywność

Bardzo ważną zaletą tworzenia przy szkołach znajdujących się na terenie miast ogrodów oraz uprawa na ich terenie warzyw, ziół i owoców jest pozytywny wpływ na rozwój dzieci, a także możliwość prowadzenia w sposób praktyczny edukacji ekologicznej.

Farmy miejskie pozwalają między innymi na prowadzenie wśród najmłodszych w bardzo naturalny i efektywny sposób działań edukacyjnych związanych z ekologią. Dzieci podczas pobytu na takim terenie mają możliwość przebywania blisko natury i poprzez zabawę nauczenia się czegoś o przyrodzie i o tym, w jaki sposób można zrewitalizować miejską przestrzeń, tworząc w niej enklawę zieleni.

Miejskie farmy mają też rolę społeczną i terapeutyczną. Przebywanie i praca w ogrodzie dobrze działają na poprawę samopoczucia, wzmacniają poczucie własnej wartości (każdy może wnieść od siebie coś wartościowego, zmienić otoczenie i krajobraz, obserwować przyrodę i efekty swojej pracy), dostarczają też wielu wrażeń oraz uczą wytrwałej pracy, odpowiedzialności i troski o otoczenie. Uczą też jak produkować, a przy tym sza-

nować żywność (szanować efekty własnej pracy).

Miejskie farmy są też przedsięwzięciami społecznymi. Angażują lokalną społeczność do wspólnych działań. Integrują współpracujących ze sobą ludzi, tworząc międzypokoleniowe więzi. Budują też ciągłość ekologiczną miasta będąc elementem zielonych korytarzy miejskich.

Podsumowanie

Celem głównym projektu pod nazwą „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa” jest zwiększenie odporności miasta Piastów na negatywne zjawiska wynikające ze zmian klimatu oraz adaptacja do tych zmian, podniesienie świadomości społeczeństwa na temat zmian klimatu, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych poprzez realizację inwestycji w zakresie zielono-niebieskiej infrastruktury.

Poprzez nasadzenia roślin zwiększyła się ilość terenów zieleni, które pochłaniają szkodliwe pyły, dzięki czemu następuje poprawa jakości powietrza w mieście.

W ramach projektu zrealizowano takie działania mitygacyjne i adaptacyjne oraz wybrane zostały takie metody, których zaadoptowanie w przestrzeni miejskiej przyniesie najwięcej korzyści dla miasta.

Literatura:

Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci w Łodzi, dr Kinga Krauze, Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Kraków 13.09.2017.

Katalog dobrych praktyk cz. II, Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na obszarze zabudowanym, Wrocław 2021

Typy działań i inwestycji poprawiających gospodarkę wodną w miastach, dr hab. inż. Tomasz Bergier, Fundacja Sendzimira, Kraków 13.09.2017.

Walawender J.P., Wpływ dachów zielonych na warunki klimatyczne w mieście, serwis internetowy ZielonaInfrastruktura.pl.

Gajewska M., Rayss J., Szpakowski W., Wojciechowska E., Wróblewska D. „System powierzchniowej retencji miejskiej w adaptacji miast do zmian klimatu – od wizji do wdrożenia”, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2019.

Podręcznik adaptacji dla miast, wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu, Ministerstwo Środowiska, 2015.

Burszta-Adamiak E., Zielone dachy jako element zrównoważonych systemów odwadniających na terenach zurbanizowanych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 2015.
<http://adaptcity.pl/>, dostęp 2.02.24

44mpa.pl, dostęp 2.02.24 Wolańska K., Zielona infrastruktura w strategii Komisji Europejskiej, serwis internetowy www.zielonainfrastruktura.pl.

Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów i żyjących ścian. Poradnik dla gmin, Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cites”, Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” i Uniwersytet Nauk Stosowanych w Zurychu, 2013.

Zielone dachy w klimacie europejskim. Czy to skuteczne rozwiązania dla oszczędności energii w klimatyzacji? Fabrizio Ascione, Nicola Bianco, Filippo de' Rossi, Gianluca Turni, Giuseppe Peter Vanoli Energia stosowana 104 (2013)

Zrównoważone gospodarowanie wodą – wywiad z dr hab. inż. Ewą Bursztą-Adamiak z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, ZielonaInfrastruktura.pl

M.Weber-Siwirska, D.Skarżyński, E.Walter, K.Wróblewska, Klasyfikacja roślinnych ścian z uwzględnieniem polskich tradycji językowych, Architektura Krajobrazu, 3/2017

J.Rubaszek, Zielone dachy jako narzędzie mitygacji i adaptacji do zmian klimatu, konferencja „Zielono-niebieska infrastruktura jako narzędzie miast do zapobiegania oraz walki z niekorzystnymi zmianami klimatu”, 26.05.2022, Piastów

Minke G. 2009. Techos Verdes. Editorial Fin del Siglo. Hiszpania, 1-86

Velazquez L. 2005. Reducing Urban Heat Islands, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Green Roofs – Draft. USA. 1-26.

Ewa Burszta-Adamiak, „Retencjonowanie wód opadowych poprzez rozwiązania z zakresu zielono-niebieskiej infrastruktury” konferencja „Zielono-niebieska infrastruktura jako narzędzie miast do zapobiegania oraz walki z niekorzystnymi zmianami klimatu”, 26.05.2022, Piastów

<https://www.ztm.waw.pl/informacje-prasowe/2024/02/12/jeszcze-wiecej-zielonych-wiat-przystankowych/>, dostęp 13.02.2024

Łomotowski Janusz, Zagospodarowanie wód deszczowych w świetle najnowszych doświadczeń.

„Niemarnowanie żywności: KE zaostrza kurs i proponuje przegląd dyrektywy odpadowej”, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosc/niemarnowanie-zywnosci-przeglad-dyrektywy-odpadowej-13657.html>, dostęp 13.02.24

Januchta-Szostak A., 2012, Usługi ekosystemów wodnych w miastach. [W:] Bergier T., Kronenberg J. (red.), Zrównoważony rozwój - zastosowania - przyroda w mieście. Fundacja Sendzimira, Kraków.

O autorach

Katarzyna Wolańska

Publicystka specjalizująca się w tematyce zielono-niebieskiej infrastruktury. Członek Zarządu w Polskim Stowarzyszeniu „Dachy Zielone”. Od 2013 roku prowadzi autorski portal tematyczny ZielonaInfrastruktura.pl. Publikuje też artykuły w licznych mediach branżowych. Brała udział w opracowywaniu koncepcji projektu „Utworzenie zielono-niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Piastowa”, pisaniu wniosku aplikacyjnego oraz realizacji działań edukacyjno-informacyjnych. Pasjonatka tematyki dachów zielonych i zielono-niebieskiej infrastruktury jako narzędzi wykorzystywanych w procesach adaptacji miast do zmian klimatu i ochrony klimatu przed dalszymi zmianami.



David Vernon Brasfield

Prezes zarządu Norweskiego Stowarzyszenia Dachów Zielonych (NFGI). Architekt i inżynier budowlany. Obecnie zajmuje się planowaniem odporności na zmiany klimatu i inwentaryzacją klimatu w krajowym sektorze opieki zdrowotnej w Norwegii.

