ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE I DZIAŁANIA NA RZECZ KLIMATU W ARCHITEKTURZE KRAJOBRAZU












ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE I DZIAŁANIA NA RZECZ KLIMATU W ARCHITEKTURZE KRAJOBRAZU

Redaktor naukowy:

Axel Schwerk

Wydawnictwo SGGW
Warszawa 2026

Recenzenci:
dr Radomir Jaskuła, Uniwersytet Łódzki, Polska
dr Krzysztof Klimaszewski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska

Autorzy:
Vera Dian Damayanti – IPB University, Indonezja (rozdział 11.1)
Izabela Dymitryszyn – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – SGGW w Warszawie, Polska (rozdziały: 4, 7, 10.4, 10.5)
Chenxin Feng – Agricultural University of Iceland, Islandia (rozdział 10.2)
Agata Jojczyk – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – SGGW w Warszawie, Polska (rozdziały: 7, 8, 10.4, 10.5)
Ivan Juarez – Agricultural University of Iceland, Islandia (rozdział 10.2)
Rinda Kustina – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – SGGW w Warszawie, Polska (rozdziały: 2, 5)
Gabriela Maksymiuk – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – SGGW w Warszawie, Polska (rozdział 10.3)
Prita Indah Pratiwi – IPB University, Indonezja (rozdział 11.2)
Sólveig Sanchez – Agricultural University of Iceland, Islandia (rozdział 10.2)
Axel Schwerk – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – SGGW w Warszawie, Polska (redaktor naukowy, rozdziały: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10.1, 12)
Daniele Stefàno – Agricultural University of Iceland, Islandia (rozdział 10.2)

CC BY 4.0
Materiał jest udostępniony na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa CC BY 4.0
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Materiał opracowany w związku z realizacją projektu „Polsko-indonezyjskie podwójne studia magisterskie z architektury krajobrazu. »Architektura krajobrazu w warunkach planetarnych zmian klimatu«" nr NAWA BPI/KAT/2024/1/00007.

ISBN: 978-83-8237-315-8

Wydawnictwo SGGW
ul. Nowoursynowska 161, 02-787 Warszawa
tel. 22 593 55 23 (-27 – sprzedaż)
e-mail: wydawnictwo@sggw.edu.pl
www.wydawnictwo.sggw.edu.pl

Wydawnictwo SGGW
Wydawnictwosggw

SPIS TREŚCI

Część A: teoretyczna

1. Wprowadzenie **5**
1.1. Problemy klimatyczne 5
1.2. Rozwiązania oparte na naturze jako narzędzia rozwiązywania problemów klimatycznych 6
1.3. Rola architektury krajobrazu 7

2. Definicja rozwiązań opartych na naturze **11**
2.1. Definicje rozwiązań opartych na naturze 11
2.2. Rozwiązania oparte na naturze a inżynieria ekologiczna 13
2.3. Rodzaje rozwiązań opartych na naturze 14

3. Aktualne problemy klimatyczne **19**
3.1. Podsumowanie obserwowanych zmian klimatu i ich konsekwencji 19
3.2. Wpływ zmian klimatu na ekosystemy i gatunki 20
3.3. Wpływ zmian klimatu na ludzi (problemy społeczno-gospodarcze) 22

4. Międzynarodowe inicjatywy i konwencje **26**
4.1. Europejski Zielony Ład 26
4.2. Cele zrównoważonego rozwoju ONZ 27
4.3. Konwencja o różnorodności biologicznej 29
4.4. Konwencja w sprawie zmian klimatu 30
4.5. Europejska konwencja krajobrazowa 31

5. Łagodzenie problemów klimatycznych dzięki rozwiązaniom opartym na naturze **35**
5.1. Rola natury w łagodzeniu zmian klimatu 35
5.2. Wdrażanie rozwiązań opartych na naturze w celu łagodzenia zmian klimatu 37

6. Rozwiązania oparte na naturze i zrównoważony rozwój **41**
6.1. Idea i teoria zrównoważonego rozwoju 41
6.2. W jaki sposób rozwiązania oparte na naturze mogą się przyczynić do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju 42
6.3. Kwestia kompromisów 45

7. Rozwiązania oparte na naturze i architektura krajobrazu 48
7.1. Definicja krajobrazu 48
7.2. Definicje i cele architektury krajobrazu 49
7.3. Związki architektury krajobrazu i koncepcji nature-based solutions 51
7.4. W jaki sposób architektura krajobrazu przyczynia się do rozwoju i wdrażania rozwiązań opartych na naturze 52

Część B: praktyczna

8. Proces wdrażania rozwiązań opartych na naturze 56
8.1. Etapy wdrażania rozwiązań opartych na naturze 56
8.2. Możliwe pułapki i problemy 58
8.3. Studia przypadków 59

9. Monitorowanie skuteczności rozwiązań opartych na naturze 68
9.1. Metody monitorowania rozwiązań opartych na naturze 68
9.2. Przeszkody w monitorowaniu 69
9.3. Zagadnienia przestrzenne i czasowe 70

10. Rozwiązania oparte na naturze – studia przypadków z Polski i Islandii 73
10.1. Restytucja lasu liściastego – Nadleśnictwo Tuczno 3
10.2. Odnowa brzegów rzek – rzeka Andakilsa 81
10.3. Współczesna ekologiczna zabudowa mieszkaniowa – Osiedle Beauforta 82
10.4. Ekologiczny korytarz typu stepping stone łączący parki miejskie – Pole Mokotowskie i Łazienki Królewskie 88
10.5. Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy 98

11. Rozwiązania oparte na naturze – studia przypadków z Indonezji i Tajlandii 107
11.1. Zwiększanie odporności miast: ekopark Tebet 107
11.2. Zwiększanie odporności miast: park leśny Benchakitti 115

12. Uwagi końcowe 127

13. Zalecana lektura 129

1. WPROWADZENIE

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale zawarto podstawowe informacje dotyczące problemów klimatycznych, rozwiązań opartych na naturze oraz roli architektury krajobrazu. Omówiono także wstępnie treść niniejszego podręcznika i powody, dla których warto go przeczytać.

Czego się dowiesz:
- Jakie są obecnie najważniejsze problemy klimatyczne.
- Podstawowe informacje na temat tego, w jaki sposób rozwiązania oparte na naturze mogą pomóc w rozwiązywaniu problemów klimatycznych.
- Podstawowe informacje dotyczące roli architektury krajobrazu we wdrażaniu rozwiązań opartych na naturze.

Aby zapoznać się z tematyką podręcznika, należy mieć podstawową wiedzę na temat aktualnych problemów klimatycznych, znaczenia rozwiązań opartych na naturze dla rozwiązywania tych problemów oraz roli architektury krajobrazu w tym kontekście.

1.1. PROBLEMY KLIMATYCZNE

W raporcie podsumowującym opublikowanym przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC, 2023) wymieniono następujące obserwowane obecnie zmiany klimatu i ich skutki:
- W wyniku działalności człowieka wzrosła temperatura atmosfery, oceanów i lądów. Podniósł się także średni poziom mórz na świecie.
- W rezultacie warunki życia ok. 3,3–3,6 mld ludzi stały się bardzo podatne na skutki zmian klimatu.
- Zmiany klimatu spowodowały znaczne szkody i nieodwracalne straty w wielu rodzajach ekosystemów.
- Zmiany klimatu mają negatywny wpływ na bezpieczeństwo żywnościowe i wodne.
- W regionach, w których coraz częściej występują ekstremalne upały, pogarsza się stan zdrowia ludzi i wzrasta śmiertelność.

- Negatywne skutki zmian klimatu i związane z nimi straty rozkładają się nierównomiernie między sektorami i regionami narażonymi na wpływ klimatu.
- Obserwowane zmiany klimatu mają negatywny wpływ m.in. na stan zdrowia ludzi, również na obszarach miejskich.

Z powyższej listy wynika, że negatywny wpływ zmian klimatu jest złożoną kwestią, obejmującą wiele powiązanych ze sobą aspektów. Kluczowym jest bardzo duży negatywny wpływ na różnorodność biologiczną. W raporcie Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) zmiany klimatu uznano za jeden z głównych czynników mających bezpośredni wpływ na różnorodność biologiczną oraz za jeden z dwóch czynników (obok nadmiernego obciążenia składnikami odżywczymi), których skutki będą stawały się w pierwszej połowie XXI wieku coraz poważniejsze. Różnorodność biologiczna „obejmuje różnorodność w obrębie gatunków, między gatunkami oraz ekosystemów" (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2005), jest zatem czymś więcej niż tylko gatunkami i ich cechami genetycznymi – ekosystemy, których gatunki są częścią, również należy uznać za ważny element ogólnie pojmowanej różnorodności biologicznej. Ekosystemy i świadczone przez nie usługi oraz dobrobyt społeczeństw są ze sobą powiązane na wiele sposobów (MEA, 2005). W związku z tym ogromny wpływ zmian klimatu na ekosystemy może mieć drastyczne konsekwencje dla jakości życia ludzi. Z drugiej strony, jak przekonamy się w dalszej części podręcznika, w ekosystemach i usługach ekosystemowych można upatrywać szansy oraz modelu przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatu.

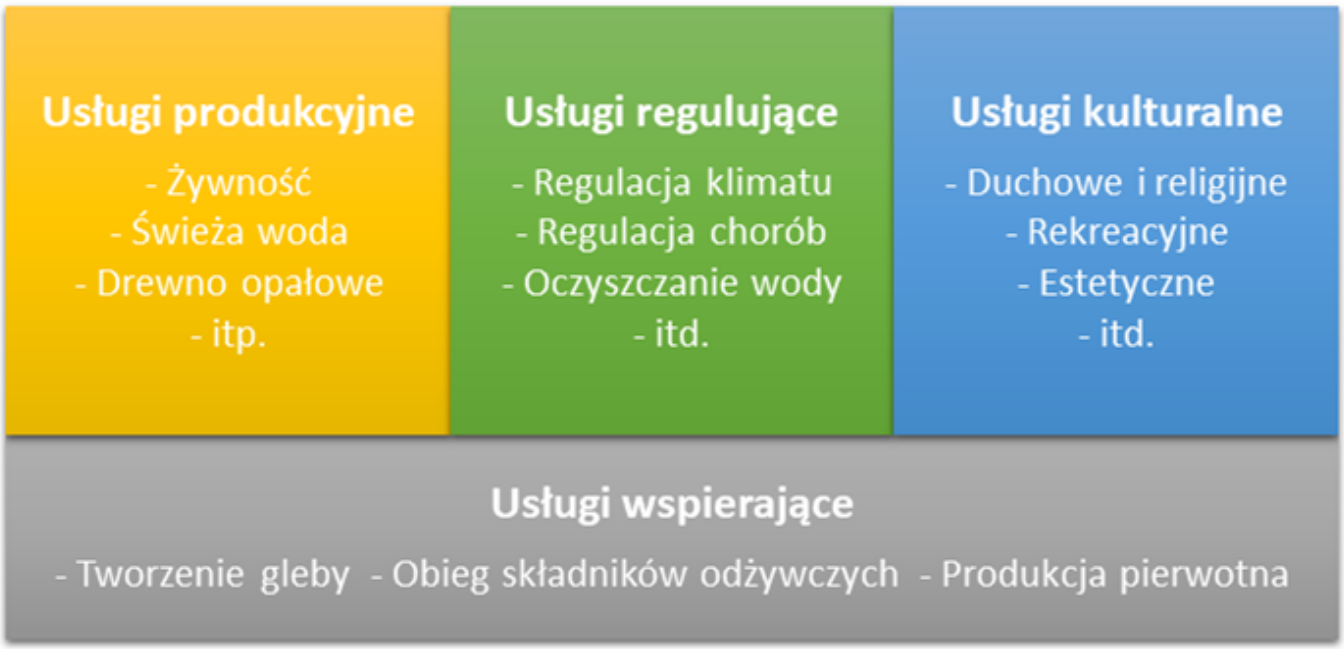
1.2. ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE JAKO NARZĘDZIA ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW KLIMATYCZNYCH

Istnieje pilna potrzeba znalezienia rozwiązań, które pozwolą rozwiązywać wymienione powyżej problemy wynikające ze zmian klimatu. Społeczeństwa stojące przed tego typu wyzwaniami mają różne możliwości działania. Według Eggermont i in. (2015) można wyróżnić dwa podejścia: pierwsze z nich koncentruje się na strategiach technologicznych, natomiast drugie uwzględnia dynamiczny charakter złożonych systemów społeczno-ekologicznych. W tym drugim kontekście proponuje się wykorzystanie tzw. rozwiązań opartych na naturze, uwzględniających zarówno środowisko, jak i społeczeństwo. Podejście to można podsumować następująco: „opierając się na tradycyjnych strategiach ochrony i zarządzania różnorodnością biologiczną oraz uzupełniając je, rozwiązania oparte na naturze integrują naukę, politykę i praktykę oraz tworzą korzyści dla różnorodności biologicznej w postaci zróżnicowanych, dobrze zarządzanych ekosystemów" (Eggermont i in., 2015, s. 243).

Jednym z rozwiązań może być zastosowanie usług ekosystemowych, ponieważ są one ukierunkowane na wykorzystanie potencjału zasobów naturalnych, takich jak ekosystemy, w celu poprawy sytuacji ludzi. Usługi ekosystemowe można podzielić na cztery kategorie (MEA, 2005):

1. usługi wspierające – niezbędne do wytworzenia wszystkich pozostałych usług ekosystemowych,
2. usługi produkcyjne – produkty pozyskiwane z ekosystemów,
3. usługi regulacyjne – korzyści uzyskiwane dzięki regulacji procesów ekosystemowych,
4. usługi kulturalne – niematerialne korzyści, które ludzie czerpią z ekosystemów.

Jak pokazano na rysunku 1.1, wśród usług regulacyjnych znaleźć można także „regulację klimatu". Ekosystemy wpływają na klimat zarówno lokalnie, jak i globalnie. Jedną z możliwości jest wykorzystanie ekosystemów do obniżania temperatury lub sekwestracji dwutlenku węgla.



Rysunek 1.1. Różne kategorie usług ekosystemowych wraz z przykładami (na podstawie MEA, 2005)

1.3. ROLA ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

Ze względu na swój wpływ na ekosystemy i krajobrazy architektura krajobrazu jest bezpośrednio powiązana z rozwiązaniami opartymi na naturze. Architekci krajobrazu mogą m.in. pomagać w projektowaniu i planowaniu oraz promowaniu rozwiązań opartych na naturze, a także zintegrowanego podejścia do natury i kultury (Gkoltsiou, 2022). Architektura krajobrazu odgrywa szczególnie ważną rolę w kontekście rozwiązywania problemów klimatycznych, np. w łagodzeniu efektu miejskich wysp ciepła lub uczestniczeniu w oczyszczaniu powietrza poprzez tworzenie projektów ukierunkowanych na te cele (Seok i in., 2025).

Dobrze opracowane projekty architektury krajobrazu mogą zasadniczo pełnić funkcję rozwiązań opartych na naturze. W związku z tym architektura krajobrazu jest również ważnym narzędziem realizacji celów zrównoważonego rozwoju, tj. przynoszenia korzyści dla rozwoju środowiskowego, gospodarczego i społecznego danego obszaru lub regionu, oraz przyczynia się do realizacji 17 celów zrównoważonego rozwoju ONZ (patrz rozdział 6. „Rozwiązania oparte na naturze i zrównoważony rozwój").

Można podsumować, że aktualne problemy klimatyczne są poważne i wielorakie, a rozwiązania oparte na naturze umożliwiają ich rozwiązywanie. Projekty architektury krajobrazu mogą wykorzystywać potencjał ekosystemów w krajobrazie do projektowania rozwiązań opartych na naturze i wspierania zrównoważonego rozwoju. W niniejszym podręczniku szczegółowo omówiono ten złożony temat, zarówno na szerokim tle teoretycznym, jak i w części praktycznej, gdzie opisano różne aspekty wdrażania rozwiązań opartych na naturze na przykładzie projektów architektury krajobrazu oraz studiów przypadków z Europy i Azji Południowo-Wschodniej.

Projekty architektury krajobrazu mogą wykorzystywać potencjał ekosystemów w krajobrazie do projektowania rozwiązań opartych na naturze i wspierania zrównoważonego rozwoju.

Pytania sprawdzające:
1. Które problemy klimatyczne są obecnie najważniejsze?
2. Jakie są kategorie usług ekosystemowych?
3. Dlaczego projekty architektury krajobrazu mogą pełnić funkcję rozwiązań opartych na naturze?

Bibliografia

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuer, K., Smith, M., Van Ham, C., Weisser, W. W., & Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New influence for environmental management and research in Europe. *GAIA*, *24*(4), 243–248. https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9

Gkoltsiou, K. (2022). *Reconnecting with nature: Landscape Architecture and Nature based solutions*. Presentation on Network Nature Annual Conference:

Upscaling nature-based solutions in policy and practice. https://www.iflaeurope.eu/assets/docs/Reconnecting_with_Nature-IFLA_Europe_President_Katerina_Gkoltsiou.pdf [dostęp: 2.03.2026].

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). Summary for Policymakers. In IPCC core writing team, H. Lee & J. Romero (Eds.), *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1–34). IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.

Mitsch, W. J., & Jørgensen, S. E. (2003). Ecological engineering: A field whose time has come. *Ecological Engineering*, *2*0(5), 363–377. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.05.001

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2005). *Handbook of the Convention on Biological Diversity: including its Cartagena Protocol on Biosafety* (3rd ed.). https://digitallibrary.un.org/record/763274/files/cbd-hb-all-en.pdf [dostęp: 2.03.2026].

Seok, Y., Song, K., Chon, J., & Choi, Y. E. (2025). From Landscape Architecture to Nature-Based Solutions: A Strategic Approach to Fine Dust Mitigation in Urban School Forests. *Land*, *14*, 281. https://doi.org/10.3390/land14020281

CZĘŚĆ A:
TEORETYCZNA

2. DEFINICJA ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale przedstawiono powszechnie przyjęte definicje rozwiązań opartych na naturze oraz kryteria ich stosowania. Opisano podstawowe rodzaje tych rozwiązań wraz z krótkimi przykładami.

Czego się dowiesz:
- Definicja rozwiązań opartych na naturze.
- Kryteria stosowania rozwiązań opartych na naturze.
- Różnica między „rozwiązaniami opartymi na naturze" a „inżynierią ekologiczną".
- Rodzaje rozwiązań opartych na naturze wraz z przykładami.

2.1. DEFINICJE ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

Rozwiązania oparte na naturze (nature-based solutions, NbS) są różnie definiowane. Najczęściej przytaczane są definicje Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (International Union for Conservation of Nature, IUCN), tj. „Działania mające na celu ochronę, zrównoważone zarządzanie i odbudowę naturalnych lub zmodyfikowanych ekosystemów, które skutecznie i adaptacyjnie odpowiadają na wyzwania społeczne, zapewniając jednocześnie dobrobyt ludzi i korzyści dla różnorodności biologicznej" (Cohen-Shacham i in., 2016, s. 2) oraz Komisji Europejskiej: „Rozwiązania inspirowane i wspierane przez naturę, które są opłacalne, zapewniają jednocześnie korzyści środowiskowe, społeczne i gospodarcze oraz pomagają budować odporność. Rozwiązania takie wprowadzają więcej i bardziej zróżnicowanych elementów i procesów natury do miast, krajobrazów lądowych i morskich poprzez dostosowane do lokalnych warunków, zasobooszczędne i systemowe interwencje" (European Comission, b.d.). Definicja IUCN została przyjęta z niewielkimi zmianami i przedstawiona jako wielostronnie uzgodniona przez Zgromadzenie Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska (UNEA) w następującym brzmieniu: „rozwiązania oparte na naturze to działania mające na celu ochronę, zachowanie, przywrócenie, zrównoważone wykorzystanie i zarządzanie naturalnymi lub zmodyfikowanymi ekosystemami lądowymi, słodkowodnymi, przybrzeżnymi i morskimi, które

skutecznie i adaptacyjnie odpowiadają na wyzwania społeczne, gospodarcze i środowiskowe, zapewniając jednocześnie dobrobyt ludzkości, usługi ekosystemowe, odporność i korzyści dla różnorodności biologicznej" (UNEP, 2022).

Definicja Komisji Europejskiej wyraźnie wskazuje, że rozwiązania te bazują na zasadach ekologicznych. Jednak IUCN podkreśla, że „rozwiązania oparte na naturze (NbS) wykorzystują ekosystemy i usługi, które one świadczą" (Cohen-Shacham i in., 2016, s. 2). Ponieważ usługi ekosystemowe można rozumieć jako funkcje ekosystemów, które przynoszą korzyści ludziom (Kremen, 2005), możemy tu również dostrzec związek z naturalnymi procesami zachodzącymi w ekosystemach. Eggermont i in. (2015, s. 243) podkreślają, że „opierając się na tradycyjnych strategiach ochrony i zarządzania różnorodnością biologiczną oraz uzupełniając je, NbS integruje naukę, politykę i praktykę oraz tworzy korzyści dla różnorodności biologicznej w postaci zróżnicowanych, dobrze zarządzanych ekosystemów".

Podsumowując, rozwiązaniom opartym na naturze możemy przypisać następujące cechy:

- Są korzystne zarówno dla ludzi, jak i dla przyrody.
- Ponieważ uwzględniają aspekty środowiskowe, ekonomiczne i społeczne, wspierają zrównoważony rozwój.
- Opierają się na procesach i zasadach ekologicznych.

> Rozwiązania oparte na naturze przynoszą korzyści zarówno ludziom, jak i przyrodzie, wspierają zrównoważony rozwój oraz opierają się na procesach i zasadach ekologicznych.

Jeszcze więcej informacji dostarcza globalny standard IUCN dotyczący rozwiązań opartych na naturze (IUCN, 2020), który określa ramy ich projektowania i weryfikacji. Został on opracowany w 2020 roku w wyniku konsultacji społecznych z udziałem ponad 800 praktyków i ekspertów reprezentujących ponad 100 krajów oraz stanowi praktyczne, wielowymiarowe i wszechstronne ramy do projektowania, wdrażania i oceny rozwiązań opartych na naturze na poziomie lokalnym, krajowym i globalnym. Standard składa się z ośmiu kryteriów i 28 powiązanych z nimi wskaźników oraz pytań pomocniczych, pozwalających praktykom oceniać i ulepszać swoje działania (IUCN, 2020). Kryteria te (tabela 2.1) dotyczą różnych aspektów rozwiązań opartych na naturze, od rozwiązywania problemów społecznych i zapewniania korzyści w zakresie

różnorodności biologicznej po rentowność ekonomiczną, zarządzanie sprzyjające włączeniu społecznemu i długoterminową zrównoważoną gospodarkę.

Tabela 2.1. Osiem kryteriów dotyczących rozwiązań opartych na naturze określonych w globalnym standardzie IUCN (IUCN, 2020)

Numer	Opis kryterium
1	Rozwiązania oparte na naturze skutecznie odpowiadają na wyzwania społeczne
2	Projektowanie rozwiązań opartych na naturze uwzględnia skalę przestrzenną
3	Rozwiązania oparte na naturze przynoszą korzyści netto dla różnorodności biologicznej i integralności ekosystemów
4	Rozwiązania oparte na naturze są ekonomicznie opłacalne
5	Rozwiązania oparte na naturze opierają się na integracyjnych, przejrzystych i wzmacniających procesach zarządzania
6	Rozwiązania oparte na naturze zapewniają równowagę między osiągnięciem ich głównych celów a ciągłym dostarczaniem wielu korzyści
7	Rozwiązania oparte na naturze są zarządzane w sposób adaptacyjny, w oparciu o dowody
8	Rozwiązania oparte na naturze są zrównoważone i włączone do głównego nurtu w odpowiednim kontekście jurysdykcyjnym

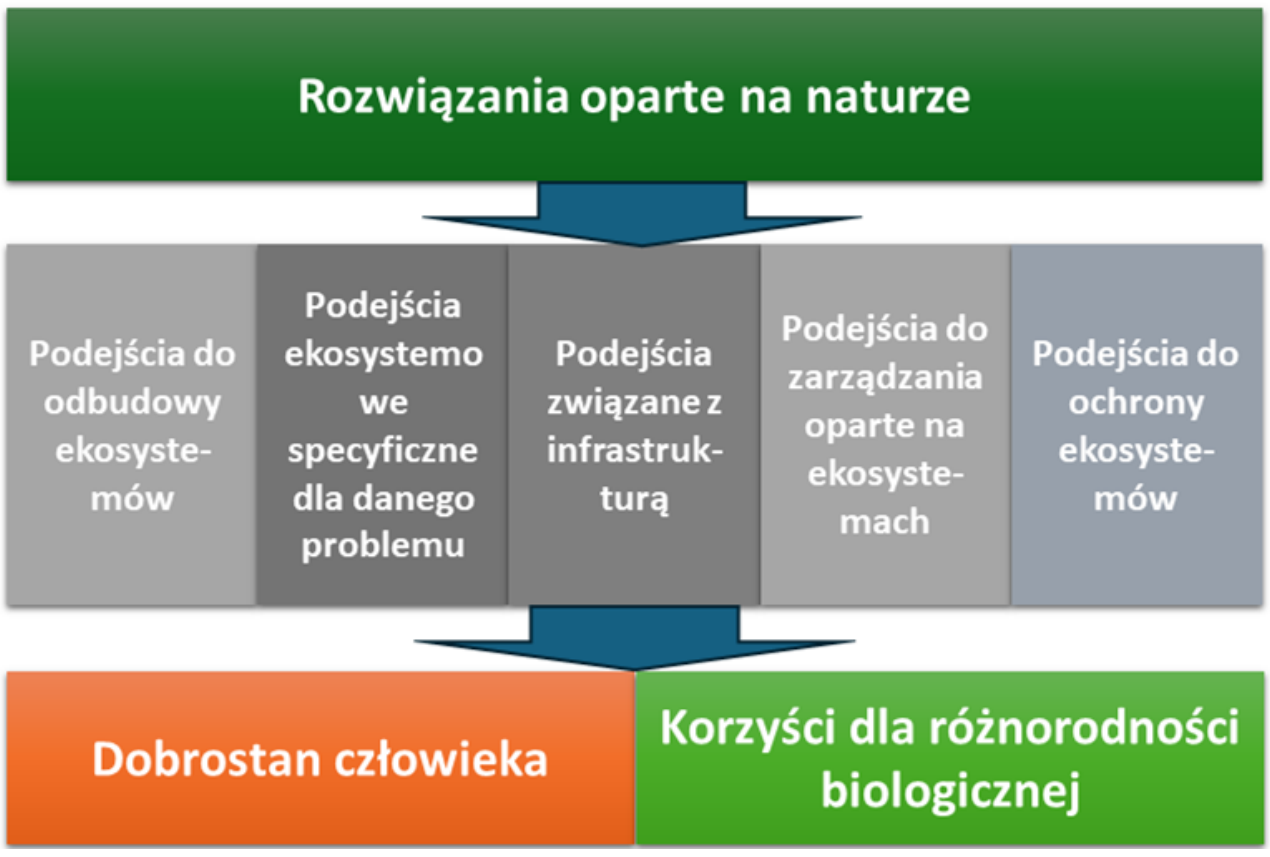
W przypadku indywidualnych wdrożeń rozwiązań opartych na naturze wykorzystanie standardu IUCN pozwala zapewnić wiarygodność podczas rozmów ze wszystkimi zainteresowanymi stronami, identyfikować rozwiązania wymagające poprawy oraz pomóc w komunikacji międzysektorowej dzięki zapewnieniu wspólnych ram i języka. Do standardu dołączono wytyczne i instrukcję obsługi. Opracowano również narzędzie służące do samooceny, które umożliwia użytkownikom sprawdzenie, w jakim stopniu ich działania spełniają osiem głównych kryteriów IUCN.

2.2. ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE A INŻYNIERIA EKOLOGICZNA

Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, termin „rozwiązania oparte na naturze” jest zbliżony znaczeniowo do terminu „inżynieria ekologiczna”, który definiuje się jako „projektowanie zrównoważonych ekosystemów integrujących społeczeństwo ludzkie z jego środowiskiem naturalnym z korzyścią dla obu stron” (Mitsch & Jørgensen,

2003, s. 363). Pomimo dużego stopnia podobieństwa należy jednak rozróżniać te dwa terminy. Inżynieria ekologiczna kładzie nacisk na zastosowanie technik inżynieryjnych ze szczególnym uwzględnieniem odbudowy ekosystemów; rozwiązania oparte na naturze to dużo nowsze pojęcie, które wciąż ewoluuje, a w ostatnich latach cieszy się coraz większą popularnością (de Oliveira Demarco i in., 2024). Według Wang i in. (2022) inżynieria ekologiczna jest kluczowym środkiem promowania odbudowy ekologicznej, a w paradygmatach odbudowy ekologicznej i rozwiązań opartych na naturze występują pewne różnice – rozwiązania oparte na naturze kładą większy nacisk na aspekty społeczne i mają bardziej złożony proces wdrażania, uwzględniający interesy poszczególnych stron (interesariuszy).

Cohen-Shacham i in. (2016, s. xi) definiują zakres rozwiązań opartych na naturze jako „koncepcję parasolową obejmującą szereg różnych podejść opartych na ekosystemach" (rysunek 2.1), wśród których znajduje się także inżynieria ekologiczna. Jest ona tutaj rozumiana jako koncepcja obejmująca odbudowę ekosystemów. Rozwiązania oparte na naturze, będące nowszym pojęciem, mają podstawy w takich ugruntowanych praktykach i są obecnie uważane za „niezbędny mechanizm osiągania zrównoważonego rozwoju" (IUCN, 2020, s. 2).



Rysunek 2.1. Rozwiązania oparte na naturze jako nadrzędna koncepcja obejmująca różne podejścia oparte na ekosystemach (na podstawie Cohen-Shacham i in., 2016)

2.3. RODZAJE ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

Pereira i in. (2023) opisują trzy rodzaje rozwiązań opartych na naturze: oparte na wykorzystaniu istniejących obszarów naturalnych przy minimalnej lub zerowej interwencji (np. lasy; typ 1); oparte na odbudowie lub zarządzaniu tradycyjnymi ekosystemami (np. agroleśnictwo) i mogące wymagać intensywnego lub

ekstensywnego zarządzania (typ 2) oraz oparte na tworzeniu nowych ekosystemów (np. ściany lub dachy zielone; typ 3).

Typ 1 to rozwiązania oparte na naturze i wdrażane na istniejących obszarach naturalnych przy minimalnej lub zerowej interwencji. Głównym celem jest tu ochrona nienaruszonych ekosystemów, aby mogły one nadal świadczyć niezbędne usługi ekosystemowe, takie jak sekwestracja dwutlenku węgla, regulacja hydrologiczna i ochrona różnorodności biologicznej (Chausson i in., 2020; Seddon i in., 2020). Takie podejście jest szczególnie istotne w kontekście dużej różnorodności biologicznej, np. w przypadku ochrony pierwotnych lasów deszczowych nizinnych na Borneo lub tworzenia morskich obszarów chronionych w archipelagu Raja Ampat w celu zachowania ekosystemów raf koralowych i związanych z nimi źródeł utrzymania (Hs i in., 2020).

Typ 2 obejmuje rozwiązania oparte na naturze ukierunkowane na przywrócenie lub zarządzanie tradycyjnymi lub zmodyfikowanymi ekosystemami. Wymagana jest tu aktywna interwencja w celu przywrócenia funkcji ekologicznych przy jednoczesnym zapewnieniu ciągłości czerpania korzyści społeczno-gospodarczych (Cohen-Shacham i in., 2016; Nesshöver i in., 2017). Przykładowo w systemach rolno-leśnych na Jawie łączy się uprawy wieloletnie z rodzimymi drzewami cieniującymi w celu poprawy żyzności gleby i różnorodności biologicznej przy jednoczesnej dywersyfikacji dochodów obszarów wiejskich (Mulyoutami i in., 2009). W środkowej części Kalimantanu wprowadzono na dużą skalę ponowne nawadnianie torfowisk, aby ograniczyć utlenianie torfu i zmniejszyć częstotliwość występowania pożarów. Działania te mają również kluczowe znaczenie dla długoterminowego utrzymania magazynowania dwutlenku węgla w regionie (Harrison i in., 2020).

Rozwiązania oparte na naturze typu 3 obejmują tworzenie całkowicie nowych ekosystemów, często w środowiskach poddanych znacznym modyfikacjom, w celu uzyskania korzyści ekologicznych i społecznych (Pereira i in., 2023). W budynku indonezyjskiej Izby Reprezentantów w Dżakarcie część głównego dachu przekształcono kilka lat temu w powierzchnię obsadzoną roślinnością. Pomysł był prosty: sprawdzić, czy warstwa roślinności może schłodzić budynek, i zmniejszyć liczbę kałuż, które często tworzyły się na dachu po ulewnych deszczach. Podobne działania podjęte w Dżakarcie przyniosły wymierne efekty: stwierdzono, że dachy zielone obniżają średnią temperaturę promieniowania wewnątrz budynków o ponad 13°C i zmniejszają strumień ciepła o ponad 90%, co pozwala uzyskać znaczne oszczędności w zapotrzebowaniu na energię do chłodzenia (Budhiyanto & Tampubolon, 2025). Z kolei na międzynarodowym lotnisku Soekarno-Hatta zastosowano elementy koncepcji eco-green airport, takie jak pionowe systemy nasadzeń służące do poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach i złagodzenia upałów panujących w terminalach (Anggoman i in., 2024). Innym przykładem są sztuczne mokradła w Indonezji mające

duży potencjał w zakresie oczyszczania ścieków. Pilotażowy poziomy system podpowierzchniowy obsadzony trawą *Vetiveria zizanioides* umożliwił usunięcie 60% amonu, a w zoptymalizowanych podłożach piaskowych nawet 80% (Purwaningrum i in., 2023). W drugim przypadku połączenie wstępnej obróbki proszkiem z nasion *Moringa oleifera* ze sztucznymi mokradłami pozwoliło skutecznie oczyścić ścieki z przemysłu batikowego, przy redukcji chemicznego zapotrzebowania na tlen (chemical oxygen demand, COD) o 89,3%, redukcji całkowitej zawartości zawiesin stałych (total suspended solids, TSS) o 98,1% oraz redukcji tłuszczów, olejów i smarów (fats, oils, and grease, FOG) o 92,1% (Rahmadyanti, 2020).

Rozwiązania oparte na naturze można podzielić na trzy główne typy: ochrona ekosystemów nienaruszonych (typ 1), przywracanie ekosystemów zmodyfikowanych lub zarządzanie nimi (typ 2) oraz tworzenie nowych ekosystemów w krajobrazach poddanych znacznym przemianom (typ 3).

Pytania sprawdzające:

1. Jakie są główne cechy rozwiązań opartych na naturze?
2. Jakie osiem kryteriów rozwiązań opartych na naturze wymieniono w globalnym standardzie IUCN?
3. Czym różnią się rozwiązania oparte na naturze od inżynierii ekologicznej?
4. Jakie są trzy główne rodzaje rozwiązań opartych na naturze?

Bibliografia

Anggoman, T. K., Kiranasari, I. N., Rafi, S., & Irenita, N. (2024). Social and environmental impacts of eco green airport implementation at Soekarno-Hatta Airport. *Advances in Transportation and Logistics Research*, *7*, 381–394. https://proceedings.itltrisakti.ac.id/index.php/altr [dostęp: 14.04.2025].

Budhiyanto, A., & Tampubolon, A. C. (2025). A Comparative Study of Cool Roof and Green Roof Performance in Tropical Area of Indonesia. *Journal of Architectural Research and Design Studies*, *9*(1). https://doi.org/10.20885/jars.vol9.iss1.art1

Chausson, A., Turner, B., Seddon, D., Chabaneix, N., Girardin, C. A. J., Kapos, V., Key, I., Roe, D., Smith, A., Woroniecki, S., & Seddon, N. (2020). Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. *Global Change Biology*, *26*(11), 6134–6155. https://doi.org/10.1111/gcb.15310

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (Eds.). (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. International Union for Conservation of Nature. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuer, K., Smith, M., Van Ham, C., Weisser, W. W., & Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New influence for environmental management and research in Europe. *GAIA*, *24*(4), 243–248. https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9

European Commission. (b.d.). *Nature-based solutions*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en [dostęp: 14.04.2025].

Harrison, M. E., Ottay, J. B., D'Arcy, L. J., Cheyne, S. M., Anggodo, Belcher, C., Cole, L., Dohong, A., Ermiasi, Y., Feldpausch, T., Gallego-Sala, A., Gunawan, A., Höing, A., Husson, S. J., Kulu, I. P., Soebagio, S. M., Mang, S., Mercado, L., Morrogh-Bernard, H. C., Page, S. E., Priyanto, R., Ripoll Capilla, B., Rowland, L., Santos, E. M., Schreer, V., Sudyana, I., Taman, S. B. B., Thornton, S. A., Upton, C., Wich S. A., Veen, F. J. F. van (2020). Tropical forest and peatland conservation in Indonesia: Challenges and directions. *People and Nature*, *2*(1), 4–28. https://doi.org/10.1002/pan3.10060

Hs, D., Perangin-angin, R., & Mustasim, M. (2020). The Coral Reef Ecosystem of Raja Ampat Island Arborek, West Papua. *Jurnal Airaha*, *9*, 63–70. https://doi.org/10.15578/JA.V9I01.163

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN]. (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. IUCN.

Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology. *Ecology Letters*, *8*(5), 468–479. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00751.x

Mitsch, W. J., & Jørgensen, S. E. (2003). Ecological engineering: A field whose time has come. *Ecological Engineering*, *20*(5), 363–377. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.05.001

Mulyoutami, E., Rismawan, R., & Joshi, L. (2009). Local knowledge and management of *simpukng* (forest gardens) among the Dayak people in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, *257*(10), 2054–2061. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.042

Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Külvik, M., Rey, F., van Dijk, J., Vistad, O. I., Wilkinson, M. E., & Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of The Total Environment*, *579*, 1215–1227. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106

Oliveira Demarco, J. de, Hutchinson, S. L., & Moore, T. (2024). Ecological engineering or nature-based solutions: Does the term matter? *Environment, Development and Sustainability*, *27*(7), 15173–15198. https://doi.org/10.1007/s10668-024-04581-x

Pereira, P., Yin, C., & Hua, T. (2023). Nature-based solutions, ecosystem services, disservices, and impacts on well-being in urban environments. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, *33*, 100465. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2023.100465

Purwaningrum, S. I., Syarifuddin, H., Nizori, A., & Wibowo, Y. G. (2023). Wastewater Treatment Plant Design for Batik Wastewater with Off-Site System Method in Ulu Gedong Sub-District, Jambi City. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, *20*(1), 153–164. https://doi.org/10.14710/presipitasi.v20i1.153-164

Rahmadyanti, E. (2020). Feasibility of Constructed Wetland Using Coagulation Flocculation Technology in Batik Wastewater Treatment. *Journal of Ecological Engineering*, *21*(6), 67–77. https://doi.org/10.12911/22998993/123253

Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A. J., Smith, A., & Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *375*(1794), 20190120. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2022). *Nature-based Solutions: Opportunities and Challenges for Scaling Up*. UNEP.

Wang, X., Wang, J., Wang, B., Burkhard, B., Che, L., Dai, C., & Zheng, L. (2022). The Nature-Based Ecological Engineering Paradigm: Symbiosis, Coupling, and Coordination. *Engineering*, *19*, 14–21. https://doi.org/10.1016/j.eng.2022.07.004

3. AKTUALNE PROBLEMY KLIMATYCZNE

O czym jest ten rozdział:
W dzisiejszych czasach obserwujemy kilka poważnych zmian klimatu – zostały one podsumowane w niniejszym rozdziale. Opisano w nim również wpływ zmian klimatu na ekosystemy i gatunki oraz na ludzi i związane z tym problemy społeczno-gospodarcze.

Czego się dowiesz:
- Najważniejsze obserwowane zmiany klimatu.
- Wpływ zmian klimatu na ekosystemy i gatunki.
- Problemy społeczno-gospodarcze spowodowane zmianami klimatu.

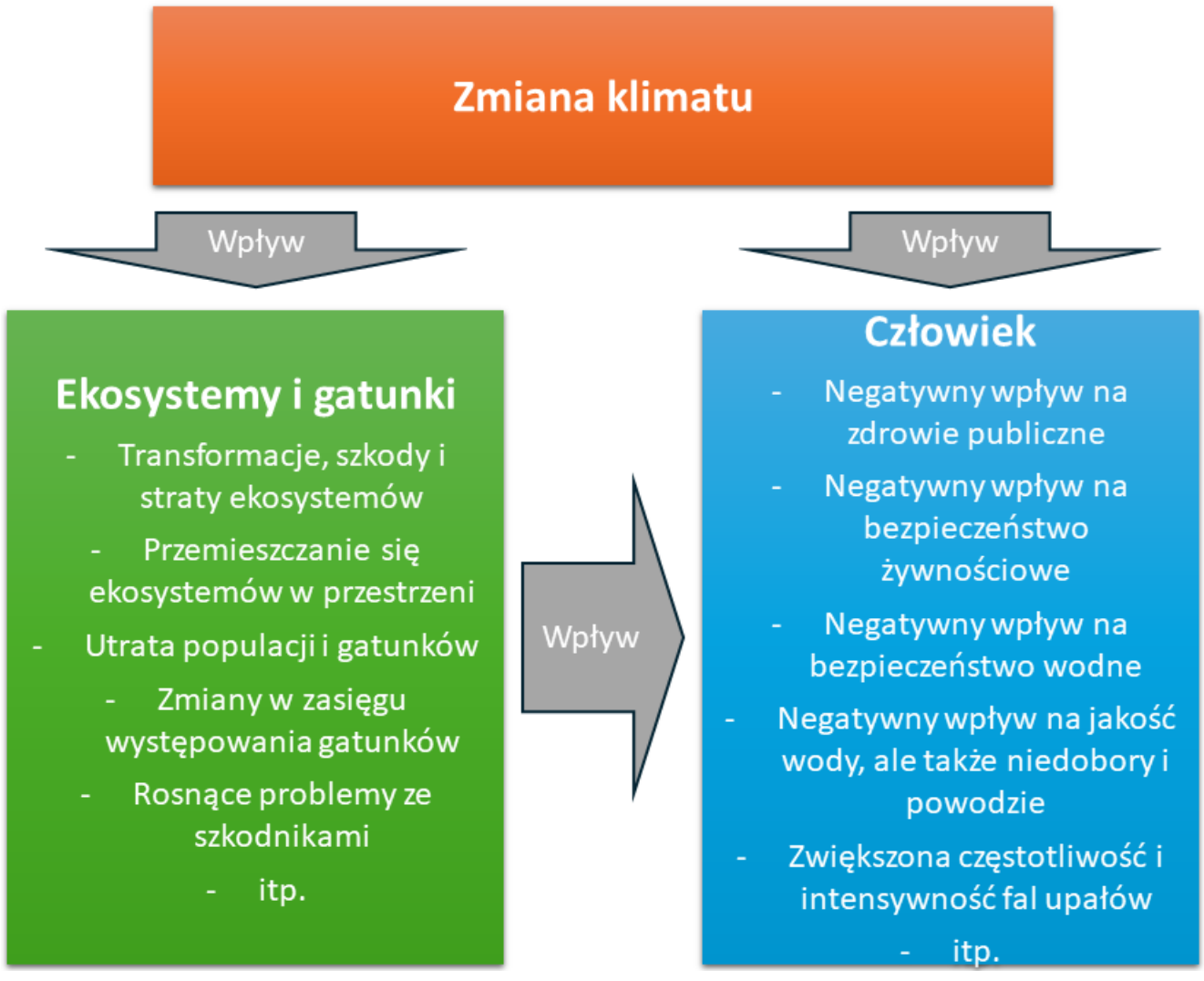
Jak wspomniano we wstępie do niniejszego podręcznika, obserwujemy obecnie liczne zmiany klimatu, które mają poważne konsekwencje. Dotyczą one ekosystemów i gatunków, ale oczywiście także i ludzi, powodując problemy społeczno-gospodarcze.

3.1. PODSUMOWANIE OBSERWOWANYCH ZMIAN KLIMATU I ICH KONSEKWENCJI

W raporcie opublikowanym przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2023) wskazano kilka parametrów globalnego ocieplenia i jego przyczyn, np.:
- W latach od 1850–1900 do 2011–2020 globalna temperatura powierzchni Ziemi wzrosła o 1,09°C.
- Całkowity wzrost globalnej temperatury powierzchni Ziemi w tym okresie spowodowany przez człowieka szacuje się na 1,07°C.
- Obserwowany od ok. 1750 roku wzrost stężenia dobrze wymieszanych gazów cieplarnianych jest wyraźnie spowodowany emisjami tych gazów związanymi z działalnością człowieka. Na przykład w 2019 roku stężenie dwutlenku węgla (CO_2) w atmosferze było wyższe niż kiedykolwiek wcześniej przez co najmniej 2 mln lat, a stężenie metanu i podtlenku azotu wyższe niż kiedykolwiek wcześniej przez min. 800 tys. lat.

- Globalne emisje netto gazów cieplarnianych pochodzenia antropogenicznego były w 2019 roku o ok. 12% wyższe niż w 2010 roku i o 54% wyższe niż w 1990 roku. Największy udział i wzrost emisji brutto gazów cieplarnianych dotyczył CO_2 pochodzącego ze spalania paliw kopalnych i procesów przemysłowych.

Konsekwencjami tych zmian są fale upałów, powodzie, susze, podnoszenie się poziomu mórz i inne zjawiska, które mają czasami drastyczny wpływ na ekosystemy, gatunki i dobrobyt ludzi (rysunek 3.1). Dodatkowym problemem jest fakt, że negatywne skutki zmian klimatu i związane z nimi straty rozkładają się nierównomiernie między poszczególnymi sektorami i regionami poddawanymi wpływowi klimatu (IPCC, 2023).



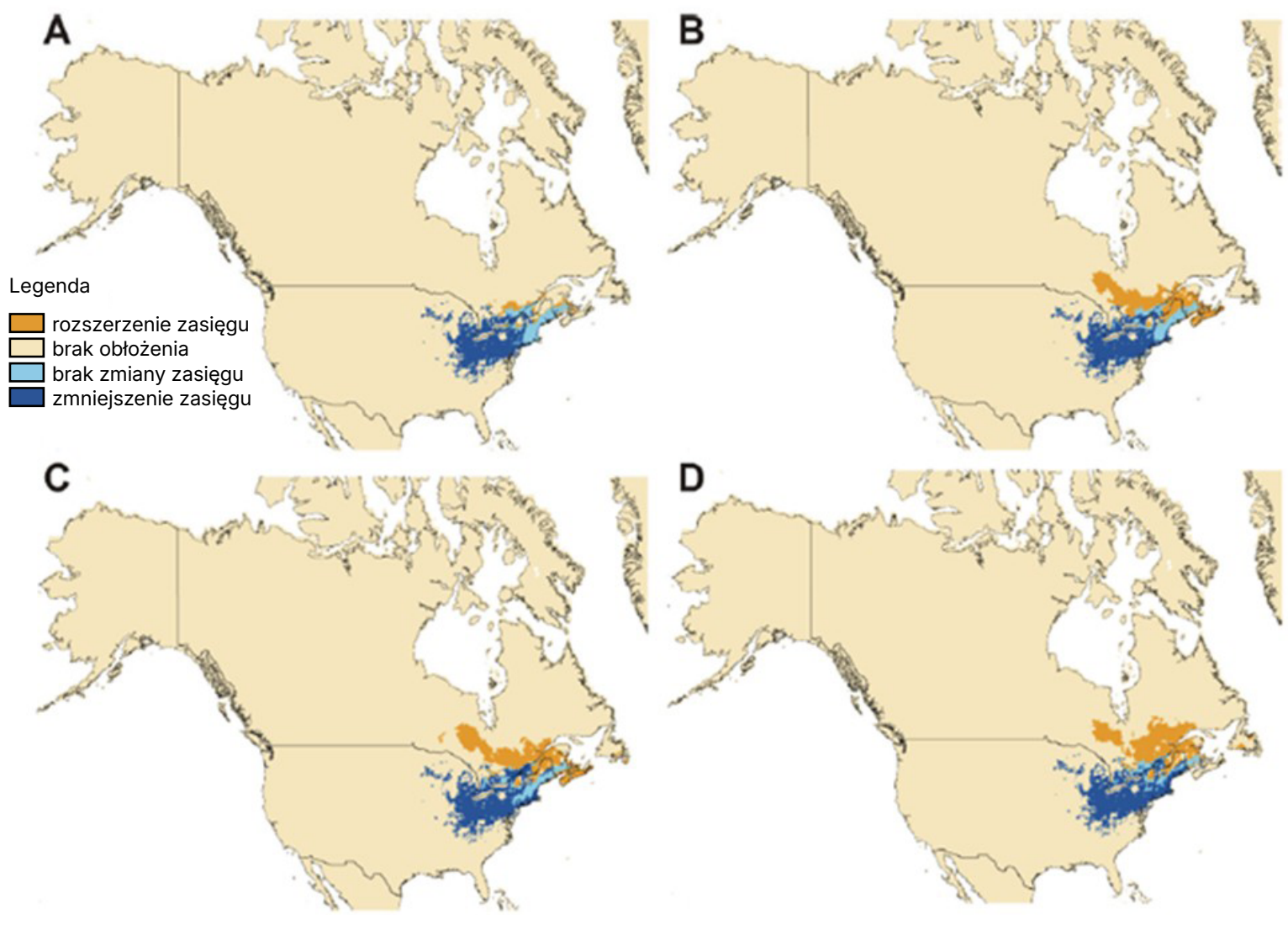
Rysunek 3.1. Schematyczne przedstawienie wpływu zmian klimatu na ekosystemy, gatunki i dobrostan ludzi (opracowanie własne)

3.2. WPŁYW ZMIAN KLIMATU NA EKOSYSTEMY I GATUNKI

Zmiany klimatu mają bezpośredni wpływ na ekosystemy i występujące w nich gatunki. Z drugiej strony również zmiany w ekosystemach (np. spowodowane zmianami sposobu użytkowania gruntów) mogą przyczyniać się do emisji gazów cieplarnianych, a tym samym do zmian klimatu (MEA, 2005). Jeśli chodzi o wpływ zmian klimatu na ekosystemy, należy mieć na uwadze klika głównych problemów opisanych poniżej.

Mogą one powodować przemiany, szkody i straty w ekosystemach. Na przykład średni globalny poziom morza wzrósł w latach 1901–2018 o 0,20 m (IPCC, 2023). Roy i in. (2023) stwierdzili, że podniesienie się poziomu morza może spowodować zmiany linii brzegowej i zniszczenie siedlisk przybrzeżnych w Indiach. Zmiany klimatu są również jednym z czynników powodujących procesy pustynnienia (np. Rodrigues do Nascimento, 2023), prowadzące do rozszerzania się obszarów pustyń kosztem innych ekosystemów.

Zmiany klimatu mogą również prowadzić do przemieszczania się ekosystemów w przestrzeni, co ma bezpośredni wpływ na gatunki, ponieważ powoduje zmianę ich zasięgu geograficznego. Mogą także powodować utratę siedlisk, a w najgorszym przypadku prowadzić do wymierania niektórych gatunków. Przykładowo Fält-Nardmann i in. (2018) wykazali ekspansję na północ gatunku brudnicy mniszki (*Lymantria monacha*), szkodnika występującego w lasach iglastych, spowodowaną zmianami klimatu w Finlandii. Jaskuła i in. (2021) przewidzieli utratę siedlisk i zmianę zasięgu występowania w wyniku ocieplenia klimatu podgatunku amerykańskiego chrząszcza *Cucujus clavipes* (patrz rysunek 3.2 obrazujący możliwe zmiany w odniesieniu do *Cucujus clavipes clavipes*). Zmiany zasięgu występowania gatunków mogą mieć wpływ na zdrowie ludzi, np. z powodu przemieszczania się wektorów chorób, jak wykazano w przypadku komara *Anopheles* (wektor malarii) na podstawie modeli wykorzystujących zmienne klimatyczne i klasy pokrycia terenu (Hertig, 2019).



Rysunek 3.2. Możliwe zmiany w rozmieszczeniu nisz ekologicznych *Cucujus clavipes clavipes* według czterech różnych scenariuszy zmian klimatu (A–D) (Jaskuła i in., 2021)

Zmiany klimatu spowodowały utratę wielu ekosystemów i występowanie ekstremalnych upałów, które doprowadziły również do spadku liczebności populacji i gatunków. Przewiduje się, że bez podjęcia dodatkowych działań skala tych strat będzie rosnąć (IPCC, 2023).

Zmiany klimatu są również uważane za przyczynę nasilających się problemów ze szkodnikami. Przykładowo w przypadku południowo-zachodniej części Stanów Zjednoczonych, Kanady i Alaski wykazano, że niezwykle gorąca i sucha pogoda powoduje nasilenie występowania szkodników (Logan i in., 2003). McNichol i in. (2022) badający chrząszcze z rodzaju *Ips* twierdzą, że istnieje potrzeba zbadania zmian zachodzących zarówno w populacji chrząszczy, jak i drzewach żywicielskich, a także opracowania strategii adaptacyjnego zarządzania lasami zagrożonymi suszą na całym świecie.

3.3. WPŁYW ZMIAN KLIMATU NA LUDZI (PROBLEMY SPOŁECZNO-GOSPODARCZE)

Zmiany klimatu mają poważne konsekwencje także dla ludzi – bezpośrednie i pośrednie (poprzez wpływ na ekosystemy i gatunki). Szacuje się, że warunki życia ok. 3,3–3,6 mld osób na świecie są bardzo podatne na zmiany klimatu (IPCC, 2023).

Zmiany klimatu wpływają na zdrowie publiczne zarówno na obszarach wiejskich, jak i miejskich. Jak już wspomniano, mogą powodować przenoszenie się wektorów chorób do regionów, w których choroby te do tej pory nie występowały. Obserwowane lub przewidywane skutki zmian klimatu w odniesieniu do chorób przenoszonych przez stawonogi dotyczą np. malarii, zakażeń wirusem dengi, zika i zachodniego Nilu, boreliozy, ślepoty rzecznej, dżumy i śpiączki ludzkiej (Thomson & Stanberry, 2022). Według IPCC (2023) zmiany klimatu mogą powodować również problemy ze zdrowiem psychicznym związane z rosnącymi temperaturami i traumą spowodowaną ekstremalnymi zjawiskami, które zwiększają także zachorowalność i śmiertelność ludzi. Chen i in. (2025) wykazali z kolei, że fale upałów przyspieszają procesy starzenia.

Ponieważ wiele gatunków roślin i zwierząt stanowi podstawowe źródło pożywienia dla ludzi, wpływ zmian klimatu na gatunki i ekosystemy oddziałuje również na bezpieczeństwo żywnościowe. Przykładowo negatywny wpływ klimatu wyraźnie widoczny jest w rybołówstwie (IPCC, 2023). Interesującym przykładem jest obserwacja Möllmanna i in. (2021) dotycząca dorsza zachodniobałtyckiego, już wcześniej cierpiącego z powodu nadmiernej eksploatacji, że wzrost temperatury wody spowodował nowy i prawdopodobnie nieodwracalny stan niskiej produktywności tej ryby. Skutkuje to także problemami z osiągnięciem celu zrównoważonego rozwoju ONZ nr 2, czyli eliminacji głodu i osiągnięcia bezpieczeństwa żywnościowego (United Nations, 2015; patrz rozdział 4. „Międzynarodowe inicjatywy i konwencje”).

Zmiany klimatu wpływają również na bezpieczeństwo wodne i realizację celu zrównoważonego rozwoju ONZ nr 6 (United Nations, 2015). Analiza przeprowadzona w 43 krajach wykazała, że każdy z nich borykał się z co najmniej jednym krytycznym problemem związanym z wodą (Amparo-Salcedo i in., 2025). Dotyczyły one jakości wody, ale także jej niedoboru i powodzi. Pizzorni i in. (2024) wymieniają powodzie i susze jako główne zagrożenia spowodowane zmianami klimatu. Podkreślają, że solidna wiedza naukowa na temat interakcji między powodziami a suszami ma ogromne znaczenie, np. w odniesieniu do planowania urbanistycznego.

Oczywiste jest również, że zmiany klimatu zwiększają częstotliwość i intensywność fal upałów (NCAS, 2025). Ma to negatywny wpływ nie tylko na zdrowie ludzi, może również powodować zakłócenia w ruchu drogowym i funkcjonowaniu infrastruktury lub zwiększone zanieczyszczenie powietrza.

Zmiany klimatu powodują poważne problemy mające wpływ na ekosystemy i gatunki, a także na warunki życia ludzi.

Pytania sprawdzające:

- Jakie najważniejsze zmiany klimatu obserwujemy obecnie?
- Jak zmiany klimatu wpływają na gatunki i ekosystemy?
- W jaki sposób zmiany klimatu mogą wpływać na zdrowie publiczne?

Bibliografia

Amparo-Salcedo, M., Pérez-Gimeno, A., & Navarro-Pedreño, J. (2025): Water Security Under Climate Change: Challenges and Solutions Across 43 Countries. *Water*, *17*(5), 633. https://doi.org/10.3390/w17050633

Chen, S., Liu, Y., Yi, Y., Zheng, Y., Yang, J., Li, T., Chan, T.-C., Duan, R., He, S., & Guo, C. (2025). Long-term impacts of heatwaves on accelerated ageing. *Nature Climate Change*, *15*, 1000–1007. https://doi.org/10.1038/s41558-025-02407-w

Fält-Nardmann, J. J. J., Tikkanen, O.-P., Ruohomäki, K., Otto, L.-F., Leinonen, R., Pöyry, J., Saikkonen, K., & Neuvonen, S. (2018). The recent northward expansion of *Lymantria monacha* in relation to realized changes in temperatures of different seasons. *Forest Ecology and Management*, *427*, 96–105. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.053

Hertig, E. (2019). Distribution of *Anopheles* vectors and potential malaria transmission stability in Europe and the Mediterranean area under future climate change. *Parasites & Vectors*, *12*, 18. https://doi.org/10.1186/s13071-018-3278-6

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). Summary for Policymakers. W: IPCC core writing team, H. Lee & J. Romero (red.), *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 1–34). IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Jaskuła, R., Kolanowska, M., Michalski, M., & Schwerk, A. (2021). From Phenology and Habitat Preferences to Climate Change: Importance of Citizen Science in Studying Insect Ecology in the Continental Scale with American Red Flat Bark Beetle, *Cucujus clavipes*, as a Model Species. *Insects*, *12*, 1–23. https://doi.org/10.3390/insects12040369

Logan, J. A., Régnière, J., & Powell, J. A. (2003). Assessing the impacts of global warming on forest pest dynamics. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *1*(3), 130–137. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0130:ATIOGW]2.0.CO;2

McNichol, B. H., Clarke, S. R., Faccoli, M., Montes, C.R., Nowak, J. T., Reeve, J. D., & Gandhi, K. J. (2022). Relationships between drought, coniferous tree physiology, and *Ips* bark beetles under climatic changes. *Bark Beetle Management, Ecology, and Climate Change*, 153–194. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822145-7.00004-0

Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.

Möllmann, C., Cormon, X., Funk, S., Otto, S. A., Schmidt, J. O., Schwermer, H., Sguotti, C., Voss, R., & Quaas, M. (2021). Tipping point realized in cod fishery. *Scientific Reports*, *11*, 14259. https://doi.org/10.1038/s41598-021-93843-z

National Centre for Atmospheric Science [NCAS] (2025, August 12). *What are heatwaves and how are they linked to climate change and air pollution?* https://ncas.ac.uk/what-are-heatwaves-and-how-are-they-linked-to-climate-change-and-air-pollution [dostęp: 1.09.2025].

Pizzorni, M., Innocenti, A., & Tollin, N. (2024). Droughts and floods in a changing climate and implications for multi-hazard urban planning: A review. *City and Environment Interactions*, *24*, 100169. https://doi.org/10.1016/j.cacint.2024.100169

Rodrigues do Nascimento, F. (2023). Causes and Impacts of Desertification in the World. In *Global Environmental Changes, Desertification and Sustainability*. Springer Briefs in Latin American Studies. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32947-0_4

Roy, P., Pal, S. C., Chakrabortty, R., Chowdhuri, I., Saha, A. & Shit, M. (2023). Effects of climate change and sea-level rise on coastal habitat: Vulnerability assessment, adaptation strategies and policy recommendations. *Journal of Environmental Management*, *330*, 117187. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117187

Thomson, M. C., & Stanberry, L. R. (2022). Climate change and vectorborne diseases. *New England Journal of Medicine*, *387*(21), 1969–1978. https://doi.org/10.1056/NEJMra2200092

United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://docs.un.org/en/A/RES/70/1

4. MIĘDZYNARODOWE INICJATYWY I KONWENCJE

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale przedstawiono informacje na temat najważniejszych międzynarodowych inicjatyw i konwencji dotyczących łagodzenia zmian klimatu. Rozwiązania oparte na naturze wpisują się w ich założenia i mogą się wydatnie przyczynić do realizacji założonych celów i zadań.

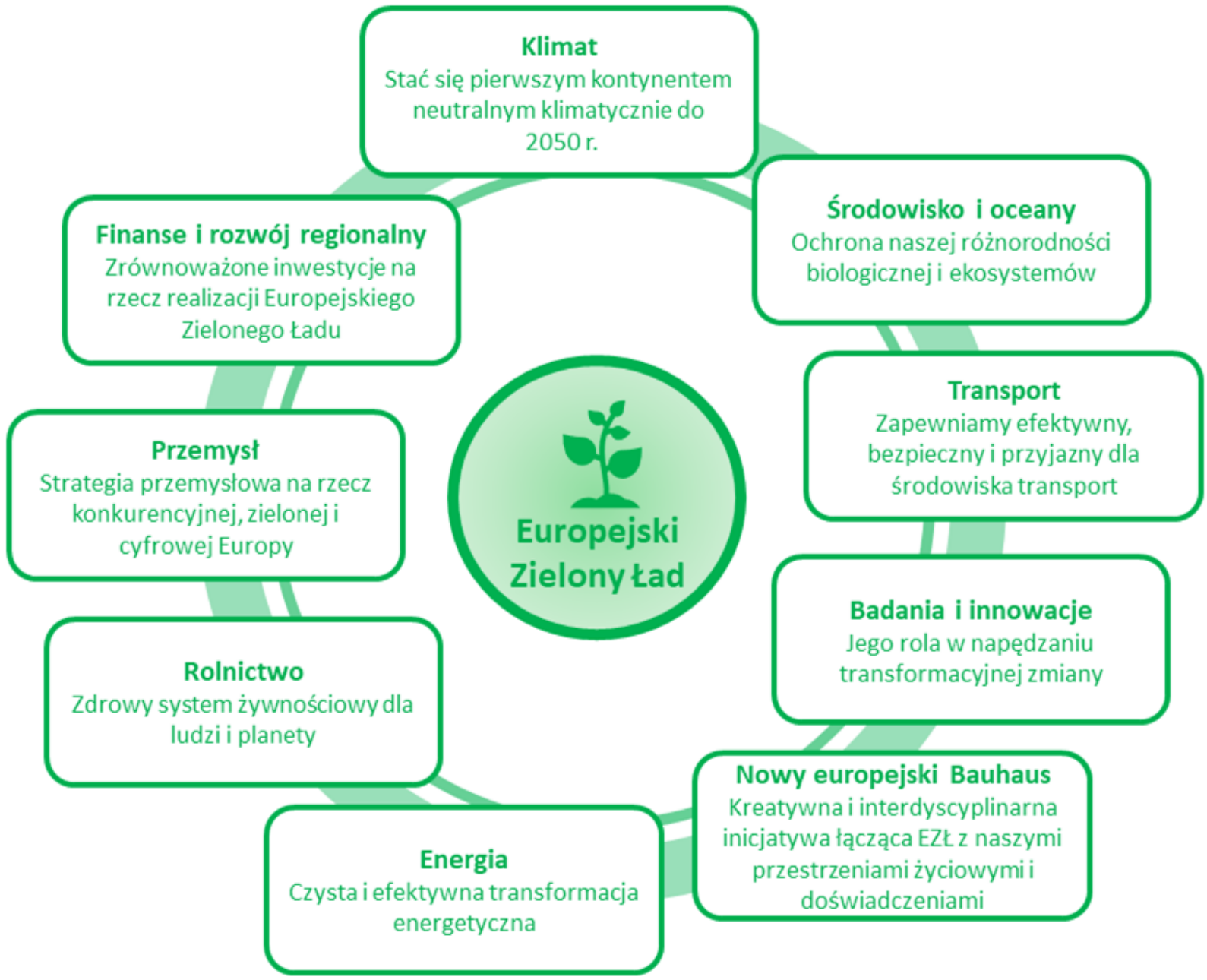
Czego się dowiesz:
- Podstawowe informacje na temat ważnych inicjatyw międzynarodowych, takich jak Europejski Zielony Ład i cele zrównoważonego rozwoju ONZ.
- Podstawowe informacje na temat ważnych konwencji międzynarodowych, takich jak konwencja o różnorodności biologicznej i konwencja w sprawie zmian klimatu.
- Jak rozwiązania oparte na naturze są powiązane z najważniejszymi inicjatywami i konwencjami.

Rozwiązania oparte na naturze są powiązane z kilkoma ważnymi inicjatywami międzynarodowymi. Szczególnie istotne są w tym kontekście: Europejski Zielony Ład, cele zrównoważonego rozwoju ONZ oraz niektóre konwencje międzynarodowe, takie jak konwencja o różnorodności biologicznej czy konwencja w sprawie zmian klimatu. Jak wcześniej wspomniano (patrz rozdział 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze”), organizacja IUCN opracowała globalny standard stanowiący ramy dla projektowania i weryfikacji rozwiązań opartych na naturze (IUCN, 2020). W ramach tych uwzględniono istotne aspekty wymienionych powyżej inicjatyw i konwencji.

4.1. EUROPEJSKI ZIELONY ŁAD

Nadrzędnym celem Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ, European Green Deal) jest ograniczenie emisji o co najmniej 50% do 2030 roku oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej Unii Europejskiej do 2050 roku. Proces ten musi być uzasadniony ekonomicznie i sprawiedliwy społecznie (European Commission, b.d.-a). Europejski Zielony Ład koncentruje się na dziewięciu obszarach polityki,

które obejmują aspekty środowiskowe, społeczne i gospodarcze (rysunek 4.1), odnosząc się tym samym do filarów zrównoważonego rozwoju (patrz rozdział 6. „Rozwiązania oparte na naturze i zrównoważony rozwój").



Rysunek 4.1. Obszary polityki Europejskiego Zielonego Ładu (na podstawie European Commission, b.d.-a)

Rozwiązania oparte na naturze mogą być skutecznym narzędziem, pomocnym w osiąganiu celów Europejskiego Zielonego Ładu (np. Calliari i in., 2022). W polityce badawczej Komisji Europejskiej są one oceniane jako wiarygodny środek służący rozwiązywaniu kluczowych kwestii związanych z EZŁ (European Commission, b.d.-b).

4.2. CELE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU ONZ

W rezolucji z 2015 roku Organizacja Narodów Zjednoczonych określiła 17 celów zrównoważonego rozwoju (Sustainable Development Goals, SDGs; tabela 4.1), każdy z nich obejmuje kilka zadań (łącznie 169 zadań; United Nations, 2015a).

Rozwiązania oparte na naturze mają bardzo duży potencjał, jeśli chodzi o pomoc w osiągnięciu tych celów. Według Okolie i in. (2025) w połączeniu z rozwiniętą infrastrukturą mogą one wpływać na ponad 90% celów zrównoważonego rozwoju. Przykładowo, jak pisze Goodman (2023, s. vii), „gdy są zaprojektowane z ambicją i z myślą o długowieczności, rozwiązania oparte na naturze (NbS) mogą przynosić natychmiastowe i opłacalne korzyści zarówno w zakresie łagodzenia skutków zmian klimatycznych, adaptacji do nich, jak i ograniczania ryzyka związanego z klęskami żywiołowymi". Podkreśla on również wartość globalnego standardu IUCN (IUCN, 2020) w odniesieniu do projektowania rozwiązań opartych na naturze (Goodman, 2023).

Tabela 4.1. 17 celów zrównoważonego rozwoju ONZ (United Nations, 2015a)

Numer	Cele zrównoważonego rozwoju
1	Wyeliminować ubóstwo we wszystkich jego formach na całym świecie
2	Wyeliminować głód, osiągnąć bezpieczeństwo żywnościowe i lepsze odżywianie oraz promować zrównoważone rolnictwo
3	Zapewnić wszystkim ludziom w każdym wieku zdrowe życie oraz promować dobrobyt
4	Zapewnić wszystkim edukację wysokiej jakości oraz promować uczenie się przez całe życie
5	Osiągnąć równość płci oraz wzmocnić pozycję kobiet i dziewcząt
6	Zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi
7	Zapewnić wszystkim dostęp do źródeł stabilnej, zrównoważonej i nowoczesnej energii po przystępnej cenie
8	Promować stabilny, zrównoważony i inkluzywny wzrost gospodarczy, pełne i produktywne zatrudnienie oraz godną pracę dla wszystkich ludzi
9	Budować stabilną infrastrukturę, promować zrównoważone uprzemysłowienie oraz wspierać innowacyjność
10	Zmniejszyć nierówności w krajach i między krajami
11	Uczynić miasta i osiedla ludzkie bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu
12	Zapewnić wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji
13	Podjąć pilne działania w celu przeciwdziałania zmianom klimatu i ich skutkom

Tabela 4.1. 17 celów zrównoważonego rozwoju ONZ (United Nations, 2015a) (cd.)

Numer	Cele zrównoważonego rozwoju
14	Chronić oceany, morza i zasoby morskie oraz wykorzystywać je w sposób zrównoważony
15	Chronić, przywrócić oraz promować zrównoważone użytkowanie ekosystemów lądowych, zrównoważone gospodarowanie lasami, zwalczać pustynnienie, powstrzymywać i odwracać proces degradacji glebyoraz powstrzymać utratę różnorodności biologicznej
16	Promować pokojowe i inkluzywne społeczeństwa, zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wymiaru sprawiedliwości oraz budować na wszystkich szczeblach skuteczne i odpowiedzialne instytucje, sprzyjające włączeniu społecznemu
17	Wzmocnić środki wdrażania i ożywić globalne partnerstwo na rzecz zrównoważonego rozwoju

Rozwiązania oparte na naturze mogą mieć wpływ na ponad 90% celów zrównoważonego rozwoju ONZ.

4.3. KONWENCJA O RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ

Obszar polityki UE „Środowisko i oceany" w ramach Europejskiego Zielonego Ładu (European Commission, 2025a) oraz 15. cel zrównoważonego rozwoju ONZ (United Nations, 2015a) dotyczą bezpośrednio ochrony różnorodności biologicznej. Istotną częścią Europejskiego Zielonego Ładu jest strategia na rzecz różnorodności biologicznej do 2030 roku, której kluczowym elementem jest rozporządzenie w sprawie odbudowy przyrody (European Union, 2024). Wyznacza ono zadania dotyczące odbudowy ekosystemów, nie tylko w celu przywrócenia różnorodności biologicznej, ale także innych celów, takich jak łagodzenie zmian klimatu. W międzynarodowej konwencji o różnorodności biologicznej (Convention on Biological Diversity, CBD) różnorodność biologiczna została zdefiniowana jako „różnorodność organizmów żywych ze wszystkich źródeł, w tym m.in. ekosystemów lądowych, morskich i innych ekosystemów wodnych oraz kompleksów ekologicznych, których są one częścią; obejmuje to różnorodność w obrębie gatunków, między gatunkami oraz różnorodność ekosystemów" (United Nations, 1992, s. 3). Definicja ta obejmuje zatem nie tylko różnorodność gatunkową, lecz także różnorodność genetyczną i ekosystemów (rysunek 4.2).



Rysunek 4.2. Trzy poziomy różnorodności biologicznej (na podstawie National Biodiversity Center, b.d.)

Podczas 15. konferencji ONZ w sprawie zmian klimatu (COP 15) strony konwencji o różnorodności biologicznej przyjęły porozumienie o nazwie „Globalne ramy różnorodności biologicznej Kunming-Montreal" (Kuming-Montreal Global Biodiversity Framework, GBF). W jego ramach określono cztery globalne cele na 2050 rok i 23 cele na 2030 rok (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2024). W definicjach rozwiązań opartych na naturze wyraźnie wspomniano o wiążących się z nimi korzyściach dla różnorodności biologicznej, a kryterium nr 3 globalnego standardu IUCN dotyczącego rozwiązań opartych na naturze (IUCN, 2020) również podkreśla ten aspekt (patrz rozdział 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze"). Rozwiązania oparte na naturze są zatem predestynowane do pomocy w osiągnięciu celów w zakresie różnorodności biologicznej. W związku z tym organizacja World Wide Fund for Nature (WWF, 2021, s. 5) stwierdziła, że „rozwiązania oparte na naturze mogą uzupełniać podejście ekosystemowe (»ecosystem approach«, EA) i podejście oparte na ekosystemach (»ecosystem-based approach«, EbA) w kontekście Konwencji o różnorodności biologicznej i globalnych ram różnorodności biologicznej po 2020 roku".

4.4. KONWENCJA W SPRAWIE ZMIAN KLIMATU

Rozwiązania oparte na naturze i działania na rzecz klimatu są kluczowym zagadnieniem niniejszego podręcznika, a ich znaczenie podkreślają zarówno Europejski Zielony Ład (obszar polityki „klimat", rysunek 4.1), jak i cele zrównoważonego rozwoju ONZ (cel 13, tabela 4.1). Organizacja IUCN podaje, że rozwiązania oparte na naturze mogą stanowić kluczowe

rozwiązania w zakresie magazynowania dwutlenku węgla, a także w zakresie odporności na zmiany klimatu oraz że według IPCC „należą one do pięciu najskuteczniejszych strategii ograniczania emisji dwutlenku węgla do 2030 r." (IUCN, b.d.). Międzynarodową umową dotyczącą zmian klimatu jest konwencja w sprawie zmian klimatu (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCC; United Nations, 1994) wraz z protokołem z Kioto (United Nations, 1997) i okresami zobowiązań. Wymienienie rozwiązań opartych na naturze także w porozumieniu paryskim (United Nations, 2015b), przyjętym w 2015 roku podczas konferencji ONZ w sprawie zmian klimatu w Paryżu (COP 21), jest ważnym krokiem w kierunku osiągnięcia wyznaczonych celów klimatycznych (da Silva Bezerra, 2025).

> Według IPCC rozwiązania oparte na naturze „należą do pięciu najskuteczniejszych strategii ograniczania emisji dwutlenku węgla do 2030 roku".

4.5. EUROPEJSKA KONWENCJA KRAJOBRAZOWA

Europejska konwencja krajobrazowa (European Landscape Convention, ELC) jest międzynarodowym aktem prawnym sporządzonym we Florencji 20 października 2000 r. (Council of Europe, 2000). Zobowiązuje ona państwa (strony konwencji) do prawnego uznania krajobrazu za istotny element otoczenia człowieka, ważny składnik jego jakości życia oraz znaczący zasób kulturowy, ekologiczny, społeczny i gospodarczy. Krajobraz został w niej określony jako dobro wspólne wymagające świadomej ochrony, zarządzania i planowania.

Przyjęta w tej konwencji definicja krajobrazu akcentuje jego społeczny wymiar. Krajobraz to „obszar postrzegany przez ludzi, którego charakter jest wynikiem działania i interakcji czynników przyrodniczych i/lub ludzkich" (Council of Europe, 2000). Takie ujęcie podkreśla znaczenie percepcji społecznej oraz współodpowiedzialności obywateli za jakość przestrzeni. W konsekwencji udział społeczeństwa i organizacji społecznych w procesach ochrony, zarządzania i planowania krajobrazu ma charakter obligatoryjny.

Założeniem konwencji jest objęcie ochroną wszystkich krajobrazów – nie tylko tych o wybitnych walorach przyrodniczych czy kulturowych (np. w parkach narodowych), lecz także krajobrazów codziennych, pospolitych, a nawet zdegradowanych, wymagających odtworzenia i przywrócenia ich wartości. Ochrona ta powinna być realizowana poprzez ustanowienie i wdrożenie spójnej polityki krajobrazowej zintegrowanej z innymi strategiami sektorowymi, takimi jak polityka przestrzenna, urbanistyczna, społeczna, gospodarcza czy rolna.

Podstawą polityki krajobrazowej ma być identyfikacja, inwentaryzacja, analiza i ocena krajobrazów danego państwa oraz określenie dla nich tzw. celów jakości krajobrazu. Cel jakości oznacza pożądany stan krajobrazu, który państwo (strona konwencji) zobowiązuje się utrzymać bądź osiągnąć.

Nowatorskie podejście zaproponowane w europejskiej konwencji krajobrazowej polega na odejściu od wyłącznie konserwatorskiego modelu ochrony na rzecz aktywnego kształtowania krajobrazu zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Dokument wyróżnia trzy komplementarne rodzaje działań: ochronę krajobrazu – zachowanie i utrzymanie jego istotnych cech, zarządzanie krajobrazem – podejmowanie regularnych działań dostosowujących krajobraz do zmieniających się potrzeb społeczno-gospodarczych przy zachowaniu jego podstawowych wartości, a także planowanie krajobrazu – działania ukierunkowane na tworzenie nowych krajobrazów lub odtwarzanie zdegradowanych.

Istotnym elementem realizacji polityki krajobrazowej jest edukacja społeczna oraz formalnie zagwarantowany udział obywateli w procesach decyzyjnych. Ma to wzmacniać odpowiedzialność społeczną i umożliwiać współkształtowanie jakości przestrzeni do życia.

Choć konwencja ta nie odnosi się wprost do koncepcji rozwiązań opartych na naturze, jej założenia pozostają z nimi spójne. Uznanie krajobrazu za dobro wspólne, kształtowane przez procesy przyrodnicze i antropogeniczne, koresponduje z podejściem ekosystemowym oraz ideą świadczeń ekosystemowych. Wdrażanie rozwiązań opartych na naturze może stanowić narzędzie realizacji celów konwencji – poprzez wspieranie procesów naturalnych, rozwiązywanie problemów środowiskowych i społeczne współtworzenie przestrzeni. Tym samym ochrona krajobrazu zyskuje wymiar nie tylko estetyczny, lecz także ekologiczny, klimatyczny i społeczno-gospodarczy.

W 2016 roku przyjęto protokół zmieniający europejską konwencję krajobrazową, który umożliwił przystąpienie do niej również państwom spoza Europy (Council of Europe, 2016). Umożliwia to nadanie temu dokumentowi w przyszłości szerszego, potencjalnie globalnego znaczenia.

Pytania sprawdzające:
1. Jakie dziewięć obszarów polityki obejmuje Europejski Zielony Ład?
2. Jakie jest 17 celów zrównoważonego rozwoju ONZ?
3. Która konwencja dotyczy ochrony różnorodności biologicznej?

Bibliografia

Calliari, E., Castellari, S., Davis, M., Linnerooth-Bayer, J., Martin, J., Mysiak, J., Pastor, T., Ramieri, E., Scolobig, A., Sterk, M., Veerkamp, C., Wendling, L., & Zandersen, M. (2022). Building climate resilience through nature-based solutions in Europe: A review of enabling knowledge, finance and governance frameworks. *Climate Risk Management*, *37*, 100450. https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100450

Council of Europe. (2000). *European Landscape Convention* (CETS No. 176). https://rm.coe.int/1680080621 [dostęp: 26.08.2025].

Council of Europe. (2016). *Protocol amending the European Landscape Convention* (Council of Europe Treaty Series No. 219). https://rm.coe.int/168072d121 [dostęp: 26.08.2025].

European Commission. (b.d.-a). *The European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en [dostęp: 25.08.2025].

European Commission. (b.d.-b). *Nature-based solutions research policy*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions/research-policy_en [dostęp: 25.08.2025].

European Union. (2024). *Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024 on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022/869* (Text with EEA relevance). OJ L, 2024/1991, 29.07.2024. http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj

Goodman, D. (2023). *Seven years to save nature and people: a proposed set of policies and actions for the SDG Summit*. IUCN.

International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. IUCN.

International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (b.d.). *Nature-based Solutions for climate*. https://iucn.org/our-work/topic/nature-based-solutions-climate [dostęp: 26.08.2025].

National Biodiversity Center (b.d.). What is biodiversity? https://nbc.gov.bt/what-is-biodiversity/ [dostęp: 20.02.2026].

Okolie, C. C., Danso-Abbeam, G., Ogundeji, A. A., Owolabi, S. T., & Kunguma, O. (2025). Achieving the sustainable development goals through nature-based solutions amidst climate change. Evidence from Scopus and Web of Science (WoS) databases. *Sustainable Futures*, *10*, 100855. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100855

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2024, January 10). *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework* (CBD/COP/DEC/15/4). https://www.cbd.int/gbf [dostęp: 20.08.2025].

Silva Bezerra, D. da (2025). Nature-based solutions to climate change. *Scientific Reports*, *15*, 22095. https://10.1038/s41598-025-05678-7

United Nations. (1992). *Convention on Biological Diversity*. *Rio de Janeiro, 5.06.1992*. https://treaties.un.org/doc/treaties/1992/06/19920605%2008-44%20pm/ch_xxvii_08p.pdf [dostęp: 26.08.2025].

United Nations. (1994). *United Nations Framework Convention on Climate Change* (A/RES/48/189). https://digitallibrary.un.org/record/180257/files/A_RES_48_189-EN.pdf [dostęp: 26.08.2025].

United Nations. (1997). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 10.12.1997* (2303 U.N.T.S. 162). https://digitallibrary.un.org/record/250111/files/FCCC_CP_1997_L.7_Add.1-EN.pdf [dostęp: 26.08.2025].

United Nations. (2015a). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://docs.un.org/en/A/RES/70/1 [dostęp: 20.08.2025].

United Nations. (2015b). *United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris Agreement*. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement [dostęp: 26.08.2025].

World Wide Fund for Nature [WWF]. (2021). *Nature-based solutions in the Convention on Biological Diversity (CBD). Orientating an evolving concept towards achieving the CDB's objectives*. WWF International.

5. ŁAGODZENIE PROBLEMÓW KLIMATYCZNYCH DZIĘKI ROZWIĄZANIOM OPARTYM NA NATURZE

O czym jest ten rozdział:
Zmiany klimatu nie są już odległym zagrożeniem, ich skutki odczuwamy w codziennym życiu. W rozdziale przedstawiono, w jaki sposób rozwiązania oparte na naturze dostarczają praktycznych, zrównoważonych i inkluzywnych strategii, które pomagają zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych i zwiększyć odporność na zmiany klimatu. Zamiast polegać wyłącznie na technologii, możemy współpracować z naturą, aby przywrócić równowagę i chronić przyszłość naszą i kolejnych pokoleń.

Czego się dowiesz:
- Związek między zdrowiem ekosystemów a zmianami klimatu.
- Jak rozwiązania oparte na naturze przyczyniają się do działań na rzecz łagodzenia zmian klimatu globalnie i lokalnie.
- Kluczowe zasady odpowiedzialnego i inkluzywnego wdrażania rozwiązań opartych na naturze.
- Codzienne działania, które studenci i społeczności mogą podjąć, aby wspierać rozwiązania oparte na naturze.

5.1. ROLA NATURY W ŁAGODZENIU ZMIAN KLIMATU

Przyroda jest naszym partnerem w działaniach na rzecz klimatu: zdrowe ekosystemy pobierają i magazynują dwutlenek węgla, co pomaga spowolnić proces globalnego ocieplenia. Lasy, torfowiska, namorzyny, łąki trawy morskiej i śródlądowe tereny podmokłe pochłaniają CO_2 poprzez fotosyntezę i magazynują go w roślinach, glebach lub osadach, co tworzy duże naturalne pochłaniacze dwutlenku węgla (IPCC, 2022). Znaczna część tego „niebieskiego węgla" gromadzona jest wzdłuż wybrzeży w podmokłych, ubogich w tlen glebach, które utrzymują węgiel przez długi czas w stanie stabilnym, dlatego ochrona osadów jest równie ważna jak ochrona drzew (Donato i in., 2011; Kauffman i in.,

2020). Torfowiska także odgrywają ważną rolę: przez tysiące lat gromadzą częściowo rozłożony materiał roślinny, tworząc jeden z najbogatszych w węgiel zasobów lądowych na Ziemi (Page i in., 2011). Ta równowaga zostaje zachwiana, gdy ekosystemy ulegają uszkodzeniu, ponieważ zmagazynowany węgiel zostaje uwolniony, a jego naturalne pochłaniacze słabną. Zmiana użytkowania gruntów, taka jak karczowanie lub degradacja, przekształca pochłaniacze w źródła, a straty mogą być znaczne i długotrwałe (IPCC, 2023). Dobrym przykładem jest osuszanie torfowisk: wraz ze spadkiem poziomu wody torf jest narażony na działanie powietrza i przyspiesza utlenianie, następnie dochodzi do chronicznych emisji CO_2 i osiadania gruntu (Hooijer i in., 2010). Wpływ na wybrzeże jest podobny: zakłócanie lub przekształcanie namorzynów może mobilizować duże zasoby węgla w glebie, a w niektórych miejscach wpływać również na przepływy metanu (CH_4) i podtlenku azotu (N_2O), które razem potęgują zagrożenia klimatyczne (Donato i in., 2011; Adame i in., 2021).

Z tego powodu najskuteczniejszym pierwszym krokiem jest zachowanie nienaruszonych ekosystemów, unikanie emisji i ochrona węgla, który już jest zmagazynowany (IPCC, 2022). Tam, gdzie wystąpiły szkody, negatywny trend pomaga odwrócić rekultywacja: na przykład ponowne nawodnienie osuszonych torfowisk generalnie obniża emisję netto CO_2 i pomaga przywrócić ich funkcję pochłaniania, chociaż reakcje z udziałem metanu (CH_4) przebiegają różnie w zależności od ich miejsca i muszą być kontrolowane (Mander i in., 2023).

W większej skali rozwiązania oparte na naturze mogą przynieść do 2030 roku ok. 5–11,7 $GtCO_2e$ rocznie, podczas gdy opłacalne lądowe „naturalne rozwiązania klimatyczne” oszacowano na ok. 11,3 $GtCO_2e$ rocznie. Co najważniejsze, działania te muszą uzupełniać (a nigdy zastępować) procesy szybkich redukcji emisji paliw kopalnych z energetyki i przemysłu (Griscom i in., 2017; UNEP & IUCN, 2021; IPCC, 2022). Dobrze zaprojektowane systemy NbS przynoszą natychmiastowe korzyści, redukując ryzyko powodzi, chłodząc miasta, wspierając różnorodność biologiczną i wzmacniając źródła utrzymania, dzięki czemu przyczyniają się do łagodzenia skutków powodzi i adaptacji do nich (IPCC, 2022).

Rozwiązania oparte na naturze działają tylko tak dobrze jak ekosystemy, które za nimi stoją. Jeśli ekosystemy te będą się zmagać z rosnącym stresem klimatycznym, ich zdolność do dalszego pochłaniania i magazynowania węgla również osłabnie. Rola ekosystemów jako pochłaniaczy dwutlenku węgla zależy od wzajemnego oddziaływania ich wrażliwości, zdolności adaptacyjnych oraz skali presji klimatycznej, której doświadczają (Seddon i in., 2020; IPCC, 2023).

Ekosystemy, które mają absorbować dwutlenek węgla, same znajdują się pod coraz większą presją. Częstsze pożary, przedłużające się susze i inwazje szkodników mogą zakłócać proces magazynowania węgla w glebie i roślinności. Przewiduje się, że prawdopodobieństwo strat węgla z tego powodu będzie rosło w całym XXI wieku (Seidl i in., 2017; Anderegg i in., 2020). Starannie

zarządzane ekosystemy lepiej zatrzymują zgromadzony dwutlenek węgla i radzą sobie ze stresem klimatycznym (Pörtner i in., 2021), ale ich rola buforowa nie jest nieskończona. Dopóki paliwa kopalne będą odgrywać kluczową rolę w gospodarce światowej, podejścia oparte na naturze nie będą w stanie same udźwignąć ciężaru łagodzenia skutków zmian klimatu. Co więcej, wiele oszacowań potencjału łagodzenia skutków zmian klimatu przez rozwiązania oparte na naturze nie uwzględnia wprost wpływu zmian klimatu na stabilność ekosystemów ani roli interwencji zarządczych w zwiększaniu odporności ekosystemów (Fuss i in., 2018; Carton i in., 2020).

5.2. WDRAŻANIE ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE W CELU ŁAGODZENIA ZMIAN KLIMATU

Rozwiązania oparte na naturze nie generują automatycznie pozytywnych rezultatów tylko dlatego, że są określane jako „zielone" (UNEP & IUCN, 2021). W Indonezji i wielu innych krajach tropikalnych wykorzystywane w przemyśle celulozowo-papierniczym monokultury, takie jak plantacje eukaliptusów albo akacji, są często przedstawiane jako formy rekultywacji gruntów lub zwiększenia powierzchni lasów. W praktyce jednak systemy te mogą zastąpić naturalne lasy lub torfowiska o wysokiej bioróżnorodności (Brockerhoff i in., 2013). Systemy monokulturowe potrafią szybko sekwestrować dwutlenek węgla, są jednak zazwyczaj ubogie w gatunki i bardziej podatne na zaburzenia. Plantacje eukaliptusa są często przedstawiane w kontekście ich szybkiego wzrostu i możliwości absorpcji dwutlenku węgla. W praktyce jednak często borykają się z problemami szkodników i chorób, zarówno w regionach ich pochodzenia, jak i w krajach, w których są uprawiane na potrzeby przemysłowe (Brockerhoff i in., 2013; Widyati, 2022). Problemy te mogą zostać łatwo przeoczone, jeśli skupimy się tylko na tym, ile dwutlenku węgla może pochłonąć dana plantacja. Degradacja gleby, nierównowaga ekosystemów, a nawet konflikty z lokalnymi społecznościami dotyczące użytkowania gruntów to realne zagrożenia, którym często poświęca się znacznie mniej uwagi (Carton i in., 2020). Pokazuje to, że NbS nie mogą być traktowane wyłącznie jako rozwiązania techniczne, omawiane tylko na poziomie politycznym. Przeciwdziałanie zmianom klimatu nadal wymaga znacznego ograniczenia zużycia paliw kopalnych. Jednak sukces rozwiązań opartych na naturze zależy nie tylko od międzynarodowych strategii, lecz także od konkretnych działań podejmowanych na poziomie lokalnym. Proste czynności, takie jak sadzenie drzew, utrzymanie i powiększanie terenów zieleni wokół domów, przetwarzanie odpadów organicznych na kompost czy zachęcanie innych do poznania związków między klimatem a środowiskiem, przynoszą rzeczywiste efekty, nie są jedynie symboliczne. Równie ważne jest zachowanie krytycznego podejścia i sprawdzanie, czy projekt rzeczywiście odzwierciedla zasady oparte na naturze, czy jedynie przejmuje język zrównoważonego rozwoju.

Ratujemy nie tylko przyrodę, ale i siebie. Współpraca z naturą to jedna z najskuteczniejszych, najszerzej dostępnych i perspektywicznych odpowiedzi na kryzys klimatyczny.

Pytania sprawdzające:

1. Dlaczego w walce ze zmianami klimatu ważna jest ochrona naturalnych ekosystemów?
2. W jakim stopniu rozwiązania oparte na naturze mogą się przyczynić do redukcji globalnej emisji dwutlenku węgla do 2030 roku?
3. Dlaczego w projektowaniu NbS istotne jest włączenie społeczne?
4. Jakie proste działania można podjąć w lokalnych społecznościach, aby wspierać stosowanie NbS?

Bibliografia

Adame, M. F., Connolly, R. M., Turschwell, M. P., Lovelock, C. E., Fatoyinbo, T., Lagomasino, D., Goldberg, L. A., Holdorf, J., Friess, D. A., Sasmito, S. D., Sanderman, J., Sievers, M., Buelow, C., Kauffman, J. B., Bryan-Brown, D., & Brown, C. J. (2021). Future carbon emissions from global mangrove forest loss. *Global Change Biology*, *27*(12), 2856–2866. https://doi.org/10.1111/gcb.15571

Brockerhoff, E. G., Jactel, H., Parrotta, J. A., & Ferraz, S. (2013). Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. *Forest Ecology and Management*, *301*, 41–50. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.018

Carton, W., Lund, J. F., & Dooley, K. (2020). Undoing equivalence: Rethinking carbon accounting for just carbon removal. *Climate Policy*, *21*(9), 1173–1185. https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1829966

Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, *4*(5), 293–297. https://doi.org/10.1038/ngeo1123

Fuss, S., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Hilaire, J., Creutzig, F., Amann, T., Beringer, T., Oliveira Garcia W. de, Hartmann, J., Khanna, T., Luderer, G., Nemet, G. F., Rogelj, J., Smith, P., Vicente Vicente, J. L., Wilcox, J., Mar Zamora Dominguez, M. del, & Minx, J. C. (2018). Negative emissions. Part 2: Costs, potentials and side effects. *Environmental Research Letters*, *13*(6), 063002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9f

Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., Herrero, M., Kiesecker, J., Landis, E., Laestadius, L., Leavitt, S. M., Minnemeyer, S., Polasky, S., Potapov, P., Putz, F. E., Sanderman, J., Silvius, M., Wollenberg, E., & Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(44), 11645–11650. https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114

Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wösten, H., & Jauhiainen, J. (2010). Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, *7*(5), 1505–1514. https://doi.org/10.5194/bg-7-1505-2010

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC core writing team, H. Lee & J. Romero (Eds.)]. IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. IUCN.

Kauffman, J. B., Adame, M. F., Arifanti, V. B., Schile-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., Donato, D. C., Feller, I. C., Ferreira, T. O., Carmen Jesús García, M. del, MacKenzie, R. A., Megonigal, J. P., Murdiyarso, D., Simpson, L., & Hernández Trejo, H. (2020). Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients. *Ecological Monographs*, *90*(2), e01405. https://doi.org/10.1002/ecm.1405

Mander, Ü., Espenberg, M., Melling, L., & Kull, A. (2023). Peatland restoration pathways to mitigate greenhouse gas emissions and retain peat carbon. *Biogeochemistry*, *167*, 523–543. https://doi.org/10.1007/s10533-023-01103-1

Page, S. E., Rieley, J. O., & Banks, C. J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, *17*(2), 798–818. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x

Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W. L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T.,

Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A. L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D. C., Rogers, A. D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., & Ngo, H. T. (2021). *IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop Report on Biodiversity and Climate Change*. IPBES & IPCC. https://doi.org/10.5281/zenodo.4782538

Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A. J., Smith, A., & Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *375*(1794), 20190120. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120

Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M. J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T. A. & Reyer, C. P. O. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, *7*, 395–402. https://doi.org/10.1038/nclimate3303

United Nations Environment Programme & International Union for Conservation of Nature [UNEP & IUCN]. (2021). Nature-Based Solutions for Climate Change Mitigation. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/37318

Widyati, E. (2022). Soil degradation due to conversion from natural forests to monoculture plantations: effects on soil moisture, water balance, and nutrient cycling. *Forests*, *13*(11), 1913. https://doi.org/10.3390/f13111913

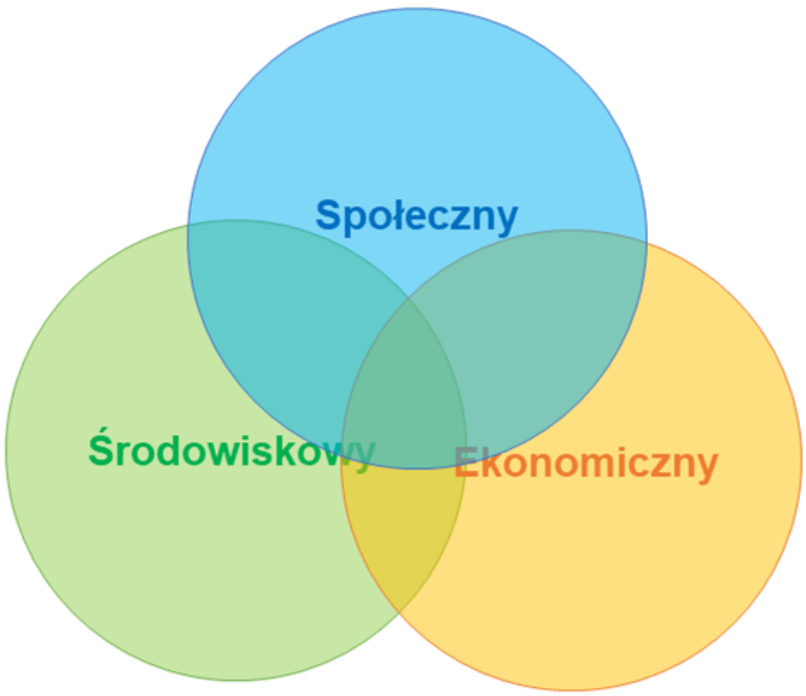
6. ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE I ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale przedstawiono koncepcję zrównoważonego rozwoju oraz zwrócono uwagę na fakt, że do realizacji wszystkich jego filarów mogą przyczyniać się z definicji rozwiązania oparte na naturze. Zostało to zilustrowane przykładami. Należy pamiętać, że w niektórych przypadkach konieczne może być wypracowanie kompromisów między poszczególnymi filarami zrównoważonego rozwoju.

Czego się dowiesz:
- Podstawowe informacje na temat idei zrównoważonego rozwoju.
- W jaki sposób rozwiązania oparte na naturze mogą przynosić korzyści filarom zrównoważonego rozwoju.
- Przy stosowaniu rozwiązań opartych na naturze konieczne może być również wypracowanie kompromisów.

6.1. IDEA I TEORIA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Idea zrównoważonego rozwoju sięga końca lat sześćdziesiątych XX wieku (Adams, 2006). Z biegiem czasu jego definicja ewoluowała. Zasadniczo przyjmuje się, że zrównoważony rozwój opiera się na trzech głównych filarach – środowiskowym, społecznym i gospodarczym (rysunek 6.1). Jednak obecnie w literaturze wskazuje się często także na czwarty filar – instytucjonalny, wynikający ze świadomości, że zrównoważony rozwój nie może zostać wdrożony racjonalnie bez udziału odpowiedzialnych instytucji.



Rysunek 6.1. Trzy podstawowe filary zrównoważonego rozwoju (na podstawie Adams, 2006)

Przyjęcie przez Organizację Narodów Zjednoczonych 17 celów zrównoważonego rozwoju (SDGs) stanowi bardzo ambitną wizję transformacji naszej planety. Jak wspomniano wcześniej (patrz rozdział 4. „Międzynarodowe inicjatywy i konwencje"), rozwiązania oparte na naturze są uważane za pomocne w podejmowaniu tych wyzwań (UNEP, 2022). Istnieje jednak pilna potrzeba zintensyfikowania naszych działań, ponieważ „jesteśmy daleko od osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju" (Goodman, 2023, s. v).

6.2. W JAKI SPOSÓB ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE MOGĄ SIĘ PRZYCZYNIĆ DO OSIĄGNIĘCIA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Rozwiązania oparte na naturze z definicji powinny „przynosić korzyści zarówno ludziom, jak i naturze", a zatem z założenia mają potencjał wspierania zrównoważonego rozwoju (por. rozdział 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze") i mogą przynosić korzyści jego wszystkim trzem filarom.

6.2.1. Korzyści dla rozwoju środowiska

Jednym z najważniejszych celów rozwiązań opartych na naturze, uwzględnionym również w kryterium nr 3 globalnego standardu IUCN dotyczącego NbS (IUCN, 2020; patrz rozdział 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze"), jest osiągnięcie dzięki nim wymiernego wzrostu różnorodności biologicznej. Jednak rozwiązania te mogą przynosić korzyści również w zakresie innych celów środowiskowych, takich jak zwalczanie zanieczyszczenia lub wspieranie sekwestracji dwutlenku węgla.

Dobrym przykładem działań korzystnych dla rozwoju środowiska może być renaturyzacja koryta rzeki Allan Water i siedlisk nadbrzeżnych w Szkocji przeprowadzona w ramach studiów przypadków projektu MERLIN (https://project-merlin.eu/), finansowanego z programu Horyzont 2020. Celem była renaturyzacja górnego biegu rzeki, który został znacznie zmieniony w XIX wieku, oraz ograniczenie ryzyka powodziowego w miastach położonych w jej dolnym biegu. Zastosowano różne środki, w tym instalację w korycie rzeki konstrukcji drewnianych, sadzenie drzew nadbrzeżnych oraz usunięcie części wału przeciwpowodziowego w celu ponownego połączenia rzeki z jej terenami zalewowymi. Dążono m.in. do przywrócenia naturalnych brzegów rzeki i ich roślinności, a także przyległych terenów podmokłych i terenów zalewowych oraz ograniczenia powodzi w dolnym biegu rzeki poprzez zatrzymywanie wody w górnym zlewisku. Szczególnie ważne było także wywarcie pozytywnego wpływu na rodzimą różnorodność biologiczną poprzez zapewnienie siedlisk i schronień dla ryb, ptaków brodzących i innych gatunków (rysunek 6.2).



Rysunek 6.2. Przekształcony kanał rzeki Allan Water w Szkocji. Duże fragmenty drewna wykorzystano do wzmocnienia brzegów i nasadzeń drzew nadbrzeżnych w celu spowolnienia przepływu podczas powodzi i zapewnienia cienia dla koryta rzeki (fot. Axel Schwerk, 2023)

6.2.2. Korzyści dla rozwoju gospodarczego

Kryterium nr 4 globalnego standardu IUCN dotyczącego NbS (IUCN, 2020) stanowi, że rozwiązania te powinny być opłacalne ekonomicznie, co podkreśla znaczenie filaru ekonomicznego zrównoważonego rozwoju. Jednak rozwiązania oparte na naturze mogą przyczyniać się nawet do rozwoju gospodarczego.

Na przykład Chausson i in. (2024) stwierdzają, że „rozwiązania oparte na naturze mogą znacząco przyczynić się do ożywienia gospodarczego poprzez stymulowanie produkcji gospodarczej i tworzenie miejsc pracy".

González-García i in. (2025) przeanalizowali 83 rozwiązania oparte na naturze zastosowane w Alpach pod kątem dodatkowych korzyści. Ogólnie rzecz biorąc, każde 1 euro zainwestowane w analizowane rozwiązania przyniosło zwrot w wysokości 2,8 euro. Najcenniejszą usługą ekosystemową świadczoną przez rozwiązania oparte na naturze było zgodnie z tym badaniem łagodzenie skutków powodzi, a następnie regulacja klimatu, łagodzenie skutków fal upałów i ochrona przed osuwiskami.

6.2.3. Korzyści dla rozwoju społecznego

Rozwiązania oparte na naturze przyczyniają się często do rozwoju społecznego – jest to jeden z głównych celów lub dodatkowa korzyść wynikająca z ich wdrożenia. Na przykład działania mające na celu poprawę warunków ekologicznych i prowadzące do wzrostu netto różnorodności biologicznej bardzo często prowadzą do powstania obszarów o wysokiej wartości edukacyjnej i rekreacyjnej.

Kilka projektów poprawiających jednocześnie walory rekreacyjne zostało opisanych w pracy Golfieri i in. (2017), gdzie przedstawiono korzyści wynikające z renaturyzacji rzek w całej Europie. Na przykład usunięcie/cofnięcie sztucznych wałów przeciwpowodziowych w celu ponownego połączenia terenów zalewowych, które przyniosło korzyści makrobezkręgowcom i rybom, miało również pozytywny wpływ na walory rekreacyjne, a likwidacja przepustów pod rzeką poprawiła walory krajobrazowe. Wielozadaniowy projekt renaturyzacji miał na celu złagodzenie erozji koryta rzeki, poprawę warunków ekologicznych, a także ułatwienie dostępu do rzeki w celach rekreacyjnych.

W przypadku rozwiązań opartych na naturze monitorowanych w ramach studiów przypadków projektu MERLIN finansowanego z programu Horyzont 2020 kilka projektów zaowocowało powstaniem dodatkowych tras do aktywnej turystyki, a inne wpłynęły na poprawę warunków życia i dostępu do odtworzonego środowiska naturalnego lub zwiększenie estetyki otoczenia (Schwerk i in., 2025). Na przykład przywrócenie terenów podmokłych Hutovo Blato w Bośni i Hercegowinie (rysunek 6.3) spowodowało wyraźną poprawę ich wizualnej atrakcyjności, sprzyjającą dobremu samopoczuciu i pozytywnemu postrzeganiu przyrody przez okolicznych mieszkańców.



Rysunek 6.3. Malowniczy krajobraz terenów podmokłych Hutovo Blato w Bośni i Hercegowinie (fot. Axel Schwerk, 2022)

6.3. KWESTIA KOMPROMISÓW

Rozwiązania oparte na naturze mają duży potencjał, jeśli chodzi o przynoszenie wielu korzyści, trzeba się jednak pogodzić z faktem, że w niektórych sytuacjach konieczne może być wypracowanie kompromisów między poszczególnymi celami zrównoważonego rozwoju. Problem ten został już poruszony w kryterium nr 6 globalnego standardu IUCN dotyczącego rozwiązań opartych na naturze (IUCN, 2020; patrz rozdział 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze"), gdzie wspomniano, że rozwiązania oparte na naturze „zapewniają równowagę między osiągnięciem ich głównych celów a ciągłym dostarczaniem wielu korzyści".

Na przykład w ramach projektu badającego wpływ rozwiązań opartych na naturze wdrożonych w 18 studiach przypadków (projekt MERLIN, program Horyzont 2020) widoczne były kompromisy między kryteriami dotyczącymi zrównoważonych systemów rolniczych (Farm2Fork), ponieważ zmniejszyła się powierzchnia gruntów dostępnych dla produkcji rolnej, oraz wskaźnikami zerowego zanieczyszczenia w projektach renaturyzacji torfowisk i terenów podmokłych. To ostatnie może być jednak krótkoterminową reakcją na wdrożenie środków renaturyzacyjnych (Schwerk i in., 2025). W ramach swojego przeglądu Chasson i in. (2024) za najczęstsze uznali kompromisy między różnorodnością biologiczną a dochodami lub rentownością. Opisali kilka mechanizmów odpowiedzialnych za tę sytuację, obejmujących: ograniczenie wykorzystania zasobów naturalnych na obszarach przeznaczonych do ochrony, niższą

rentowność metod produkcji opartych na naturze, wysokie koszty wdrożenia lub pracy oraz nieodpowiedni projekt interwencji lub zarządzanie skoncentrowane na krótkoterminowych zyskach – to ostatnie może prowadzić do negatywnego wpływu na różnorodność biologiczną (np. z powodu nadmiernej ekoturystyki). Ponadto ochrona ekosystemów może powodować nasilenie konfliktów między ludźmi a dziką przyrodą, co może skutkować zmniejszeniem plonów.

Świadomość możliwych kompromisów jest ważna dla praktycznej realizacji projektów opartych na rozwiązaniach przyrodniczych, ponieważ bardzo często bierze w nich udział wiele zainteresowanych stron. Interesariusze, na których projekt ma negatywny wpływ, są najbardziej skłonni do jego negatywnej oceny. Analizując rozwiązania oparte na naturze, których celem jest łagodzenie zmian klimatycznych, Mariani i in. (2024) doszli do wniosku, że istnieje potrzeba identyfikacji możliwych kompromisów i ich uwzględnienia w procesach decyzyjnych. Ponieważ są one często nieuniknione, bardzo ważne jest jasne zdefiniowanie pożądanych celów przed wdrożeniem rozwiązania opartego na naturze (patrz rozdział 8. „Proces wdrażania rozwiązań opartych na naturze”).

Rozwiązania oparte na naturze mają duży potencjał, jeśli chodzi o przynoszenie wielu korzyści, ale ich zastosowanie może wymagać wypracowania kompromisów pomiędzy różnymi celami zrównoważonego rozwoju.

Pytania sprawdzające:
1. Jakie są filary zrównoważonego rozwoju?
2. W jaki sposób rozwiązania oparte na naturze mogą przyczynić się do rozwoju społecznego?
3. Dlaczego podczas wdrażania rozwiązań opartych na naturze należy mieć na uwadze możliwe kompromisy?

Bibliografia

Adams, W. M. (2006). *The future of sustainability. Re-thinking environment and development in the twenty-first century*. The World Conservation Union. http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustanability.pdf [dostęp: 15.11.2011].

Chausson, A., Smith, A., Reger, R. Z.-Z., O’Callaghan, B., Mori Clement, Y, Zapata, F., & Seddon, N. (2024). Harnessing nature-based solutions for economic recovery: A systematic review. *PLOS Climate*, *3*(10). e0000281. https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000281

Golfieri, B., Mason, E., Goltara, A., & Silver, E. (2017). *Benefits of European river restoration schemes: An analysis of 13 case studies aiming to integrate improvement of ecological conditions and flood risk mitigation*. Wetlands International – European Association; Italian Centre for River Restoration (CIRF).

González-García, A., Palomo, I., Codemo, A., Rodeghiero, M., Dubo, T., Vallet, A., & Lavore, S. (2025). Co-benefits of nature-based solutions exceed the costs of implementation. *Cell Reports Sustainability*, *2*, 100336. https://doi.org/10.1016/j.crsus.2025.100336

Goodman, D. (2023). *Seven years to save nature and people: a proposed set of policies and actions for the SDG Summit*. IUCN.

International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. IUCN.

Mariani, G., Moullec, F., Atwood, T. B., Clarkson, B., Conant, R. T., Cullen-Unsworth, L., Griscom, B., Gutt, J., Howard, J., Krause-Jensen, D., Leavitt, S. M., Lee, S. Y., Livesley, S. J., Macreadie, P. I., St-John, M., Zganjar, C., Cheung, W. W. L., Duarte, C. M., Shin, Y.-J., Singh, G. G., Loiseau, N., Troussellier,M., & Mouillot, D. (2024). Co-benefits of and trade-offs between natural climate solutions and Sustainable Development Goals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *22*(10), e2807. https://doi.org/10.1002/fee.2807

Schwerk, A., Carvalho, L., Spears, B., Williamson, J., Pott, L., Kajner, P., Okruszko, T., Ádám, S., Baattrup-Pedersen, A., Balogh, P., Bañares, I., Barbosa, H., Beranen, L. L., Boets, P., Cardoso, S., Colls, M., Duarte, G., Ecke, F., Ecker, T., Elosegi, A., Eklöf, K., Erős, T., Ferreira, M. T., Forio, M. A., Fuchs, F., Gerisch, M., Gerner, N., Goethals, P., Grossman, M., Grygoruk, M., Henriques, V., Hershkovitz, Y., Ibrahim, A., Jarak, M., Karnatz, S., Katz, A., Kelderman, S., Kempter, I., Lourenço, F., Michelitsch, S.-S., Mutinova, P., Olszewska, J., Ónodi, G., Parada-Santiago, N., Payne, R., Peponi, A., Pickard, A., Portela-Pereira, E., Provan,N., Puiu, I., Rankinen, K., Ratner, T., Rodríguez-González, P. M., Ronkainen, T., Ronkanen, A.-K., Santos, L., Schneider, A., Scrieciu, A., Segurado, P., Tallósi, B., Trandziuk, P., Udklit, L., & Birk, S. (2025). *Manuscript and policy briefing evaluating success of large landscape-scale restoration* (EU H2020 research and innovation project MERLIN Deliverable 1.6). https://project-merlin.eu/files/merlin/downloads/deliverables/MERLIN_D1.6_CS_ImpactEvaluation_May2025.pdf [dostęp: 19.06.2025].

United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). https://docs.un.org/en/A/RES/70/1 [dostęp: 26.08.2025].

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2022). *Nature-based Solutions: Opportunities and Challenges for Scaling Up*. UNEP.

7. ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE I ARCHITEKTURA KRAJOBRAZU

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale scharakteryzowano różne definicje krajobrazu. Określono współczesną rolę architekta krajobrazu, aby wskazać na związki pomiędzy praktyką projektowania krajobrazu a koncepcją NbS. Opisano rozwiązania oparte na naturze często stosowane przez architektów krajobrazu w celu rozwiązywania problemów środowiskowych w kontekście zrównoważonego rozwoju.

Czego się dowiesz:
- Definicje krajobrazu.
- Rola architekta krajobrazu w projektowaniu.
- Kluczowe problemy środowiskowe i klimatyczne.
- Cele i zadania architekta krajobrazu.
- Popularne rozwiązania oparte na naturze stosowane w projektach architektury krajobrazu.

7.1. DEFINICJA KRAJOBRAZU

Krajobraz to pojęcie wielowymiarowe, co wynika ze złożoności jego natury. Z tego powodu jest przedmiotem zainteresowań wielu dziedzin i dyscyplin zarówno naukowych, jak i praktycznych. Ponieważ każda z tych dyscyplin posługuje się własnym systemem założeń/aksjomatów, na których opiera wywody naukowe, oraz swoistymi narzędziami badawczo-analitycznymi, inaczej definiuje pojęcie krajobrazu. Gdyby przeprowadzić całościowy przegląd literatury przedmiotu, mogłoby się okazać, że możliwe jest znalezienie setek różnorodnych definicji krajobrazu. Poniżej przywołano tylko te praktyczne i prawne, odnoszące się do praktyki zawodowej, ale też do podstaw naukowych badań nad krajobrazem.

W ramach prawa europejskiego krajobraz zdefiniowany został w europejskiej konwencji krajobrazowej (Council of Europe, 2000). Nazwano tak postrzegany przez ludzi obszar, którego charakter wynika z interakcji czynników i/lub procesów przyrodniczych i czynników antropogenicznych. W takim ujęciu

krajobraz jest pojęciem w pewnym stopniu subiektywnym, ponieważ odnosi się do tego, co odczuwają i percypują użytkownicy przestrzeni. Podmiotem jest tu człowiek, którego proces postrzegania konstytuuje krajobraz.

Definicja ta odnosi się do relacji człowieka/obserwatora z jego otoczeniem, na co zwracano uwagę w naukach humanistycznych. To najbardziej tradycyjne ujęcie było podstawą definicji przyjętej przez UNESCO w konwencji o ochronie dziedzictwa przyrodniczego i kulturalnego z 1972 roku. Użyto w niej pojęcia krajobrazu kulturowego jako wspólnego dzieła człowieka i natury (UNESCO, 1972). Krajobraz jest tu wyrazem rozwoju cywilizacji i układu osadniczego kształtującego się w warunkach określonego potencjału środowiska przyrodniczego, który sprzyja temu rozwojowi lub go ogranicza. W rozważaniach tych krajobraz stanowi zapis dziejów ludzkości. Jeszcze dalej posuniętą subiektywizację tego pojęcia wprowadza psychologia w koncepcji fenomenologicznej. Krajobraz jest tu definiowany jako oswojona przestrzeń, wypełniona znaczeniami i wartościami emocjonalnymi. To już nie tylko widziana oczami ludzkimi struktura materialna, lecz także zbiór znaczeń i emocji przypisanych do danego miejsca (Norberg-Schulz, 1980).

Na przeciwległym biegunie definiowania krajobrazu znajdują się rozważania wprowadzone w geografii fizycznej, a pochodzące z teorii systemów. Dziedzina ta dąży do obiektywizacji pojęcia krajobrazu i mianem tym określa trójwymiarowy wycinek powierzchni Ziemi z jej zależnymi od siebie składowymi: rzeźbą terenu, wodami, roślinnością, klimatem. Współdziałając ze sobą, składowe te tworzą jednostki zwane geosystemami, które składają się na jednostkę nadrzędną, jaką jest krajobraz naturalny. Nakłada się na to działalność człowieka. Współdziałanie geosystemów i ludzi prowadzi do formowania się krajobrazu kulturowego. Takie ujęcie krajobrazu proponował już Passarge (1922), a w ślad za nim inni badacze krajobrazu z dziedziny geografii, m.in. Kondracki (2002).

Krajobraz jest też przedmiotem zainteresowania ekologii, w ramach której badane są struktury, przepływ materii (w tym organizmów) i energii w przestrzeni. Krajobraz ekologiczny to zatem zróżnicowany obszar lądowy składający się z mozaiki powiązanych ze sobą ekosystemów (np. lasów, łąk, wsi), który charakteryzuje się określoną strukturą i procesami (Forman i Godron, 1986). W ślad za tym przyjęto, że układ lub inaczej mozaika ekosystemów powiązanych ze sobą tworzy krajobraz ekologiczny (np. Richling i Solon, 1996). U podstaw stosowania rozwiązań opartych na naturze leżą szczególnie te dwa ostatnie ujęcia.

7.2. DEFINICJE I CELE ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU

Architektura krajobrazu to dyscyplina naukowa i praktyczna łącząca wszystkie opisane powyżej ujęcia krajobrazu. Jej obecna interdyscyplinarna natura jest efektem wielowiekowego rozwoju i ewolucji sztuki ogrodowej. Po raz pierwszy

pojęcia „architektura krajobrazu" użył w XIX wieku Frederick Law Olmsted, który postrzegał tę profesję jako formę „urbanistyki sanitarnej", mającej na celu zapewnienie dobrostanu mieszkańcom miast (Olmsted, 1900).

W drugiej połowie XX wieku dyscyplina ta ewoluowała w stronę kompleksowego kształtowania otoczenia człowieka. Przedmiotem działań architekta krajobrazu stało się środowisko przyrodnicze wraz z jego kluczowymi komponentami, takimi jak rzeźba terenu, zasoby wodne, gleba czy klimat. Ian McHarg (1969) w swojej fundamentalnej pracy pt. „Design with nature" sformułował zasady ekologicznego podejścia do projektowania, opartego na dogłębnej analizie składowych środowiska. Architektura krajobrazu przeistoczyła się z tradycyjnego ogrodnictwa w interdyscyplinarny zawód inżynieryjny o szerokich kompetencjach.

Międzynarodowa Federacja Architektów Krajobrazu (IFLA) wskazuje, że współczesna architektura krajobrazu zajmuje się planowaniem, projektowaniem oraz zarządzaniem przestrzenią w różnych skalach – od zurbanizowanej po pozamiejską. Taki zakres działań wymaga syntezy wiedzy z zakresu nauk humanistycznych, społecznych i przyrodniczych oraz inżynierii i sztuk pięknych. Umożliwia to kreowanie harmonijnej przestrzeni, zapewniającej wysoką jakość życia przy jednoczesnym zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju oraz dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego (IFLA, 2017). Współczesny projektant musi zatem łączyć wielodyscyplinarną wiedzę naukową z umiejętnościami technicznymi i wrażliwością artystyczną, aby tworzyć zdrowe, funkcjonalne i estetyczne środowisko dla obecnych oraz przyszłych pokoleń (IFLA, 2017).

Architekci krajobrazu, kierując się zasadami zrównoważonego rozwoju, realizują obecnie wieloaspektowe cele zawodowe:

- społeczne: budowanie otoczenia sprzyjającego zdrowiu i dobrostanowi (well-being), a także dbanie o inkluzywność i dostępność przestrzeni dla osób o szczególnych potrzebach;
- kulturowe: ochrona dziedzictwa oraz odtwarzanie tożsamości miejsca (*genius loci*);
- ekonomiczne: zwiększanie wartości nieruchomości poprzez wysoką jakość krajobrazu, wspieranie rozwoju turystyki oraz racjonalne gospodarowanie zasobami (energooszczędność, retencja wody);
- środowiskowe: rozwiązywanie globalnych problemów, takich jak adaptacja do zmian klimatu, przeciwdziałanie utracie różnorodności biologicznej oraz rekultywacja zdegradowanych zasobów wodnych i glebowych (Zeunert, 2017; ASLA, 2022).

Przyjmując te cele za fundament działań w dynamicznie zmieniającym się środowisku, architekt krajobrazu zobowiązany jest do projektowania zintegrowanego. Takie podejście przypisuje mu wiodącą rolę w interdyscyplinarnych zespołach projektowych kształtujących współczesną przestrzeń.

Wielowymiarowe cele zawodowe architektów krajobrazu opierają się na zasadach zrównoważonego rozwoju.

7.3. ZWIĄZKI ARCHITEKTURY KRAJOBRAZU I KONCEPCJI NATURE-BASED SOLUTIONS

W tradycyjnym ujęciu rola architekta krajobrazu polegała na dbałości o walory estetyczne przestrzeni użytkowanej przez społeczeństwo. W obliczu znacznego rozszerzenia jego celów zawodowych konieczne stało się przyjęcie zrównoważonego podejścia do projektowania. Choć dobrostan człowieka pozostaje w centrum zainteresowania architektów krajobrazu, współczesne projekty muszą równoważyć cele społeczne, ekonomiczne oraz – w coraz większym stopniu – środowiskowe. Z tego powodu istotnym fundamentem kształtowania przestrzeni stały się narzędzia inżynierii środowiska.

W ostatniej dekadzie szczególnie przydatna staje się koncepcja rozwiązań opartych na naturze. Podejście to uzupełnia warsztat projektowy architekta krajobrazu w zakresie realizacji celów ekologicznych, zwłaszcza dotyczących adaptacji do zmian klimatu (European Commission, 2015). W procesie projektowym szczególną uwagę poświęca się ograniczaniu występowania miejskiej wyspy ciepła oraz oszczędności energii, szczególnie w środowisku wysokozurbanizowanym. W skali planistycznej nacisk kładziony jest na budowanie korytarzy napowietrzających oraz zachowanie ciągłości terenów przyrodniczych w ramach zielonej infrastruktury (Benedict & McMahon, 2006). W skali lokalnej natomiast stosuje się takie rozwiązania, jak ogrody na dachach, ogrody wertykalne oraz parki kieszonkowe, które umożliwiają zagospodarowanie nawet najmniejszych fragmentów dostępnej przestrzeni miejskiej.

Kolejnym kluczowym wyzwaniem jest poszukiwanie rozwiązań inżynieryjnych wspierających zrównoważoną gospodarkę wodną, której celem jest niwelowanie antropogenicznych zakłóceń w cyklu hydrologicznym. Dąży się do zwiększenia lokalnej retencji oraz infiltracji wód opadowych w miejscu ich występowania (Fletcher i in., 2015). Ogranicza się zużycie wody w systemach nawadniania poprzez stosowanie obiegu zamkniętego w zbiornikach wodnych

oraz wykorzystywanie zgromadzonych wód deszczowych zamiast zasobów podziemnych. Do popularnych rozwiązań należą nawierzchnie przepuszczalne wykonane z materiałów naturalnych, niecki retencyjne oraz ogrody deszczowe.

Bardzo istotnym elementem projektowania jest ochrona różnorodności biologicznej, w tym rodzimej flory i fauny. Kluczowe zadanie stanowi odtwarzanie siedlisk, gdyż przekształcanie sposobu użytkowania gruntów jest jednym z głównych czynników zagrażających bioróżnorodności (United Nations, 1992). Realizacji tych celów służy rozwijana w miastach błękitno-zielona infrastruktura. Zapewnienie ciągłości systemu przyrodniczego oraz tworzenie optymalnych warunków do bytowania, rozrodu i zimowania zwierząt, roślin oraz grzybów to zadania, które uzupełniają obecnie tradycyjną rolę specjalistów od architektury krajobrazu.

Przy doborze roślinności promuje się wykorzystanie gatunków rodzimych, dostosowanych do potencjału danego siedliska, co wspiera naturalne procesy ekosystemowe. Równie ważne jest eliminowanie niepożądanych gatunków inwazyjnych, które zagrażają lokalnej równowadze ekologicznej, powodują straty w gospodarce i mogą negatywnie wpływać na społeczeństwo (IUCN, 2020).

Ze względu na stałe poszukiwanie nowych idei i technologii istotnym filarem architektury krajobrazu zintegrowanej z koncepcją NbS pozostaje prowadzenie badań naukowych, które umożliwiają weryfikację skuteczności wdrażanych rozwiązań oraz znajdowanie nowych.

7.4. W JAKI SPOSÓB ARCHITEKTURA KRAJOBRAZU PRZYCZYNIA SIĘ DO ROZWOJU I WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

Po przełomie w myśleniu o zawodzie architekta krajobrazu, jakim stała się koncepcja „projektowania z naturą" wprowadzająca podejście ekosystemowe do planowania przestrzennego (McHarg, 1969), rola tych specjalistów we wdrażaniu i rozwijaniu rozwiązań opartych na naturze wciąż się zwiększa. Działając na styku sztuki, nauk społecznych, inżynierii i ekologii, architektura krajobrazu stanowi pomost między teoretycznymi koncepcjami ekologicznymi a ich praktyczną implementacją do tkanki miejskiej. Operujący w przestrzeni otwartej, inaczej: ekosystemach, i posługujący się w dużej mierze tworzywem przyrodniczym, takim jak roślinność, wody, gleby czy rzeźba terenu, architekci krajobrazu wpływają na modyfikację procesów ekologicznych.

Architekci krajobrazu mogą obecnie odgrywać kluczową rolę w procesie wdrażania NbS. Wpływają na zarządzanie wodą opadową, np. poprzez projektowanie ogrodów deszczowych i systemów retencyjnych, które minimalizują ryzyko powodzi miejskich (Zhu i in., 2019; Pramit i in., 2021). Pomagają ograniczać zjawisko miejskiej wyspy ciepła dzięki planowaniu systemu

terenów zieleni. Projektują ogrody na powierzchniach architektonicznych, co pozwala obniżać temperaturę w miastach (Seddon i in., 2020). Wreszcie architekci krajobrazu dbają o różnorodność biologiczną, przekształcając przestrzenie opuszczone i nieużytki w miastach w tereny wypoczynkowe atrakcyjne dla mieszkańców, przy zachowaniu istniejącej zieleni, co zwiększa akceptację dla „dzikiej" przyrody w miastach. Modernizując przestrzenie miejskie, wpływają na odbudowywanie i poszerzanie siedlisk różnorodności biologicznej. W części praktycznej niniejszego podręcznika przedstawiono przykłady koncepcji projektowych oraz projektów już wdrożonych, w których wykorzystano rozwiązania oparte na naturze.

Pytania sprawdzające:

1. Jak krajobraz jest definiowany w europejskiej konwencji krajobrazowej?
2. Na jakie cztery podstawowe aspekty ukierunkowane są cele zawodowe architektów krajobrazu?
3. W kontekście jakich kluczowych wyzwań istotne są bliskie związki między architekturą krajobrazu a rozwiązaniami opartymi na naturze?

Bibliografia

American Society of Landscape Architects [ASLA]. (2022). ASLA fund climate action plan: 2022–2025. https://www.asla.org/focus-areas/climate-biodiversity-action/climate-and-biodiversity-action-plan-(2026-2030) [dostęp: 20.09.2025].

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.

Council of Europe. (2000). *European Landscape Convention*. https://rm.coe.int/1680080621 [dostęp: 20.09.2025].

European Commission. (2015). *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities*. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2777/76544 [dostęp: 20.02.2026].

Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.-L., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, *12*(7), 525–542. https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314

Forman, R. T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. John Wiley & Sons.

International Federation of Landscape Architects [IFLA]. (2017). *IFLA/UNESCO charter for landscape architectural education*. https://www.iflaeurope.eu/assets/docs/E1_IFLA-UNESCO_Charter_for_Landscape_Architectural_Education_2017_with_IFLA_Europe_addenda_2017_1.pdf [dostęp: 20.02.2026].

International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2020). *Global standard for nature-based solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en

Kondracki, J. (2002). *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

McHarg, I. L. (1969). *Design with nature*. Natural History Press.

Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius loci: Towards a phenomenology of architecture*. Rizzoli.

Olmsted, F. L. (1900). *Public parks and the enlargement of towns* [reedycja z 1870]. Riverside Press.

Passarge, S. (1922). *Die Landschaftsgürtel der Erde*. Ferdinand Hirt.

Pramit, D., Debasish, S., & Gunturi, E. (2021). Assessment of urban flood vulnerability using an integrated multicriteria decision-making approach. *Journal of Hydrology, 595,* 126038. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126038

Richling, A., & Solon, J. (1996). *Ekologia krajobrazu*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A., Smith, A., & Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *375*(1794), 20190120. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120

United Nations. (1992). *Convention on Biological Diversity*. https://www.cbd.int/convention/text/ [dostęp: 20.02.2026].

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (1972). *Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage*. https://whc.unesco.org/en/conventiontext/ [dostęp: 20.02.2026].

Zeunert, J. (2017). *Landscape architecture and environmental sustainability: Creating regenerative design*. Bloomsbury Publishing.

Zhu, Z., Chen, X., & Xu, Z. (2019). Sponge City strategy in China: A review of the context design concepts, and case studies. *Water*, *11*(5), 937. https://doi.org/10.3390/w9090594

Część B:

PRAKTYCZNA

8. PROCES WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale opisano podstawowe etapy planowania i wdrażania rozwiązań opartych na naturze, w tym najważniejsze możliwe pułapki i problemy. Informacje uzupełniono studiami przypadków.

Czego się dowiesz:
- Podstawowe etapy wdrażania rozwiązań opartych na naturze.
- Najważniejsze pułapki i problemy.
- Studia przypadków.

8.1. ETAPY WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

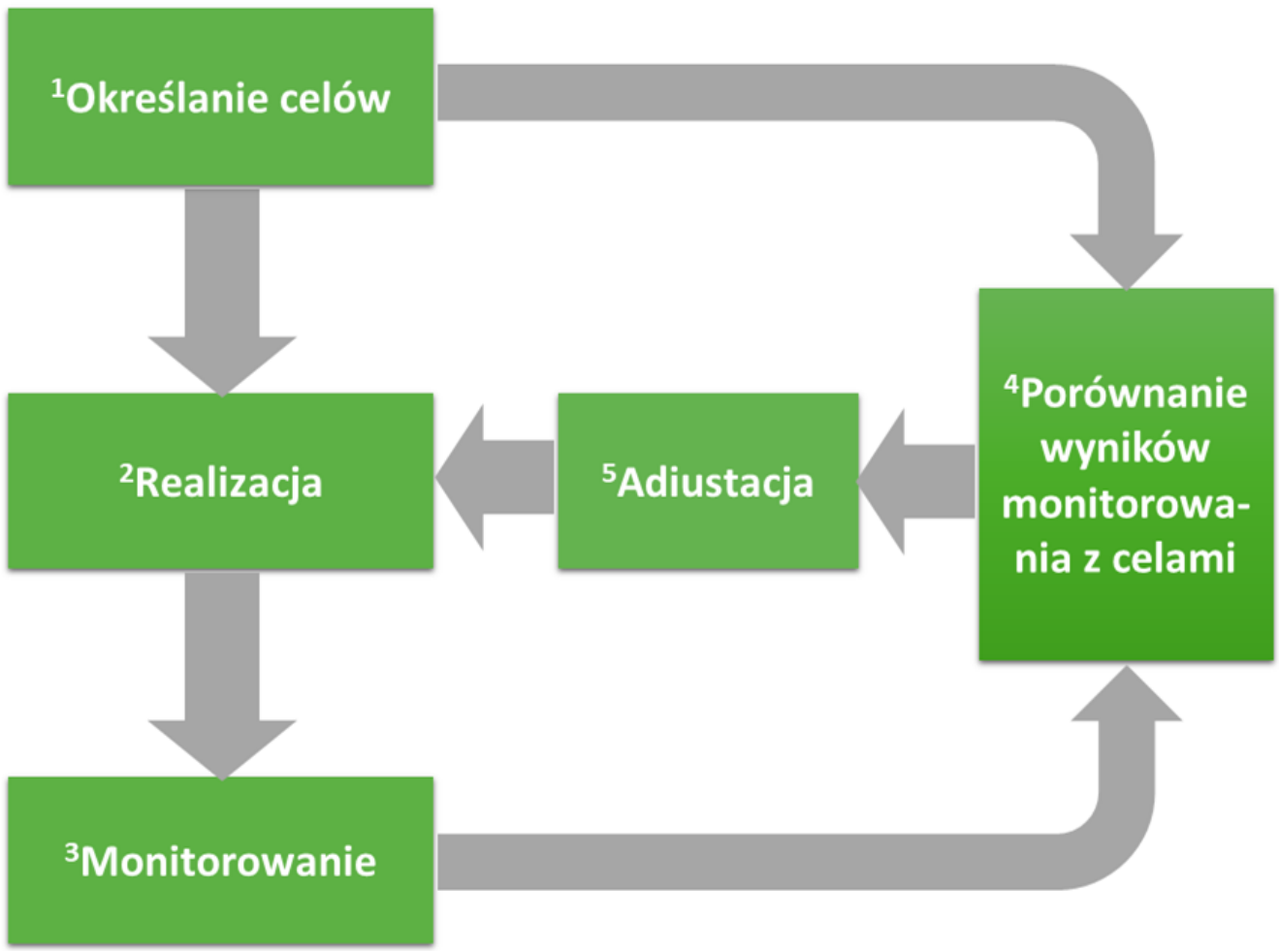
Proces wdrażania rozwiązania opartego na naturze można podzielić na kilka podstawowych etapów (rysunek 8.1). Albert i in. (2021) wymieniają sześć kroków koniecznych do realizacji rozwiązania opartego na naturze: wspólne zdefiniowanie warunków; świadomość wyzwań; stworzenie wizji i scenariuszy; ocena potencjalnych skutków; opracowanie strategii rozwiązania oraz realizacja i monitorowanie – pięć pierwszych należy wykonać przed wdrożeniem.



Rysunek 8.1. Podstawowe etapy wdrażania rozwiązań opartych na naturze (opracowanie własne)

Jak piszą Cohen-Shacham i in. (2016, s. 5), nadrzędnym celem rozwiązań opartych na naturze jest „wspieranie realizacji celów rozwojowych społeczeństwa i ochrona dobrobytu ludzi w sposób odzwierciedlający wartości kulturowe i społeczne oraz zwiększający odporność ekosystemów, ich zdolność do odnowy i świadczenia usług. Rozwiązania oparte na naturze mają na celu sprostanie głównym wyzwaniom społecznym, takim jak bezpieczeństwo żywnościowe, zmiana klimatu, bezpieczeństwo wodne, zdrowie ludzkie, ryzyko katastrof, rozwój społeczny i gospodarczy". Jednak każde rozwiązanie oparte na naturze jest inne i ma cechy charakterystyczne. Dlatego podczas fazy planowania bardzo ważne jest określenie konkretnych celów i zadań, które mają zostać osiągnięte dzięki danemu rozwiązaniu. Jak wykazano w ramach projektu MERLIN finansowanego z programu Horyzont 2020 (https://project-merlin.eu/), bardzo pomocne przy określaniu głównych i drugorzędnych celów danego projektu może być wykorzystanie teorii zmiany (Pott i in., 2025). Teoria zmiany (Weiss & Connell, 1995) to ustrukturyzowane podejście wskazujące na relacje między interwencjami projektowymi a celami długoterminowymi. Bardzo ważne jest również zaangażowanie od samego początku wszystkich interesariuszy. Według Alberta i in. (2021) już pierwszy krok, czyli wspólne zdefiniowanie warunków, realizowany jest we współpracy z interesariuszami.

Po zaplanowaniu rozwiązania opartego na naturze i spełnieniu wszystkich niezbędnych warunków wstępnych należy skupić się na jego odpowiednim wdrożeniu. Ważnym etapem wdrożenia rozwiązań opartych na naturze jest zarządzanie adaptacyjne („ustrukturyzowany, iteracyjny proces podejmowania solidnych decyzji"; Wikipedia, 2026), tj. dostosowanie środków do pożądanych celów, określonych np. za pomocą teorii zmiany, jeśli to konieczne. Teoria zmiany może być więc pomocna w zarządzaniu adaptacyjnym (Pott i in., 2025). Aby było to możliwe, konieczne jest odpowiednie monitorowanie (patrz rozdział 9. „Monitorowanie skuteczności rozwiązań opartych na naturze"). Wyniki monitorowania wskażą, czy cele wdrożonego rozwiązania zostały osiągnięte (lub zostaną osiągnięte w przyszłości). W przypadku stwierdzenia nieskuteczności w odniesieniu do jednego lub kilku celów rozwiązanie należy odpowiednio dostosować (rysunek 8.2).



Rysunek 8.2. Zarządzanie adaptacyjne: po określeniu celów (1) wdrożone zostanie rozwiązanie oparte na naturze (2), dane z późniejszego monitorowania (3) zostaną porównane z wcześniej określonymi celami (4) i w razie potrzeby przeprowadzona będzie adiustacja (5) (opracowanie własne)

8.2. MOŻLIWE PUŁAPKI I PROBLEMY

Wdrożenie rozwiązań opartych na naturze wiąże się z kilkoma wyzwaniami. Bardzo często poszczególni interesariusze podchodzą krytycznie do projektu. Mogą to być np. rolnicy, którzy obawiają się poniesienia strat ekonomicznych w wyniku danej realizacji. Przykładowo w przypadku projektu ponownego nawodnienia terenów zalewowych nad rzeką Cisą na Węgrzech (Schwerk i in., 2025) niektórzy interesariusze początkowo niechętnie odnosili się do działań renaturyzacyjnych związanych z ryzykiem utraty gruntów rolnych. Problemy takie można przezwyciężyć poprzez angażowanie interesariuszy w organizowane na etapie planowania i wdrażania projektu fora informacyjne, seminaria i konferencje, w których uczestniczą zarówno okoliczni mieszkańcy, jak i specjaliści. Jak wspomniano wcześniej, wszystkie zainteresowane strony powinny być zaangażowane we wdrożenie od samego początku.

Kolejnym wyzwaniem jest zapewnienie odpowiedniego monitorowania pozwalającego sprawdzić, czy zakładane cele zostały osiągnięte, i w razie potrzeby zmodyfikować projekt. Jednak podejścia do monitorowania NbS są często niezrównoważone pod względem pomiaru wpływu działania na założone

cele. Wskaźniki skupiające się na aspektach społecznych i ekonomicznych bywają niedostatecznie reprezentowane w porównaniu ze wskaźnikami środowiskowymi (np. Waylen i in., 2019; Cupertino i in., 2024). Należy pamiętać, że rozwiązania oparte na naturze powinny z definicji przynosić korzyści zarówno ludziom, jak i naturze (zob. rozdział 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze"), dlatego plan monitorowania musi w wystarczającym stopniu obejmować również wskaźniki społeczno-gospodarcze. Ponadto dane monitorujące dotyczące rozwiązań opartych na naturze są często bardzo zróżnicowane i niejednorodne, co uniemożliwia ich dalszą ocenę w sposób miarodajny i porównawczy.
Z tego powodu niezwykle ważne jest przyjęcie systemowego podejścia do monitorowania, które uwzględnia wielowymiarowy wpływ rozwiązań opartych na naturze. Wyzwania związane z monitorowaniem zostały omówione bardziej szczegółowo w rozdziale 9. „Monitorowanie skuteczności rozwiązań opartych na naturze".

Wdrażając rozwiązania oparte na naturze, należy od samego początku angażować w ten proces wszystkich interesariuszy.

8.3. STUDIA PRZYPADKÓW

Współczesne miasta stoją przed koniecznością redukcji emisji gazów cieplarnianych, zwiększenia efektywności energetycznej i tworzenia przestrzeni przyjaznych środowisku. W tym kontekście rozwiązania oparte na naturze, integrujące funkcje techniczne, ekologiczne i społeczne w ramach jednego systemu miejskiego, mają szczególne znaczenie. Jednym z najbardziej znanych przykładów takiej integracji jest projekt CopenHill (Amager Bakke) w Kopenhadze – nowoczesna elektrownia przetwarzająca odpady w energię, łącząca funkcje infrastrukturalne, rekreacyjne i ekologiczne.

Pomysł budowy nowej elektrowni przetwarzającej odpady w Kopenhadze narodził się na początku drugiej dekady XXI wieku. Amager Resource Center (ARC), operator lokalnego systemu gospodarki odpadami, poszukiwał nowoczesnego rozwiązania, które umożliwiłoby miastu osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2025 roku.
W 2011 roku ogłoszono międzynarodowy konkurs architektoniczny, który wygrała duńska firma Bjarke Ingels Group (BIG). Projekt zakładał przekształcenie elektrowni w ikonę zrównoważonego rozwoju – miejsce, które nie tylko przetwarza odpady w energię (WtE), lecz także przybliża mieszkańcom ideę gospodarki o obiegu zamkniętym (Ingels, 2019).

CopenHill (rysunek 8.3) stanowi modelowy przykład integracji infrastruktury technicznej z zielenią miejską. Obiekt ma formę sztucznej góry, której zbocze zaprojektowano jako park publiczny ze stokiem narciarskim, kolejką linową, torem saneczkowym, ścieżkami spacerowymi i punktem widokowym. Najwyższa ściana budynku, o wysokości 85 m, pełni funkcję ścianki wspinaczkowej. Na dachu znajdują się: bar, centrum obywatelskie i centrum edukacji ekologicznej. Projekt architektury krajobrazu wykonała firma SLA, opracowując unikalny system roślinności odporny na ekstremalne warunki miejskie, takie jak silne wiatry i nasłonecznienie (https://www.sla.dk/cases/amager-bakke).



Rysunek 8.3. Widok ogólny kompleksu CopenHill – połączenie infrastruktury przemysłowej i dachu zielonego (© SLA; SLA, 2016)

Projektując spalarnię, projektanci zastosowali wiele rozwiązań opartych na naturze. Należy do nich dach zielony (10 000 m^2) pokryty różnorodną roślinnością, która wspomaga procesy retencji wody, poprawia jakość powietrza i redukuje zjawisko miejskiej wyspy ciepła (lokalny spadek temperatury szacuje się na 1–3°C).
W 2020 roku biolodzy współpracujący z biurem projektowym SLA przeprowadzili inwentaryzację gatunków roślin występujących na terenie obiektu. Wyniki badań wykazały, że spośród 119 zarejestrowanych gatunków aż 56 to nowe taksony (w porównaniu z rokiem poprzednim), co wskazuje na wyraźny wzrost bioróżnorodności na analizowanym obszarze. System podłoża został zaprojektowany tak, aby umożliwić odpływ nadmiaru wody, zapewniając jednocześnie roślinom odpowiednią wilgotność. Wśród posadzonych gatunków dominują rodzime trawy i byliny, które przyciągają owady zapylające i miejskie ptactwo (ZinCo, b.d.).
Dach zielony i roślinność działają jak filtr biologiczny, redukując emisję pyłu i CO2

w swoim bezpośrednim otoczeniu (rysunek 8.4). Dodatkowo fasadę budynku wykonano z paneli aluminiowych umożliwiających wzrost roślin pnących. System drenażu i ponownego wykorzystania wody deszczowej wspiera naturalny obieg materii, redukując zastosowanie wody pitnej do nawadniania. CopenHill przetwarza rocznie ok. 440 tys. ton odpadów, a dzięki zastosowanym technologiom emisje zostały zminimalizowane o 95%. Choć projekt jest kosztowny i skomplikowany technologicznie, stanowi inspirację dla globalnych inicjatyw łączących energetykę, architekturę i ekologię. Jest wzorcowym przykładem ekologii miejskiej, w ramach której infrastruktura energetyczna współistnieje z naturą (BIG, 2020)



Rysunek 8.4. Dach zielony CopenHill – warstwy retencyjne i roślinności (© SLA; SLA, 2019a; SLA, 2019b)

Na świecie funkcjonuje już wiele podobnych obiektów. Należą do nich spalarnie odpadów: Spittelau w Wiedniu (Austria), Maishima w Osace (Japonia) oraz Sysav w Malmö (Szwecja).

W obliczu kryzysu klimatycznego i postępującej degradacji środowiska coraz większego znaczenia nabiera również wykorzystywanie istniejących zasobów architektonicznych. Adaptacja starych budynków do nowych funkcji związanych z ochroną przyrody, edukacją ekologiczną czy zrównoważoną produkcją żywności to działanie nie tylko proekologiczne, lecz także kulturalno-społeczne. Rewitalizacja dawnych fabryk, magazynów i budynków użyteczności publicznej ogranicza zużycie surowców i emisję CO_2 wiążące się z nowymi inwestycjami, nadając jednocześnie tym przestrzeniom nową ekologiczną tożsamość. Szczególnie ważnym kierunkiem w ramach tego procesu jest wdrażanie rozwiązań opartych na naturze, które łączą funkcjonalność ze zdolnością do regeneracji ekosystemów.

Wprowadzenie w adaptowanych budynkach dachów zielonych, ogrodów deszczowych, pionowych ścian i systemów retencji wody deszczowej przyczynia się do poprawy mikroklimatu, zwiększenia bioróżnorodności i poprawy jakości życia mieszkańców. W ten sposób stara architektura staje się nie tylko świadectwem historii, ale także aktywnym elementem zrównoważonej transformacji środowiska. Proces ten jest szczególnie ważny w dużych miastach z ograniczoną powierzchnią zabudowy.

Przykładem takiej inicjatywy jest stadion Zhongshan w Tajpej na Tajwanie (rysunek 8.5), który został przekształcony w ogród społecznościowy. Podobnie jak inne duże aglomeracje w Azji miasto to boryka się z problemem wysokiej gęstości zaludnienia i ograniczonej dostępności gruntów, dlatego nieformalne tereny zielone odgrywają ważną rolę w jego zrównoważonym rozwoju.



Rysunek 8.5. Stadion Zhongshan (Agata Jojczyk, Michał Banaszek)

W obiekcie zastosowano modułowe pojemniki z warzywami i ziołami, a zarządzanie nim opiera się częściowo na modelu partycypacyjnym. Stanowi on również przykład urbanizmu tymczasowego (taktycznego), czyli niskonakładowych i krótkoterminowych zmian, które z czasem przekształcają się w trwałą infrastrukturę. Przekształcenie stadionu w ogród społecznościowy pokazuje, że stara infrastruktura sportowa, często postrzegana jako problematyczna po utracie pierwotnej funkcji, może zostać włączona w zieloną transformację miasta bez radykalnej ingerencji

w jego strukturę. W latach 2018–2021 projekt został zinstytucjonalizowany pod nazwą Expo Green Roof Farm i łączy idee rolnictwa miejskiego z koncepcją inteligentnego miasta, integrując działania mieszkańców i zwiększając odporność społeczności na skutki zmian klimatu (Meerow i in., 2016). Ogrody społecznościowe pomagają zmniejszyć zjawisko miejskich wysp ciepła i zwiększyć retencję wody deszczowej. Co więcej, opisane połączenie technologii i zielonej infrastruktury wpisuje się w trend „modernizacji ekologicznej" (Mol i Sonnenfeld, 2000), w ramach którego modernizacja techniczna wspiera cele środowiskowe bez konieczności ponoszenia dużych nakładów finansowych.

Na świecie istnieje wiele przykładów podobnych rozwiązań, co przedstawiono w tabeli 8.1.

Tabela 8.1. Przykłady adaptacji obiektów i przestrzeni miejskich przy wykorzystaniu rozwiązań opartych na naturze

Lokalizacja	Obiekt/projekt	Rodzaj adaptacji/ funkcja	Wdrożone rozwiązania NbS	Korzyści środowiskowe i społeczne	Źródło informacji
Londyn, Wielka Brytania	Stadion Highbury	stadion → osiedle mieszkaniowe	zielone dziedzińce, parki wewnętrzne, integracja zieleni z budynkami	zmniejszenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła, rekreacja, poprawa jakości życia mieszkańców	dll (2008)
Detroit, USA	Farmy miejskie	tereny poprzemysłowe → gospodarstwa miejskie	dachy zielone, łąki kwietne, ogrody warzywne, przestrzenie edukacyjne	produkcja lokalna – skrócenie łańcucha dostaw, wzbogacenie bioróżnorodności, retencja wody, wsparcie zapylaczy, rewitalizacja społeczno--gospodarcza: aktywizacja lokalnych społeczności i osób bezrobotnych	Keep Growing Detroit (b.d.)
Fryburg, Niemcy	Dzielnica Vauban	rewitalizacja terenów powojskowych	zielone rowy infiltracyjne, nawierzchnie przepuszczalne, dachy zielone, ogrody działkowe, tereny zielone i parki, ekologiczny transport	retencja wody, redukcja CO_2, poprawa jakości życia, zrównoważona urbanizacja	Coates (2013) Green City Times (b.d.)

Tabela 8.1. Przykłady adaptacji obiektów i przestrzeni miejskich przy wykorzystaniu rozwiązań opartych na naturze (cd.)

Lokalizacja	Obiekt/projekt	Rodzaj adaptacji/ funkcja	Wdrożone rozwiązania NbS	Korzyści środowiskowe i społeczne	Źródło informacji
Seattle, USA	Rolnictwo miejskie	opuszczone działki miejskie → ogrody społecznościowe, gospodarstwa miejskie	społecznościowy ogród warzywny, tereny zielone, przestrzenie edukacji ekologicznej	edukacja ekologiczna, produkcja lokalna, mikroklimat, integracja społeczna	McLain et al. (2012) City of Seattle – Office of Planning and Community Development (b.d.)
Duisburg, Niemcy	Park Krajobrazowy Duisburg-Nord	teren poprzemysłowy (dawnej huty) → park krajobrazowy	renaturalizacja, strefy retencji wody (np. sztuczne mokradła miejskie, wykorzystanie zbiorników poprzemysłowych, nasadzenia drzew i krzewów, łąki itp.)	edukacja ekologiczna, wzbogacenie lokalnej bioróżnorodności, rekreacja, oczyszczanie wody i powietrza	Landschaftspark Duisburg-Nord (b.d.)
Turyn, Włochy	Park Dora	teren poprzemysłowy → park miejski	nasadzenia miejskie, zbiorniki retencyjne, przywrócenie pierwotnego biegu rzeki Dora Riparia, zielone tereny rekreacyjne	wzbogacenie lokalnej bioróżnorodności, poprawa mikroklimatu, edukacja ekologiczna i rekreacja	Latz + Partner (b.d.) Architonic (b.d.)
Nowy Jork, USA	Park High Line	dawny wiadukt kolejowy → park miejski	renaturalizacja, strefy retencji wody, nasadzenia drzew i krzewów	retencja wody, redukcja CO_2, poprawa jakości życia, wzbogacenie bioróżnorodności, w tym wsparcie zapylaczy – inwentaryzacja 33 gatunków dzikich pszczół, zmniejszenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła	Friends of the High Line (b.d.)

Przedstawione studia przypadków dowodzą, że rozwiązania oparte na naturze stanowią nie tylko element estetyczny krajobrazu miejskiego, lecz także funkcjonują jako systemowa infrastruktura środowiskowa. Ich skuteczność wynika z połączenia rewitalizacji środowiska z innowacjami społecznymi i transformacją przestrzenną. Rozwiązania oparte na naturze można uznać za istotny element strategii adaptacji do zmian klimatu i budowania odporności miast.

Pytania sprawdzające:

1. Na czym polega teoria zmiany?
2. Czym jest zarządzanie adaptacyjne?
3. Jakie główne wyzwania wiążą się z wdrażaniem rozwiązań opartych na naturze?
4. Jakie rozwiązania oparte na naturze zastosowano przy projektowaniu obiektu CopenHill?

Bibliografia

Albert, C., Brillinger, M., Guerrero, P., Gottwald, S., Henze, S., Schmidt, S., Ott, E., & Schröter, B. (2021). Planning nature-based solutions: Principles, steps, and insights. *Ambio*, *50*, 1446–1461. https://doi.org/10.1007/s13280-020-01365-1

BIG (2020). *CopenHill Project Overview*. Bjarke Ingels Group. https://big.dk/projects/copenhill-2391 [dostęp: 20.02.2026].

City of Seattle – Office of Planning and Community Development. (b.d.). *Urban agriculture: Documents*. https://www.seattle.gov/opcd/vault/urban-agriculture#documents [dostęp: 25.02.2026].

Coates, G. J. (2013). The sustainable urban district of Vauban in Freiburg, Germany. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, *8*(4), 265–286. https://doi.org/10.2495/DNE-V8-N4-265-286

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (red.). (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

Cupertino, A., Dufour, S., & Rodríguez-González, P. M. (2024). Chasing success: A review of vegetation indicators used in riparian ecosystem restoration monitoring, *Ecological Indicators*, *166*, 112371, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112371

dll. (b.d.). *Nowe szaty stadionu Highbury*. https://www.bryla.pl/bryla/1,85298,5602761,Nowe_szaty_stadionu_Highbury.html [dostęp: 2.03.2026].

Friends of the High Line. (b.d.). *The High Line*. https://www.thehighline.org/ [dostęp: 25.02.2026].

Green City Times. (b.d.). *Europe's most sustainable city*. https://www.greencitytimes.com/europe-s-most-sustainable-city/ [dostęp: 2.03.2026].

Ingels, B. (2019). *Yes Is More: An Archicomic on Architectural Evolution*. Taschen.

Keep Growing Detroit. (b.d.). *Detroit urban agriculture network*. https://www.detroitagriculture.net/ [dostęp: 1.03.2026].

Landschaftspark Duisburg-Nord. (b.d.). *Landschaftspark Duisburg-Nord*. https://www.landschaftspark.de/ [dostęp: 25.02.2026].

Latz + Partner. (b.d.). *Parco Dora, Turin, Italy*. https://www.latzundpartner.de/en/projekte/postindustrielle-landschaften/parco-dora-turin-it/ [dostęp: 25.02.2026].

McLain, R., Poe, M., Hurley, P. T., Lecompte-Mastenbrook, J., & Emery, M. R. (2012). Producing edible landscapes in Seattle's urban forest. Urban Forestry & Urban Greening, *11*(2), 187–194. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.12.002

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience. *Landscape and Urban Planning*, *147*, 38–49.

Mol, A. P. J., & Sonnenfeld, D. A. (2000). Ecological modernisation around the world: An introduction. *Environmental Politics*, *9*(1), 1–14. https://doi.org/10.1080/09644010008414510

Pott, L., Hershkovitz, Y., & Birk, S. (2025). Mapping multiple benefits in large-scale freshwater restoration: A theory of change approach. *Nature-Based Solutions*, *8*, 100240. https://10.1016/j.nbsj.2025.100240

Schwerk, A., Carvalho, L., Spears, B., Williamson, J., Pott, L., Kajner, P., Okruszko, T., Ádám, S., Baattrup-Pedersen, A., Balogh, P., Bañares, I., Barbosa, H., Beranen, L. L., Boets, P., Cardoso, S., Colls, M., Duarte, G., Ecke, F., Ecker, T., Elosegi, A., Eklöf, K., Erős, T., Ferreira, M. T., Forio, M. A., Fuchs, F., Gerisch, M., Gerner, N., Goethals, P., Grossman, M., Grygoruk, M., Henriques, V., Hershkovitz, Y., Ibrahim, A., Jarak, M., Karnatz, S., Katz, A., Kelderman, S., Kempter, I., Lourenço, F., Michelitsch, S.-S., Mutinova, P., Olszewska, J., Ónodi, G., Parada-Santiago, N., Payne, R., Peponi, A., Pickard, A., Portela-Pereira, E., Provan, N., Puiu, I., Rankinen, K., Ratner, T., Rodríguez-González, P. M., Ronkainen, T., Ronkanen, A.K., Santos, L., Schneider, A., Scrieciu, A., Segurado, P., Tallósi, B., Trandziuk, P., Udklit, L., & Birk, S. (2025). *Manuscript and policy briefing evaluating success of large*

landscape-scale restoration (EU H2020 research and innovation project MERLIN Deliverable 1.6). https://project-merlin.eu/files/merlin/downloads/deliverables/MERLIN_D1.6_CS_ImpactEvaluation_May2025.pdf [dostęp: 19.06.2025].

SLA (2016). *Amager Bakke Copenhill Rooftop Park* [rys.]. SLA.dk. https://sla.imgix.net/wp-content/uploads/2021/04/Copen-OL5.jpg [dostęp: 22.02.2026].

SLA (2019a). *Amager Bakke Copenhill Rooftop Park. Fig. 6.* [fot.]. https://sla.imgix.net/wp-content/uploads/2022/12/Amager-Bakke_DroneRune_01.jpg [dostęp: 22.02.2026].

SLA (2019b). *Amager Bakke Copenhill Rooftop Park. Fig. 7.* [fot.]. SLA.dk. https://sla.imgix.net/wp-content/uploads/2021/04/DSC_5926.jpg [dostęp: 22.02.2026].

Waylen, K. A., Blackstock, K. L., van Hulst, F. L., Damian, C., Horváth, F., Johnson, R. K., Kanka, R., Külvik, M., Macleod, C. L. A., Meissner, K., Oprina-Pavelescu, M. M., Pino, J., Primmer, E., Rîșnoveanu, G., Šatalová, B., Silander, J., Špulerová, J., Suškevičs, M., & Van Uytvanck, J. (2019). Policy-driven monitoring and evaluation: Does it support adaptive management of socio-ecological systems? *Science of The Total Environment*, *662*, 373–384. https://10.1016/j.scitotenv.2018.12.462

Weiss, C. H., & Connell, J. P. (1995). Nothing as practical as good theory: exploring theory-based evaluation for comprehensive community initiatives for children and families. W: C. H. Weiss (red.), *New approaches to evaluating community initiatives: concepts, methods, and contexts* (ss. 65–92). The Aspen Institute.

Wikipedia (2026). *Adaptive management*. https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_management [dostęp: 24.02.2026].

ZinCo. (b.d.). Project report. https://zinco-greenroof.com/sites/default/files/2020-04/Zinco_Copenhagen_Amager%20Ressource%20Center.pdf [dostęp: 7.03.2026].

9. MONITOROWANIE SKUTECZNOŚCI ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale przedstawiono ważne aspekty monitorowania rozwiązań opartych na naturze, takie jak metody, przeszkody oraz zagadnienia przestrzenne i czasowe, które należy wziąć pod uwagę.

Czego się dowiesz:
- Podstawowe metody monitorowania rozwiązań opartych na naturze.
- Model monitorowania BACI.
- Istotne zagadnienia przestrzenne i czasowe.

Jak wspomniano w rozdziale 6. „Rozwiązania oparte na naturze i zrównoważony rozwój", rozwiązania oparte na naturze przynoszą liczne korzyści, ale mogą również wymagać kompromisów między różnymi celami zrównoważonego rozwoju. Z kolei w rozdziale 8. „Proces wdrażania rozwiązań opartych na naturze" wskazano, że niezwykle ważne jest zdefiniowanie celów głównych i pobocznych poszczególnych wdrożeń. W celu sprawdzenia, czy cele te zostaną osiągnięte i z jakimi kompromisami należy się zmierzyć, niezbędny jest dokładny monitoring rezultatów wdrożeń NbS. Rzetelnie opracowany program monitorowania umożliwia również dostosowywanie wdrażanych rozwiązań w celu przeciwdziałania ich negatywnym skutkom, a nawet zwielokrotnienia korzyści.

9.1. METODY MONITOROWANIA ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

Istnieje kilka podejść do kompleksowego monitorowania rozwiązań opartych na naturze. Na przykład Komisja Europejska opublikowała podręcznik dla praktyków (Dumitru & Wendling, 2021), skoncentrowano się w nim jednak przede wszystkim na obszarach miejskich. Z kolei w ramach projektu MERLIN (https://project-merlin.eu/) finansowanego z programu Horyzont 2020 opracowano publikację dotyczącą systemowego monitorowania wpływu działań podejmowanych w celu renaturyzacji wód słodkich i terenów podmokłych (Carvalho i in., 2022).

Skuteczne monitorowanie rozwiązania opartego na naturze powinno uwzględniać co najmniej takie aspekty, jak dopasowanie wskaźników do celów działania, holistyczne podejście do monitorowania, koncentracja na aspektach środowiskowych, ekonomicznych i społecznych, zrównoważenie tych filarów, a także odpowiedni czas trwania i zasięg. Jednak warunki te bardzo często nie są spełniane, a monitoring wykazuje rozbieżności między celami a wskaźnikami lub brak równowagi między poszczególnymi filarami (np. Waylen i in., 2019; Cupertino i in., 2024).

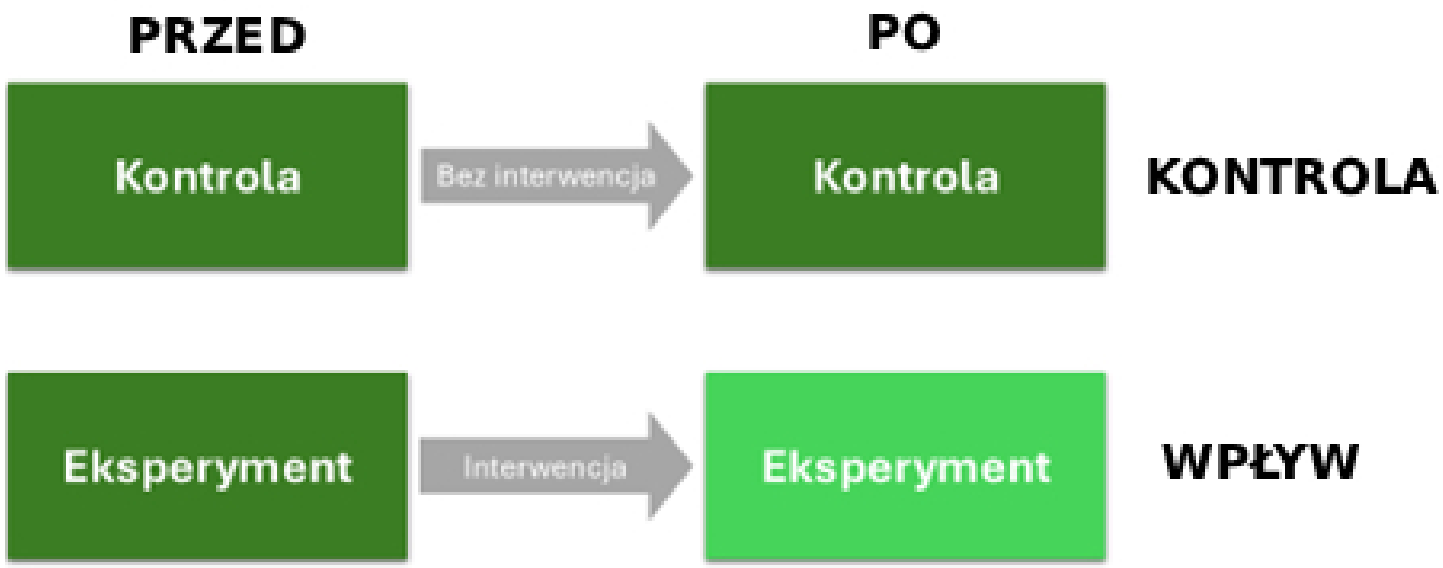
W celu pozyskania danych monitorujących można zastosować różne techniki, takie jak:

- pomiary lub badania ankietowe – przeprowadzane bezpośrednio w terenie;
- źródła informacji, takie jak Corine Land Cover czy Eurostat itp. – z wykorzystaniem już istniejących danych, za pośrednictwem usług dostarczających dane, baz danych itp.;
- metody modelowania – szczególnie przydatne, jeśli wskaźniki będą wykazywać opóźnienie w reakcji lub są trudne do zmierzenia;
- narracje jako źródło informacji – rozwiązania oparte na naturze są często ukierunkowane multidyscyplinarnie, na powiązane cele i zadania, i interpretacja danych z ich monitoringu bywa złożona. Osoby zaangażowane w te działania na miejscu mogą dostarczyć cennych inormacji na temat całego skomplikowanego procesu wdrożenia, zwłaszcza gdy jego wpływu nie można oszacować ilościowo.

9.2. PRZESZKODY W MONITOROWANIU

Główne problemy związane z monitorowaniem rozwiązań opartych na naturze wiążą się z jednej strony z niewystarczającym nadzorem, a z drugiej z heterogenicznymi, trudnymi do interpretacji zbiorami danych.

Niewystarczające dane monitoringowe mogą charakteryzować się brakiem niezbędnych informacji i/lub brakiem równowagi między danymi a celem monitoringu (wskaźniki społeczno-ekonomiczne są często niewystarczająco reprezentowane). Idealnym rozwiązaniem jest wdrożenie połączonego modelu monitoringu BACI (Before-After-Control-Impact; rysunek 9.1), pozwalającego zyskać rzetelne dowody i przypisać zmiany do działań rekultywacyjnych. Model monitoringu BACI pomaga określić, czy obserwowane zmiany są rzeczywiście wynikiem interwencji, a nie innych czynników środowiskowych lub społecznych (Carvalho i in., 2022). Monitoring musi być również odpowiedni pod względem skali przestrzennej i czasowej – często nie jest on właściwie prowadzony.



Rysunek 9.1. Model monitorowania BACI (opracowanie własne)

Dane monitorujące, szczególnie pochodzące z różnych źródeł, mogą być niejednorodne. Konieczna jest jednak obiektywna ocena rezultatów rozwiązania opartego na naturze, najlepiej wskazująca kierunek oddziaływania tego środka i zapewniająca wiarygodność danych. Bardzo pomocne będzie stworzenie jasnych wytycznych i ujednoliconych wskaźników. Takie ujednolicone szablony monitorowania zapewniające spójność monitoringu opracowano np. w ramach projektu MERLIN (https://project-merlin.eu/; Schwerk i in. 2025).

Podczas monitorowania rozwiązań opartych na naturze zaleca się wykorzystywanie modelu BACI.

9.3. ZAGADNIENIA PRZESTRZENNE I CZASOWE

Skala monitorowania zależy od danego wskaźnika i kontekstu. W związku z tym należy uwzględnić zarówno skalę przestrzenną, jak i czasową monitoringu (Carvalho i in., 2022).

Skala przestrzenna oznacza wielkość monitorowanego obszaru, może to być mały fragment, jak i duży obszar, w zależności od potrzeb. Na przykład monitoring wpływu projektu na gatunki zapylaczy może dotyczyć niewielkiego siedliska na obszarze objętym projektem, ale wpływu na poprawę warunków rekreacyjnych – już całej dzielnicy miasta.

Przyjmując skalę czasową monitoringu, należy pamiętać, że wskaźniki mogą reagować w bardzo różnym czasie – niektóre natychmiast, inne z opóźnieniem. Przykładowo wiele gatunków owadów stosunkowo szybko osiedla się w nowo utworzonych siedliskach, podczas gdy np. mierzalny wpływ tych siedlisk na węgiel może wymagać dłuższego okresu. Jak wspomniano wcześniej, w przypadku wskaźników z oczekiwanymi opóźnieniami reakcji przydatne mogą być metody modelowania.

Pytania sprawdzające:

1. Dlaczego wykorzystywanie narracji może być ważną metodą monitorowania?
2. Co oznacza skrót BACI?
3. Dlaczego ważne jest uwzględnianie skali przestrzennej monitorowania?
4. Dlaczego ważne jest uwzględnianie skali czasowej monitorowania?

Bibliografia

Carvalho, L., Schwerk, A., Matthews, K., Blackstock, K., Okruszko, T., Anzaldua, G., Baattrup-Pedersen, A., Buijse, T., Colls, M., Ecke, F., Elosegi, A., Evans, C., Gerner, N., Rodríguez González, P., Grondard, N., Grygoruk, M., Hein, L., Hering, D., Hernandez Herrero, E., Hoffman, C. C., Hopkins, J., Ibrahim, A., Rouillard, J., Scholl, L., Spears, B., Williamson, J., & Birk, S. (2022). *New framework for monitoring systemic impacts of freshwater and wetland restoration actions* (EU H2020 research and innovation project MERLIN Deliverable 1.2). https://project-merlin.eu/files/merlin/downloads/deliverables/MERLIN_D1.2_Monitoring_Handbook_Nov2024.pdf [dostęp: 19.06.2025].

Cupertino, A., Dufour, S., & Rodríguez-González, P. M. (2024). Chasing success: A review of vegetation indicators used in riparian ecosystem restoration monitoring, *Ecological Indicators*, *166*, 112371, https:// doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112371

Dumitru, A., & Wendling, L. (red.). (2021). *Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners*. European Commission EC. https://doi.org/10.2777/244577

Schwerk, A., Carvalho, L., Spears, B., Williamson, J., Pott, L., Kajner, P., Okruszko, T., Ádám, S., Baattrup-Pedersen, A., Balogh, P., Bañares, I., Barbosa, H., Beranen, L. L., Boets, P., Cardoso, S., Colls, M., Duarte, G., Ecke, F., Ecker, T., Elosegi, A., Eklöf, K., Erős, T., Ferreira, M. T., Forio, M. A., Fuchs, F., Gerisch, M., Gerner, N., Goethals, P., Grossman, M., Grygoruk, M., Henriques, V., Hershkovitz, Y., Ibrahim, A., Jarak, M., Karnatz, S., Katz, A., Kelderman, S., Kempter, I., Lourenço, F., Michelitsch, S.-S., Mutinova, P., Olszewska, J., Ónodi, G., Parada-Santiago, N., Payne, R., Peponi, A., Pickard, A., Portela-Pereira, E., Provan, N., Puiu, I., Rankinen, K., Ratner, T., Rodríguez-González, P. M., Ronkainen, T., Ronkanen, A.-K., Santos, L., Schneider, A., Scrieciu, A., Segurado, P., Tallósi, B., Trandziuk, P., Udklit, L., & Birk, S. (2025). *Manuscript and policy briefing evaluating success of large landscape-scale restoration* (EU H2020 research and innovation project MERLIN Deliverable 1.6). https://project-merlin.eu/files/merlin/downloads/deliverables/MERLIN_D1.6_CS_ImpactEvaluation_May2025.pdf [dostęp: 19.06.2025].

Waylen, K. A., Blackstock, K. L., Hulst, F. L. van, Damian, C., Horváth, F., Johnson, R. K., Kanka, R., Külvik, M., Macleod, C. L. A., Meissner, K., Oprina-Pavelescu, M. M., Pino, J., Primmer, E., Rîșnoveanu, G., Šatalová, B., Silander, J., Špulerová, J., Suškevičs, M., & Van Uytvanck, J. (2019). Policy-driven monitoring and evaluation: Does it support adaptive management of socio-ecological systems? *Science of The Total Environment*, *662*, 373–384. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.462

10. ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE – STUDIA PRZYPADKÓW Z POLSKI I ISLANDII

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale przedstawiono przykładowe projekty z Polski i Islandii, w których wykorzystano rozwiązania oparte na naturze. Przykłady dotyczą różnych ekosystemów i krajobrazów – lasów, brzegów rzek i krajobrazów miejskich.

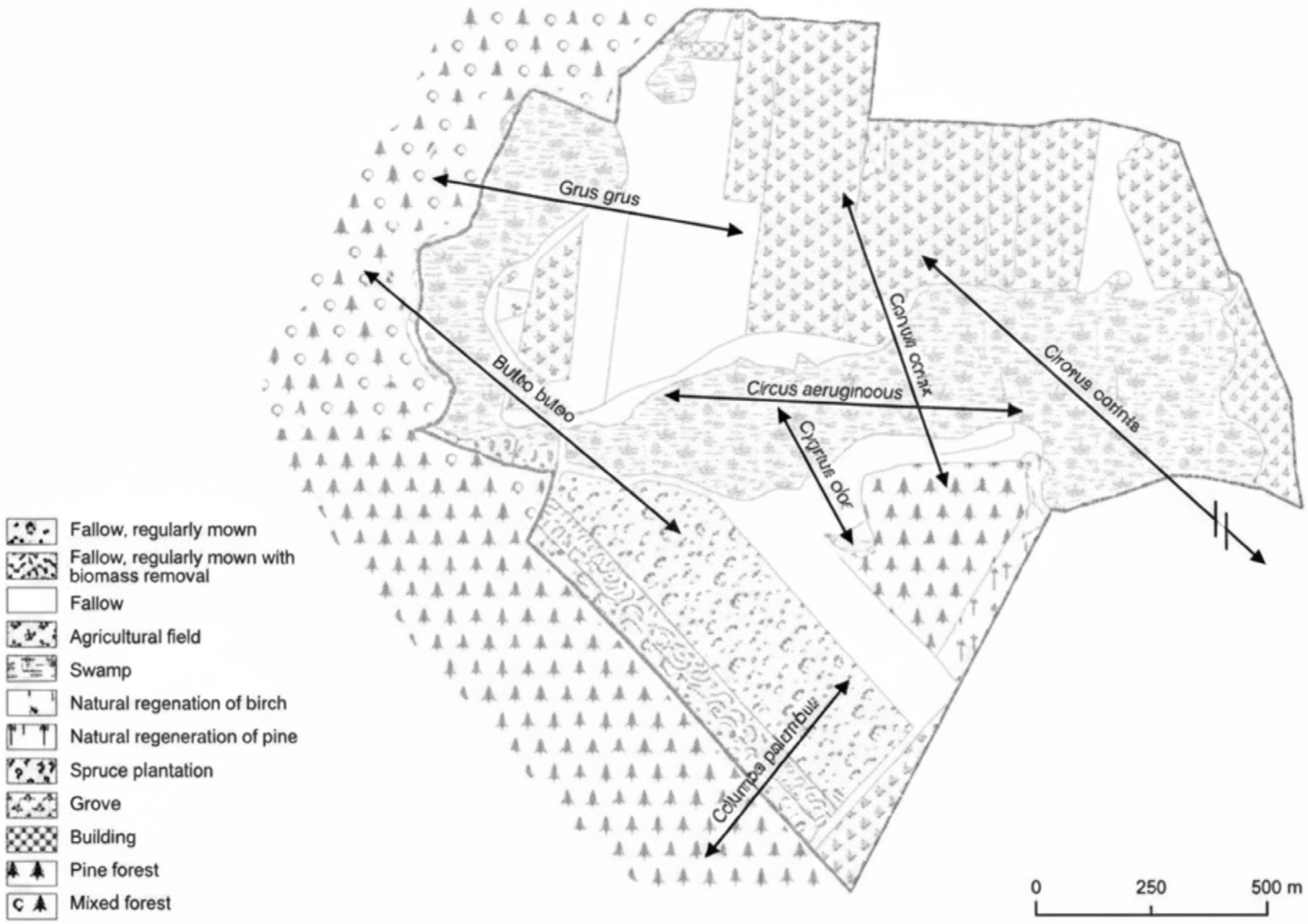
Czego się dowiesz:
- Możliwości zastosowania rozwiązań opartych na naturze w krajach europejskich.
- Możliwości zastosowania rozwiązań opartych na naturze w różnych ekosystemach i krajobrazach.

10.1. RESTYTUCJA LASU LIŚCIASTEGO – NADLEŚNICTWO TUCZNO

10.1.1. Historia i problemy

Projektowanie krajobrazów leśnych, integrujące wartości ekologiczne, potrzeby człowieka oraz estetykę, należy do zadań architektury krajobrazu. Może ono obejmować poprawę, a nawet przywrócenie stanu ekologicznego lasów. Restytucja krajobrazu leśnego (forest landscape restoration, FLR) jest rozumiana jako podejście wykorzystujące rozwiązania oparte na naturze (Cohen-Shacham i in., 2016, s. 15) mające na celu przywrócenie „funkcjonalności ekologicznej i poprawę dobrostanu człowieka w wylesionych lub zdegradowanych krajobrazach leśnych" (Maginnis i in., 2014).

Analizując większe obszary leśne, należy wziąć pod uwagę, że składają się one z fragmentów lasu o różnym wieku, a często również różnym składzie gatunkowym. W rezultacie mamy do czynienia z mozaiką działek leśnych, które stanowią raczej krajobraz ekologiczny niż jednorodny ekosystem leśny. Przez krajobraz ekologiczny rozumiemy zespół współzależnych ekosystemów (Andrzejewski, 1992). Od ich heterogeniczności zależy przetrwanie wielu gatunków, co pokazano na przykładzie ptaków (rysunek 10.1.1).



Rysunek 10.1.1. Schemat krajobrazu ekologicznego złożonego z różnych ekosystemów z zaznaczonymi charakterystycznymi gatunkami ptaków. Strzałki wskazują przestrzenny wzorzec aktywności gatunku między miejscami gniazdowania i żerowania (Schwerk, 2016)

Przykładem rekultywacji krajobrazu leśnego jest Nadleśnictwo Tuczno znajdujące się w północno-zachodniej Polsce. Na dużych obszarach tego nadleśnictwa od stuleci wycinano naturalne lasy liściaste bukowe i dębowe, a w ich miejsce sadzono sosnę zwyczajną *(Pinus sylvestris*), aby pozyskać duże ilości drewna. Jednak z postępującym użytkowaniem komercyjnym wiążą się nowe problemy: wraz z rosnącą liczbą zmianowań lasów zmniejszała się ilość pozyskiwanego drewna, obserwowano utratę różnorodności gatunkowej i nasilały się gradacje szkodników. Konieczne stało się podjęcie działań zaradczych.

10.1.2. Cele

Aby przeciwdziałać wspomnianym powyżej problemom, już w latach siedemdziesiątych XX wieku wdrożono odpowiednie działania. Można by się zastanawiać, na ile działania te sprostałyby dzisiejszym kryteriom globalnego standardu IUCN dla rozwiązań opartych na naturze (IUCN, 2020), opierały się jednak na procesach i zasadach ekologicznych oraz były ukierunkowane na potrzeby zarówno przyrody, jak i człowieka. Dlatego projekt ten można traktować jako prekursorski w stosunku do rozwiązań, które obecnie uznajemy za oparte na naturze.

Głównymi celami projektu było powstrzymanie obserwowanej degradacji siedlisk leśnych i utraty różnorodności gatunkowej, przywrócenie lasów bukowych i dębowych oraz przeciwdziałanie gradacji owadów szkodliwych.

10.1.3. Projekt rozwiązań opartych na naturze

Od lat siedemdziesiątych XX wieku wybrane drzewostany sosnowe w Nadleśnictwie Tuczno były podsadzane bukiem i dębem (Dymitryszyn i in., 2013) w celu regeneracji zdegradowanych ekosystemów leśnych, a nawet odtworzenia lasu liściastego.

Do zilustrowania podjętych działań regeneracyjnych wybrano dwie działki leśne. Pierwsza działka to drzewostan sosnowy (powierzchnia badawcza 91 Pracowni Oceny i Wyceny Zasobów Przyrodniczych w Tucznie) mający w 1993 roku 46 lat – mniej więcej w tym roku poletko podsadzono bukiem (rysunek 10.1.2). Drugim przykładem jest drzewostan sosnowy (powierzchnia badawcza 92) mający w 1970 roku 63 lata – wprowadzono wówczas buk jako podszyt.



Rysunek 10.1.2. Młody buk jako podszyt w lesie sosnowym (fot. Axel Schwerk, 1995)

Projektowi towarzyszył długoterminowy monitoring. Dotyczył on takich parametrów glebowych, jak zawartość węgla w glebie oraz obecność różnych szkodników leśnych (*Panolis flammea*, *Lymantria monacha*, *Tomicus* spec.) i biegaczowatych (*Carabidae*) jako wskaźników różnorodności biologicznej.

Warto wspomnieć, że opisywane stanowiska pełnią funkcję powierzchni edukacyjnych, służących do nauczania zagadnień związanych ze zrównoważonym leśnictwem.

10.1.4. Wybrane rezultaty

Działki leśne poddane zabiegom zmieniły swoje cechy ekologiczne, np. dominujące gatunki chrząszczy biegaczowatych (tabele 10.1.1 i 10.1.2). Na obu analizowanych działkach zmianie uległo pięć dominujących gatunków, szczególnie wyraźnie na powierzchni badawczej nr 91. Co interesujące, w latach 1997–1999 obie działki były pod tym względem podobne, pierwsze cztery gatunki były na nich takie same, nawet w tej samej kolejności, jednak 20 lat później takie same były już tylko trzy gatunki. Ciekawostką jest fakt, że na obu działkach w późniejszych latach pojawił się *Carabus coriaceus* – największy gatunek biegaczowatych w Polsce, charakterystyczny dla lasów starych (rysunek 10.1.3).

Tabela 10.1.1. Zmiany dominujących gatunków chrząszczy biegaczowatych na powierzchni badawczej nr 91 (opracowanie własne)

Wcześniej (1997–1999)	→	Później (2017–2019)
1. *Pterostichus niger* 2. *Carabus violaceus* 3. *Pterostichus oblongopunctatus* 4. *Carabus nemoralis* 5. *Carabus problematicus*	→	1. *Pterostichus oblongopunctatus* 2. *Carabus hortensis* 3. *Carabus coriaceus* 4. *Carabus violaceus* *Leistus rufomarginatus* *Notiophilus palustris*

Tabela 10.1.2. Zmiany dominujących gatunków chrząszczy biegaczowatych na powierzchni badawczej nr 92 (opracowanie własne)

Wcześniej (1997–1999)	→	Później (2017–2019)
1. *Pterostichus niger*		1. *Carabus violaceus*
2. *Carabus violaceus*		2. *Pterostichus oblongopunctatus*
3. *Pterostichus oblongopunctatus*	→	3. *Pterostichus niger*
4. *Carabus nemoralis*		4. *Carabus coriaceus*
5. *Calathus micropterus*		*Harpalus rufipes*

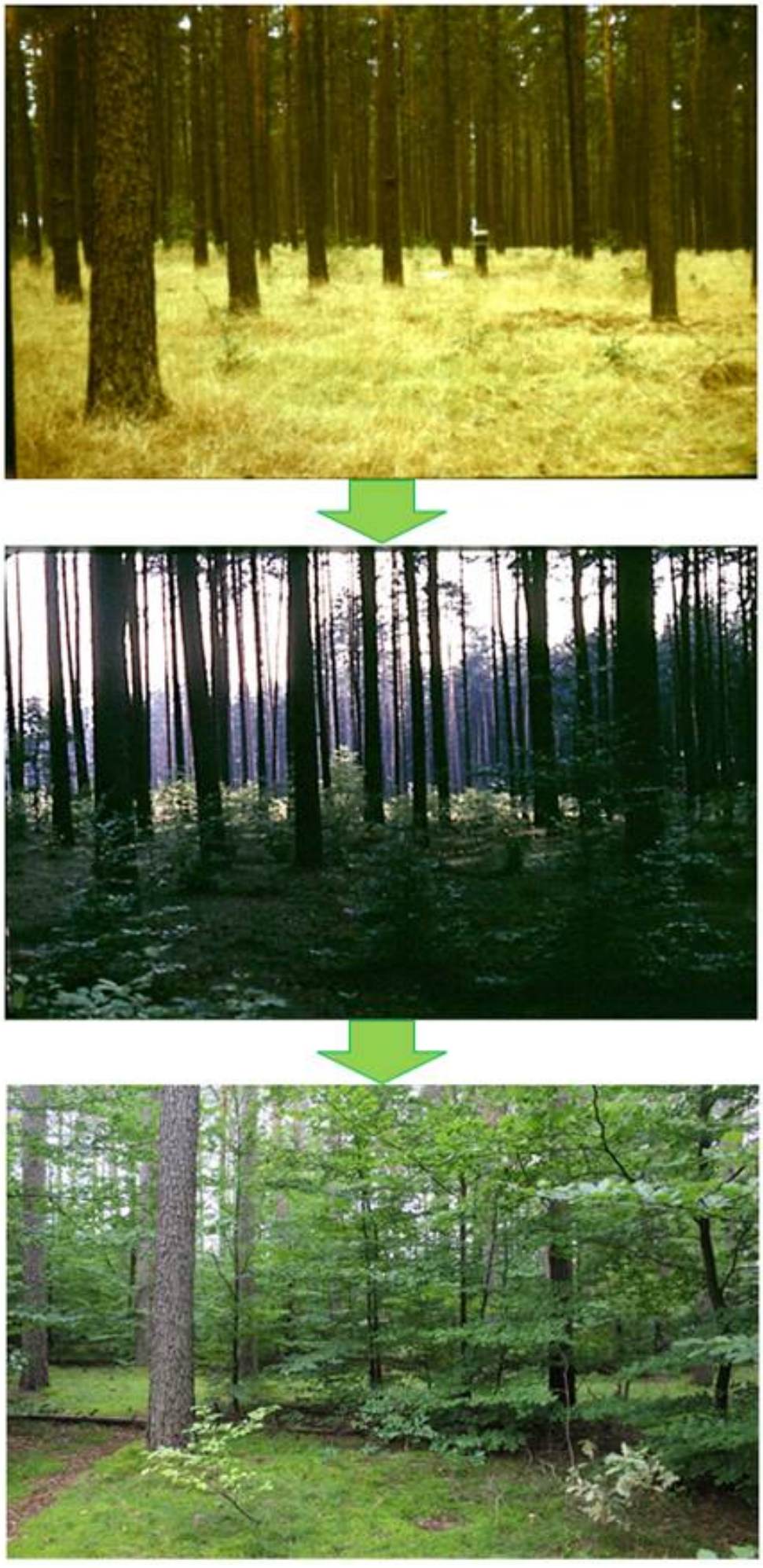


Rysunek. 10.1.3. *Carabus coriaceus* – gatunek charakterystyczny dla lasów starych (fot. Axel Schwerk, 2008)

Wraz z cechami ekologicznymi zmieniał się również aspekt wizualny. Na obu powierzchniach leśnych zaobserwowano stopniową zmianę dominacji sosen na rzecz buków (rysunki 10.1.4 i 10.1.5). Zmiana wyglądu fragmentów lasu następowała szybciej na powierzchni nr 91. Rysunki 10.1.4 i 10.1.5 sugerują wzrost wartości estetycznej na powierzchniach badawczych z upływem lat, istotny dla osób odwiedzających las w celach rekreacyjnych.



Rysunek 10.1.4. Zmiana wyglądu powierzchni badawczej nr 91 w latach (od góry): 1992, 1996 i 2017 (Szyszko i in., 2019 – zmodyfikowane)



Rysunek 10.1.5. Zmiana wyglądu powierzchni badawczej nr 92 w latach (od góry): 1992, 2000, 2017 (Szyszko i in., 2019 – zmodyfikowane)

W odniesieniu do krajobrazu ekologicznego można stwierdzić, że przekształcenia działek leśnych przyczyniły się do uzyskania różnorodności krajobrazu w Nadleśnictwie Tuczno, gdyż doprowadziły do zwiększenia udziału fragmentów lasu zdominowanych przez buk, który jest generalnie stosunkowo słabo reprezentowany.

Bibliografia

Andrzejewski, R. (1992). Znaczenie i potrzeby badań nad krajobrazem. Materiały konferencyjne. W: L. Ryszkowski & S. Balazy (red.). Wybrane problemy ekologii krajobrazu (pp. 5–14). Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (red.). (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

Dymitryszyn, I., Szyszko, J., & Rylke, J. (red.). (2013). Terenowe metody oceny i wyceny zasobów przyrodniczych. Wydawnictwo SGGW.

International Union for the Conservation of Nature [IUCN]. (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. IUCN.

Maginnis, S., Laestadius, L., Verdone, M., DeWitt, S., Saint-Laurent, C., Rietbergen-McCracken, J., & Shaw, D. M. P. (2014). Assessing forest landscape restoration opportunities at the national level: A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM). IUCN.

Schwerk, A. (2016). Architektura krajobrazu z perspektywy ekologicznej. Sztuka Ogrodu, Sztuka Krajobrazu, 14, 105–127.

Szyszko, J., Dymitryszyn, I., Schwerk, A., Szyszko-Podgórska, K., Jojczyk, A., Bodzenta, M., Sałek, P., & Pliszka, P. (2019). Las dla ludzkości w Tucznie, część 1. Wydawnictwo SGGW.

10.2. ODNOWA BRZEGÓW RZEK – RZEKA ANDAKILSA

Rekultywacja brzegów rzek to rozwiązanie oparte na naturze, polegające na ochronie brzegów rzeki zbudowanej z materiałów pochodzących z okolicznych terenów w celu kontrolowania erozji oraz zapewnienia bioróżnorodności w rzekach, na terenach podmokłych i drogach wodnych. Podejście to obejmuje odtworzenie naturalnych procesów fizycznych w celu osiągnięcia większego stopnia zrównoważenia i uzyskania tym samym odporności na zmiany klimatu. Ponieważ rekultywacja brzegów rzeki opiera się na wykorzystaniu do ich stabilizacji konstrukcji drewnianych zamiast kamieni lub betonu, jest mniej inwazyjna i pozwala zachować zarówno wizualną, jak i naturalną integralność rzeki. Wzmacnia także ekosystemy przybrzeżne i morskie, ponieważ rzeki są siedliskami rozrodczymi dla ryb, np. łososi, które po osiągnięciu określonego rozmiaru migrują do większych akwenów. Ochrona brzegów rzeki przed degradacją i erozją umożliwia również ich ponowne obsadzenie gatunkami rodzimymi, co przywraca naturalną roślinność rzeczną.

Rzeka Andakilsa płynąca w zachodniej Islandii (rysunek 10.2.1) poddawana była silnej erozji. W celu rozwiązania problemu do ustabilizowania brzegów zastosowano duże konstrukcje drewniane składające się z całych drzew (których korzenie umieszczono poza nurtem rzeki) lub pni o długości 5–6 m. Następnie ustabilizowano glebę, co umożliwiło wzrost roślinności. Wadą tego rozwiązania opartego na naturze są koszty związane z koniecznością zakupu potrzebnych materiałów i narzędzi. Należy się również liczyć z ograniczeniami związanymi z dostępnością terenu dla niezbędnego sprzętu lub występowaniem w okolicy naturalnych materiałów konstrukcyjnych, co może zwiększyć koszty tego rozwiązania. Analizowane wdrożenie wskazuje jednak, że erozję i osuwiska można kontrolować w sposób zrównoważony, umożliwiający zwiększenie bioróżnorodności. Ponadto można w ten sposób poprawić stan siedlisk reprodukcyjnych gatunków ryb w rzekach. Znajomość cech ekosystemu jest niezbędna do zrozumienia reakcji lokalnej gleby na interwencję, a także oszacowania czasu potrzebnego lokalnej roślinności na przekształcenie brzegu rzeki. W analizowanym przypadku w celu zminimalizowania barier społecznych zachęcano lokalnych interesariuszy do zaangażowania się w projekt, postawiono również na obsadzenie brzegów rzeki gatunkami rodzimymi.



Rysunek 10.2.1. Zmiana wyglądu rzeki Andakilsa (fot. Daniele Stefàno, 2025)

10.3. WSPÓŁCZESNA EKOLOGICZNA ZABUDOWA MIESZKANIOWA – OSIEDLE BEAUFORTA

10.3.1. Kontekst

Osiedle Beauforta w Pogórzu koło Gdyni, realizowane przez firmę Euro Styl należącą do Grupy Dom Development, jest jednym z najbardziej reprezentatywnych przykładów współczesnej ekologicznej architektury mieszkaniowej w Polsce. Ten wielokrotnie nagradzany projekt (m.in. w konkursach Adapterra Awards 2019 i Green Building Awards 2023) pokazuje, jak rozwiązania oparte na naturze mogą skutecznie wspierać zrównoważony rozwój miast i poprawiać jakość życia mieszkańców (Sołomiewicz, 2023).

Osiedle składa się z 24 kameralnych, trzy- i czterokondygnacyjnych budynków mieszkalnych, z lokalami usługowymi na parterach, przedszkolem oraz bogatą ofertą rekreacyjną. Niska zabudowa pozwoliła na stworzenie zielonych kwartałów miejskich połączonych ciągami pieszymi i rowerowymi. Wewnętrzne dziedzińce zostały starannie zaprojektowane w celu zrównoważenia stref publicznych i prywatnych oraz zapewnienia mieszkańcom komfortu i poczucia prywatności. Ruch kołowy na dziedzińcach został wyłączony, a dzięki zastosowaniu naturalnych materiałów, stonowanej kolorystyki elewacji i bogatej zieleni architektura tworzy harmonijną i spójną kompozycję miejską.

10.3.2. Zielona infrastruktura i retencja wód powierzchniowych

Osiedle Beauforta to modelowa inwestycja, w ramach której zastosowano zintegrowany system zarządzania wodami opadowymi oparty na procesach naturalnych. Jego koncepcję opracował interdyscyplinarny zespół projektowy we współpracy z inwestorem otwartym na innowacyjne rozwiązania. Rezultatem jest wielofunkcyjna zielona infrastruktura stanowiąca integralną część przestrzeni publicznej, pełniąca funkcje retencyjne, filtracyjne i ekologiczne.

Na terenie osiedla wprowadzono różne formy retencji powierzchniowej – zbiorniki infiltracyjne, ogrody deszczowe i niewielkie sztuczne mokradła (rysunek 10.3.1). Systemy te umożliwiają retencję opadów deszczu odpowiadających zdarzeniu z prawdopodobieństwem 1% (90 mm) – to standard zarezerwowany zazwyczaj dla dużych obiektów hydrotechnicznych. Osiągnięto to dzięki zastosowaniu zdecentralizowanych, opartych na ekosystemie procesów zamiast tradycyjnych systemów drenażu i szybkiego spływu.



Rysunek 10.3.1. Ogród deszczowy na Osiedlu Beauforta (fot. Kasper Jakubowski, 2023)

Rozwiązania tego typu pomagają zmniejszać ryzyko powodzi, ograniczać skutki susz i poprawiać lokalny mikroklimat, a jednocześnie stanowią ekonomiczny i efektywny model rozwoju (rysunki 10.3.2 i 10.3.3). Ogrody deszczowe stały się szybko charakterystycznym elementem krajobrazu osiedla, bujnie kwitnąc dzięki zastosowaniu różnorodnej roślinności.



Rysunek 10.3.2. Niecki bioretencyjne (po lewej) i kaskadowe stawy infiltracyjne (po prawej) na Osiedlu Beauforta (fot. Kasper Jakubowski, 2023)



Rysunek 10.3.3. Przykłady różnych kanałów odpływowych na Osiedlu Beauforta (fot. Kasper Jakubowski, 2023)

Zintegrowany system zarządzania wodą zapewnia wiele korzyści:

- zatrzymuje całą wodę opadową w granicach osiedla, wspierając naturalny obieg wodny,
- zmniejsza ryzyko powodzi nawet podczas opadów ekstremalnych,
- obniża koszty operacyjne poprzez eliminację konieczności odprowadzania wód opadowych do systemu miejskiego,
- poprawia mikroklimat – w dni upalne temperatura powietrza na osiedlu jest znacznie niższa niż na okolicznych terenach.

10.3.3. Różnorodność biologiczna i estetyka inspirowana naturą

Zielona infrastruktura na Osiedlu Beauforta funkcjonuje jako żywy ekosystem. Gatunki roślin wybrano na podstawie analizy lokalnych siedlisk, takich jak buczyna pomorska i ols porzeczkowy, zgodnie z zasadami fitosocjologii. Dzięki temu zastosowana roślinność jest odporna, łatwa w utrzymaniu i dostosowana do lokalnych warunków klimatycznych.

W ogrodach deszczowych rosną gatunki bagienne i nadrzeczne – w tym pałki wodne, irysy, miskant, trawy ozdobne i wierzby – tworząc warstwowe,

dynamiczne zbiorowiska roślinne, które sprzyjają lokalnej bioróżnorodności. Z czasem tereny zielone stały się siedliskami ptactwa wodnego, zapylaczy i małych ssaków, przekształcając osiedle w mikroenklawę przyrody w tkance miejskiej.

10.3.4. Przestrzenie wspólne i integracja społeczna

Osiedle Beauforta zostało zaprojektowane jako otwarte i przyjazne środowisko mieszkaniowe. Jego centralnym punktem jest Port Beauforta pełniący funkcję centrum społecznościowego, oferującego miejsca do rekreacji, zabawy i spotkań sąsiedzkich.

We współpracy z Gminą Kosakowo deweloper stworzył również rozległą publiczną strefę rekreacyjną obejmującą: skatepark, boiska sportowe, ścieżki rowerowe, strefę crossfit, place zabaw oraz otwarty zbiornik retencyjny zintegrowany z systemem zielonej infrastruktury. Przestrzenie te sprzyjają spójności społecznej, aktywności fizycznej i dobremu samopoczuciu mieszkańców.

Osiedle Beauforta jest przykładem zielonej urbanistyki, w ramach której natura, architektura i funkcje społeczne harmonijnie współistnieją, środowisko życia wysokiej jakości.

10.3.5. Efektywność energetyczna i gospodarka o obiegu zamkniętym

W projekcie zastosowano również koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym. Osiedle jest podłączone do miejskiej sieci ciepłowniczej wykorzystującej ciepło odpadowe z produkcji energii elektrycznej, a tereny zielone są utrzymywane przy użyciu kompostu z odpadów organicznych. Zapewnia to zamknięty obieg materii i energii w lokalnym ekosystemie. Takie działania pomagają zmniejszyć emisję i zminimalizować ilość odpadów, ucieleśniając zasady zrównoważonego rozwoju w skali lokalnej.

10.3.6. Osiedle przyszłości

Pięć lat po zakończeniu pierwszego etapu budowy system retencji nadal działa bez zarzutu – nie odnotowano żadnych powodzi, a roślinność stanowi stabilny, samoregulujący się ekosystem. Osiedle Beauforta stało się wzorem zrównoważonego projektowania urbanistycznego, udowadniając, że inwestycje mieszkaniowe mogą skutecznie integrować cele ekonomiczne, środowiskowe i społeczne. Jest przykładem nowoczesnego, ekologicznego budownictwa miejskiego i punktem odniesienia dla rozwoju miast odpornych na zmiany klimatu.

INFORMACJE O PROJEKCIE

Osiedle Beauforta, Pogórze –
gospodarka wodami opadowymi oparta na naturze

Lokalizacja:	Pogórze, gmina Kosakowo, województwo pomorskie
Inwestor:	Euro Styl, Dom Development Group
Projekt:	Rayss Group
Realizacja:	2017–2021
Nagrody:	Adapterra Awards 2019, Green Building Awards 2023 – najlepszy ekologiczny projekt mieszkaniowy wielorodzinny

Osiedle Beauforta to pionierski w Polsce przykład rozwiązań opartych na naturze w gospodarce wodami opadowymi. Zamiast tradycyjnego drenażu osiedle wykorzystuje system retencji powierzchniowej obejmujący ogrody deszczowe, złoża retencyjne i sztuczne mokradła. Elementy te zatrzymują całą wodę opadową na miejscu, zapobiegając powodziom i poprawiając lokalny mikroklimat.

Ogrody deszczowe obsadzone gatunkami rodzimymi, takimi jak pałka wodna, irysy i wierzby, pełnią funkcje retencyjne, fitoremediacyjne i estetyczne, jednocześnie promując bioróżnorodność i tworząc zdrowe, przyjazne dla człowieka i natury środowisko. Projekt pokazuje, że zielona infrastruktura może skutecznie zastąpić tradycyjne systemy techniczne, przynosząc namacalne korzyści ekologiczne, ekonomiczne i społeczne.

Bibliografia

Sołomiewicz A. (2023) *Osiedle Beauforta w Gdyni docenione za ekologię*. https://www.propertydesign.pl/architektura/104/osiedle_beauforta_w_gdyni_docenione_za_ekologie,45057.html [dostęp: 15.10.2025].

10.4. EKOLOGICZNY KORYTARZ TYPU STEPPING STONE ŁĄCZĄCY PARKI MIEJSKIE – POLE MOKOTOWSKIE I ŁAZIENKI KRÓLEWSKIE

10.4.1. Kontekst

Postępująca urbanizacja zmienia strukturę i funkcjonowanie ekosystemów, prowadząc do fragmentacji siedlisk, uproszczenia składu gatunkowego oraz osłabienia kluczowych usług ekosystemowych. W warunkach miejskich szczególnego znaczenia nabiera świadome projektowanie przestrzeni w sposób sprzyjający zachowaniu i wzmacnianiu różnorodności biologicznej. Jako dynamiczny układ zależności między organizmami żywymi (biocenozą) a środowiskiem nieożywionym ekosystem funkcjonuje prawidłowo tylko wtedy, gdy jego elementy pozostają w równowadze. Rośliny pełnią w nim funkcję fundamentalną – stanowią podstawę łańcuchów troficznych oraz warunkują bezpieczeństwo żywnościowe człowieka. Ich rozmnażanie generatywne zależy w dużej mierze od zapylaczy, w tym trzmieli, które umożliwiają utrzymanie ciągłości pokoleń roślin okrytonasiennych.

W miastach presja antropogeniczna – zabudowa, uszczelnianie powierzchni, izolacja terenów zieleni – ogranicza dostępność siedlisk dla owadów zapylających. Jednocześnie badania wskazują, że przy odpowiednim kształtowaniu zieleni miejskiej możliwe jest utrzymanie, a nawet zwiększenie różnorodności zapylaczy na obszarach zurbanizowanych. Szczególną rolę odgrywają tu pasy kwietne, zieleń przyuliczna, parki oraz inne elementy zielonej infrastruktury, które mogą pełnić funkcję tzw. korytarzy ekologicznych. Korytarze te zapewniają łączność strukturalną i funkcjonalną pomiędzy izolowanymi płatami siedlisk (terenów zieleni), umożliwiając migrację organizmów oraz wymianę genetyczną populacji.

W warunkach gęstej zabudowy efektywną strategią projektową jest model stepping stones, czyli układ nieciągłych, ale funkcjonalnie powiązanych wysp środowiskowych rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej. Takie rozwiązanie umożliwia stopniowe przemieszczanie się zapylaczy pomiędzy większymi obszarami zieleni i minimalizuje negatywne skutki fragmentacji krajobrazu.

10.4.2. Cele projektu

Celem podjęcia przez architekt krajobrazu Paulinę Kaczmarczyk tematu „Projekt fragmentu korytarza ekologicznego typu stepping stones dla wybranych gatunków pszczół, łączącego parki Pole Mokotowskie i Łazienki Królewskie w Warszawie” (Kaczmarczyk, 2026) było pokazanie znaczenia planowania miejskich korytarzy ekologicznych jako narzędzia ochrony zapylaczy oraz wsparcia usług ekosystemowych w mieście, a zatem wskazanie roli architekta krajobrazu w czynnej ochronie różnorodności biologicznej. Zagadnienie to ma

wymiar nie tylko przyrodniczy, lecz także społeczny i funkcjonalny – dobrze zaprojektowana zielona infrastruktura poprawia jakość życia mieszkańców, wzmacnia odporność środowiskową miast oraz sprzyja realizacji zasad zrównoważonego rozwoju. W obliczu zmian klimatu szczególnie ważne wydaje się odpowiedzialne podejście do zagospodarowywania przestrzeni w celu ochrony rodzimej różnorodności biologicznej.

10.4.3. Metodologia projektu

Prace nad projektem rozpoczęto od analizy wybranego terenu (rysunek 10.4.1), znajdującego się w dwóch warszawskich dzielnicach – Śródmieście i Mokotów.



Rysunek 10.4.1. Obszar objęty analizą powierzchniową na tle najbliższego otoczenia. Opracowanie: Paulina Kaczmarczyk (2026) na podstawie danych z Geoportalu Krajowego (Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2023)

Po analizie układu (rysunek 10.4.2) oraz dostępności terenów zieleni (rysunek 10.4.3) mającej na celu wyłonienie potencjalnych składowych projektowanego korytarza ekologicznego przeprowadzono szczegółową inwentaryzację szaty roślinnej.



Rysunek 10.4.2. Wyodrębnienie potencjalnych składowych korytarza migracji dla *Apis mellifera* (pszczoły miodnej) i/lub *Bombus* spp. (trzmiele) (Kaczmarczyk, 2026)



Rysunek 10.4.3. Analiza potencjalnych składowych korytarza migracji pod kątem dostępności dla dalszych analiz (Kaczmarczyk, 2026)

Zidentyfikowano 130 gatunków roślin, w tym 48 drzew, 41 krzewów i 41 roślin zielnych wprowadzonych w poszczególnych nasadzeniach oraz 55 gatunków roślin spontanicznych. Przeprowadzono ponadto obserwację występowania owadów zapylających na wybranym terenie. Zinwentaryzowano przedstawicieli rodzin: *Apidae*, *Pieridae*, *Vespidae* oraz *Syrphidae*. Najliczniej reprezentowana była rodzina *Apidae* i to z myślą o jej przedstawicielach zaprojektowano korytarz ekologiczny. Przeprowadzona obserwacja (rysunek 10.4.4) pozwoliła zidentyfikować lokalizacje, w których nie występowały owady, co świadczy o źle zaprojektowanej zieleni (brak roślin pożytkowych) lub jej braku stanowiącym barierę dla migracji.

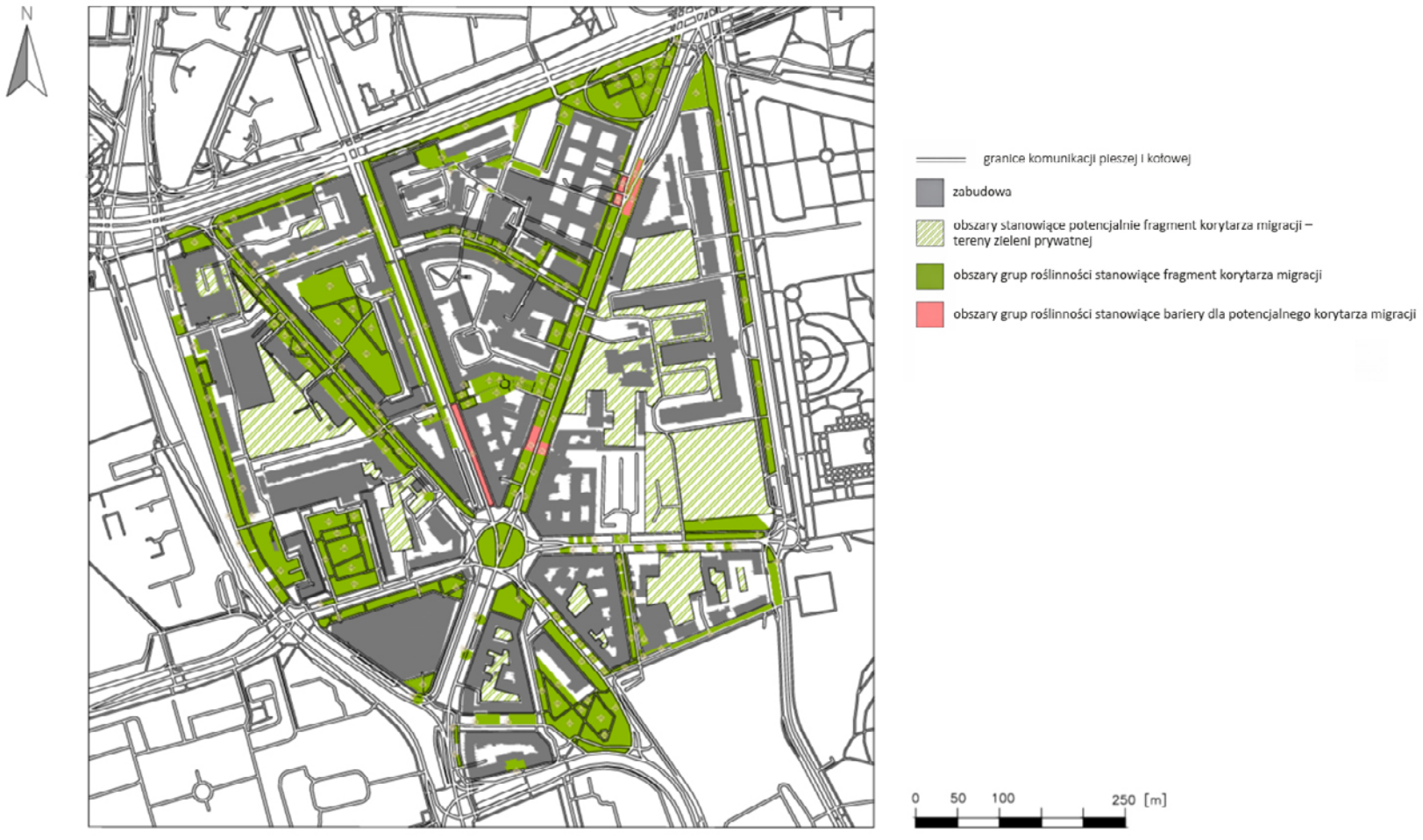


Rysunek 10.4.4. Mapa rozmieszczenia punktów obserwacji owadów zapylających (Kaczmarczyk, 2026)

W celu oceny potencjalnego ryzyka nadmiernej konkurencji pokarmowej ze strony *Apis mellifera* (pszczoły miodnej), a także sprawdzenia, czy zdolności dyspersyjne analizowanych gatunków zapylaczy są wystarczające, aby projektowany teren mógł pełnić funkcję korytarza ekologicznego, przeanalizowano lokalizację pasiek miejskich. Przyjęto założenie, że dystans ekonomicznego lotu pszczoły miodnej, czyli odległość, przy której bilans energetyczny pozyskiwania zasobów pozostaje dodatni, wynosi 1500 m. Gatunek ten charakteryzuje się jedną z najwyższych zdolności dyspersyjnych wśród

rozpatrywanych zapylaczy, dlatego przyjęty promień traktowano jako wartość referencyjną dla przeprowadzonej analizy przestrzennej (Beekman & Ratnieks, 2000; Zurbuchen i in., 2010).

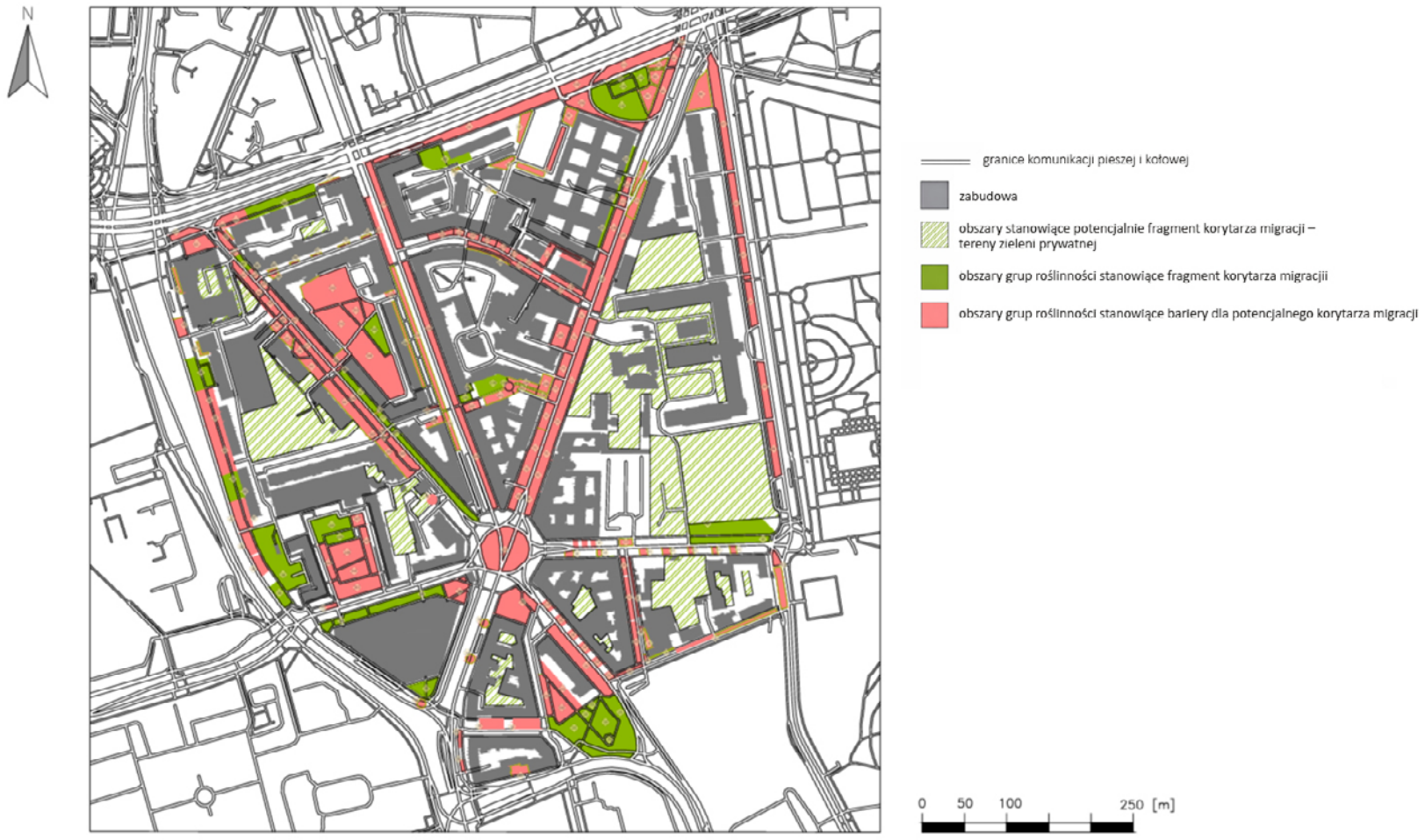
Zidentyfikowane gatunki roślin pogrupowano w ramach 156 grup funkcjonalnych, które poddano analizie pod kątem wydajności pyłkowej i nektarowej, czyli zdolności do dostarczania podstawowych zasobów pokarmowych dla owadów zapylających. Przeprowadzona ocena wykazała, że większość wyróżnionych grup roślin (150) cechuje się wysoką lub umiarkowaną wartością pokarmową, co wskazuje na znaczący potencjał badanego obszaru do pełnienia funkcji użytkowej dla zapylaczy w okresie wegetacyjnym. Wyniki analizy przedstawiono na rysunku 10.4.5.



Rysunek 10.4.5. Analiza składu gatunkowego grup roślinnych pod kątem pożytku w postaci nektaru i/lub pyłku dla Apis mellifera (pszczoła miodna) i/lub Bombus spp. (trzmiele) (Kaczmarczyk, 2026)

Zróżnicowanie gatunkowe roślin oraz rozciągnięcie w czasie okresów ich kwitnienia sprzyjają zapewnieniu ciągłej dostępności zasobów pokarmowych, co ma kluczowe znaczenie dla utrzymania stabilnych populacji owadów zapylających. Z tego względu wyróżnione grupy roślin poddano dalszej analizie z uwzględnieniem kryterium ciągłości kwitnienia w obrębie każdej z nich, rozumianej jako zapewnienie nieprzerwanej podaży pyłku i nektaru w całym okresie aktywności zapylaczy. Wyniki analizy przedstawiono na rysunku 10.4.6.

Wskazują one, że większość obserwowanych owadów zapylających występowała w miejscach charakteryzujących się dostępnością roślin żywicielskich przez cały okres ich aktywności sezonowej. Ciągłość fenologiczna roślinności stanowi zatem jeden z kluczowych czynników warunkujących funkcjonalność przestrzeni jako korytarza ekologicznego, a więc brak takiej ciągłości – wynikający z przerw w kwitnieniu lub niskiej różnorodności gatunkowej – może prowadzić do powstawania barier migracyjnych. W konsekwencji nawet formalnie istniejące tereny zieleni mogą nie spełniać funkcji łącznikowej, a tym samym mogą się przyczyniać do przerywania ciągłości korytarza ekologicznego.



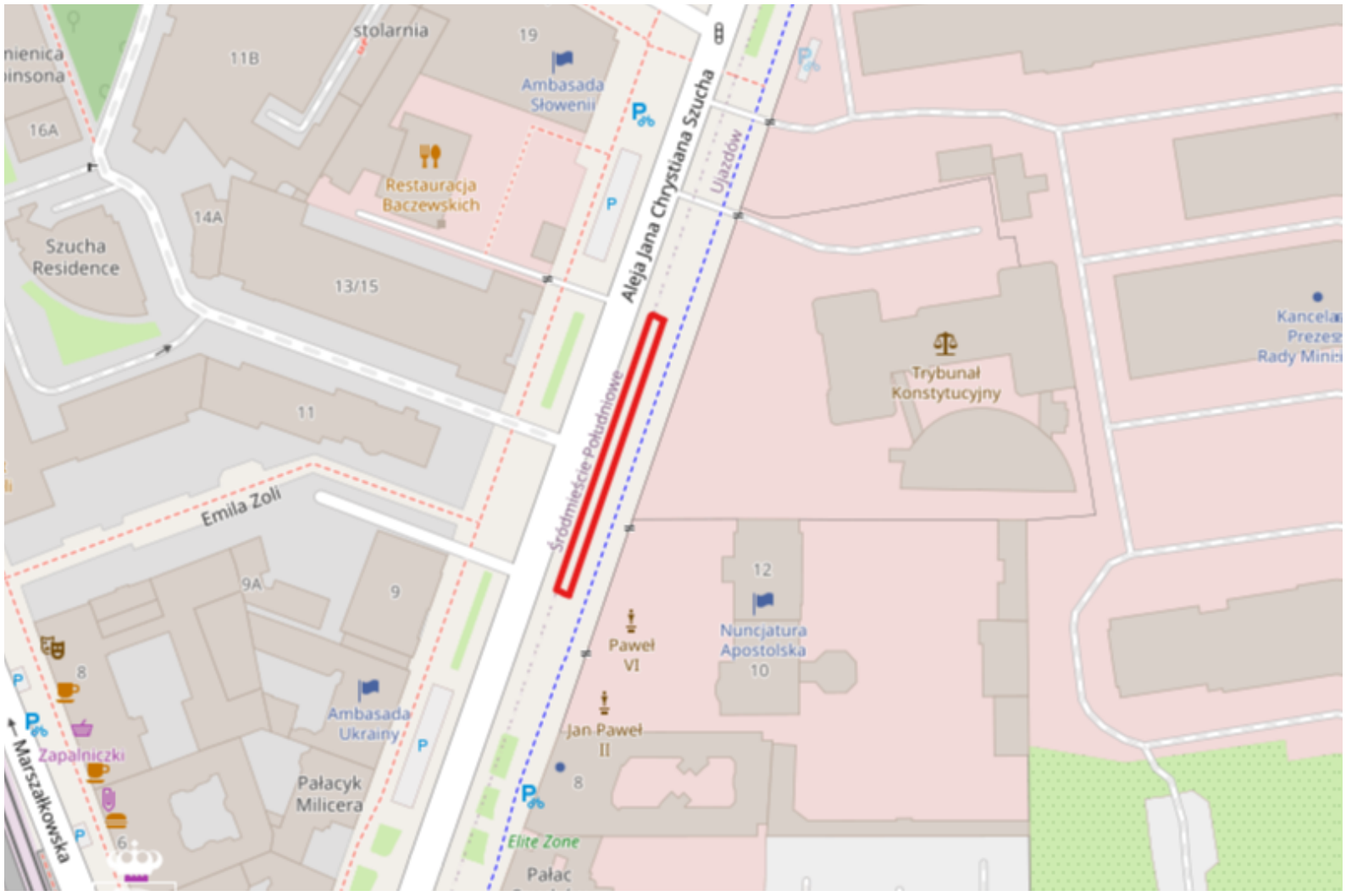
Rysunek 10.4.6. Analiza zachowania ciągłości w dostarczaniu pożytku w postaci nektaru i/lub pyłku dla *Apis mellifera* (pszczoła miodna) i/lub *Bombus* spp. (trzmiele) (Kaczmarczyk, 2026)

10.4.4. Efekty projektu

Na podstawie wszystkich analiz przeprowadzonych w celu wykonania koncepcji projektowej fragmentu korytarza migracji dla wskazanych gatunków pszczół dokonano wyboru odpowiedniego terenu, kierując się następującymi założeniami:

1) jest elementem zieleni miejskiej;
2) występująca na nim roślinność nie zapewnia ciągłości podaży nektaru i/lub pyłku przez cały okres aktywności pszczół;
3) zlokalizowany jest w strategicznej części obszaru badawczego – w centrum, pomiędzy innymi elementami niespełniającymi założeń z poprzednich podpunktów (powierzchnia zaznaczona kolorem różowym na rysunku 10.4.7);

4) lokalizacja umożliwia udrożnienie większego odcinka korytarza migracji dla owadów już na poziomie zmiany jednego fragmentu, teren jest fragmentem zieleni przyulicznej z nasadzeniem liniowym powtarzającym się na całej ulicy, co pozwala na zaprojektowanie jednego, ale powtarzalnego modułu. Powtarzając fragmenty nasadzeń, można uszczelnić korytarz migracji wzdłuż ulic znajdujących się na badanym obszarze.



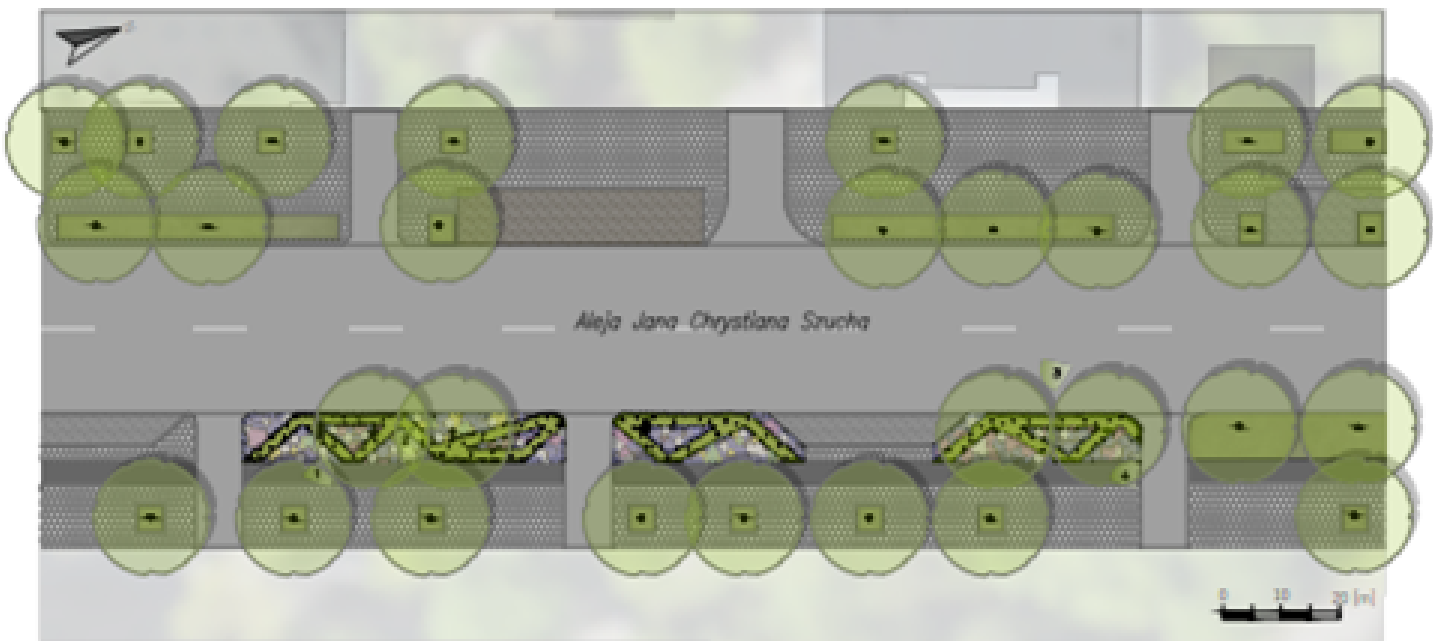
Rysunek 10.4.7. Granice oraz lokalizacja wybranego fragmentu na tle najbliższego otoczenia. Opracowanie: Paulina Kaczmarczyk (2026) na podstawie Serwisu mapowego (Urząd m.st. Warszawy, 2025)

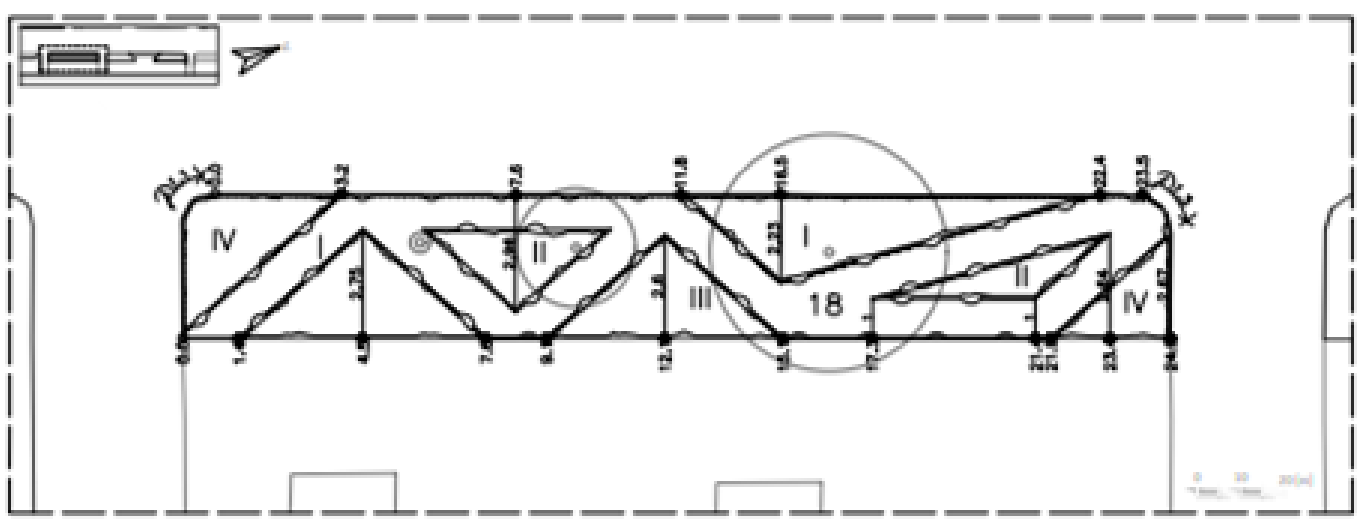
Przeprowadzone analizy wykazały, że projektowany teren stanowiący część zabytkowego barokowego założenia urbanistycznego objętego ochroną konserwatorską wymaga zachowania historycznej alei dębowej (*Quercus robur*) oraz podkreślenia liniowego, reprezentacyjnego charakteru układu przestrzennego. Ze względu na centralne położenie i dominujące funkcje mieszkaniowe, usługowe, komunikacyjne i reprezentacyjne projekt powinien zapewniać wysoką wartość estetyczną przez cały rok, czytelność kompozycji oraz jednoznaczne prowadzenie użytkowników wzdłuż ciągów pieszych i kołowych, bez tworzenia barier wizualnych. Ograniczenia wynikające z gęstej infrastruktury podziemnej determinują dobór roślin o płytkim systemie

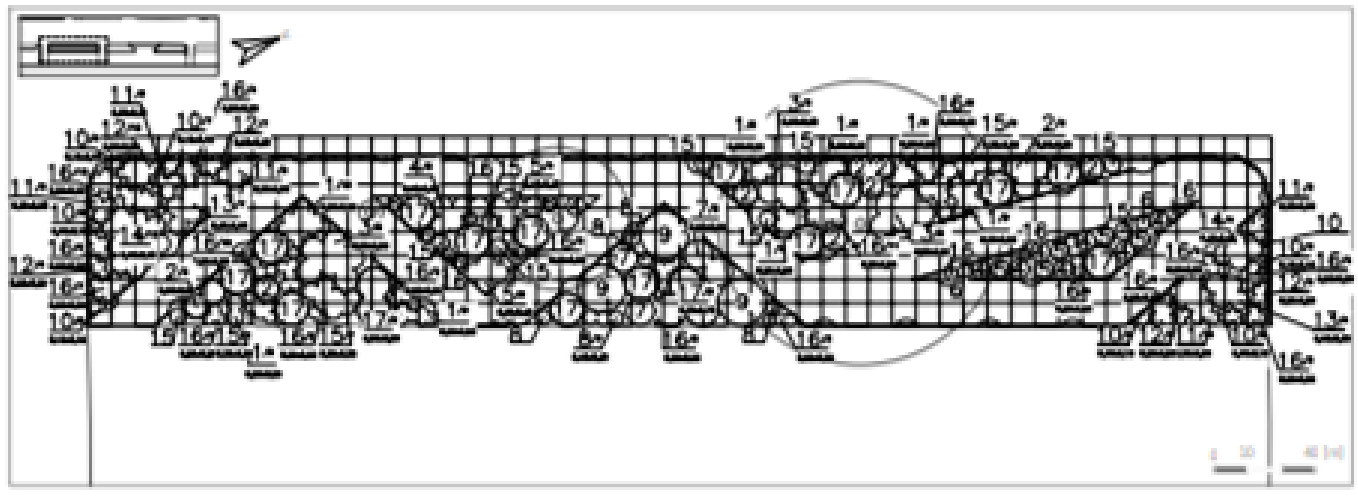
korzeniowym oraz konieczność zachowania dostępu do urządzeń technicznych. Analizy przyrodnicze wykazały niewystarczającą różnorodność gatunkową, skrócony okres kwitnienia (maj–lipiec) oraz ograniczoną wartość użytkową istniejącej zieleni, co uzasadnia potrzebę rozszerzenia składu gatunkowego i zapewnienia ciągłości bazy pokarmowej dla zapylaczy w okresie od kwietnia do września. Jednocześnie z uwagi na ograniczone możliwości dyspersji trzmieli projektowany fragment może pełnić funkcję ogniwa pośredniego w strukturze korytarza ekologicznego pod warunkiem zapewnienia przestrzennej i czasowej ciągłości siedliska żerowania oraz dostosowania do warunków półcienistych, dominujących na analizowanym obszarze.

Przyjęta koncepcja zakłada przeprojektowanie pasa zieleni wzdłuż Alei Szucha w celu wzmocnienia funkcji korytarza migracyjnego dla pszczół i wybranych gatunków trzmieli pomiędzy parkami miejskimi Pole Mokotowskie i Łazienki Królewskie (rysunek 10.4.8). Projekt oparto na zasadzie linearności i modułowości, respektując historyczny barokowy układ urbanistyczny oraz zachowując zabytkową aleję dębową, przy jednoczesnym wykluczeniu nowej zieleni wysokiej ze względu na reżim konserwatorski i infrastrukturę podziemną. Kompozycja stanowi współczesną interpretację parteru ornamentalnego – szkielet tworzy formowany żywopłot z pięciornika krzewiastego (*Potentilla fruticosa*), a wypełnienie 17 gatunków rodzimych bylin i traw ozdobnych dobranych pod kątem odporności siedliskowej, ciągłości fenologicznej (kwiecień–wrzesień), dopasowania morfologii kwiatów do aparatów gębowych zapylaczy oraz preferencji barwnych owadów (dominacja fioletu z akcentami żółci, bieli i różu). Z uwagi na silne zacienienie i intensywną presję antropogeniczną zrezygnowano z wprowadzania miejsc gniazdowania, koncentrując się na zapewnieniu ciągłej i wydajnej bazy pokarmowej oraz utrzymaniu reprezentacyjnego charakteru przestrzeni przy jednoczesnym zagwarantowaniu dostępu do infrastruktury technicznej.

Wyniki przeprowadzonych analiz oraz opracowana koncepcja projektowa dowodzą, że nawet niewielkie, ale precyzyjnie zaplanowane interwencje w strukturę zieleni miejskiej mogą w istotny sposób poprawić warunki siedliskowe gatunków zwierząt dziko żyjących, w szczególności owadów zapylających. Kluczowe znaczenie ma tu nie skala przestrzenna działania, lecz jego jakość – opierająca się na rzetelnej diagnozie uwarunkowań historycznych, funkcjonalnych, siedliskowych i technicznych oraz na świadomym doborze rozwiązań roślinnych zapewniających ciągłość bazy pokarmowej i funkcjonalność przestrzeni jako elementu korytarza ekologicznego.







Nr.	Nazwa łacińska
	ROŚLINY ZIELNE
	I – 0,60 m
1	*Aquilegia vulgaris*
2	*Hypericum perforatum*
3	*Teucrium scorodonia*
	II – 0,60 m
4	*Betonica officinalis*
5	*Geranium phaeum 'Raven'*

6	*Veronica spicata*
	III – 0,60 m
7	*Ballota nigra*
8	*Origanum vulgare*
9	*Symphytum officinale*
	IV – 0,10–0,40 m
10	*Crocus vernus*
11	*Lamium maculatum 'Album'*
12	*Lathyrus vernus*

13	*Prunella grandiflora*
14	*Prunella vulgaris*
	I–IV
15	*Anchusa officinalis*
16	*Festuca ovina*
17	*Lamium album*
	KRZEWY
18	*Potentilla fruticosa 'Chilo'*

Rysunek 10.4.8. Projekt koncepcyjny fragmentu korytarza migracyjnego dla pszczół: pas zieleni wzdłuż Alei Szucha w Warszawie. Opracowanie obejmuje projekt jednej z rabat bylinowych mających na celu odtworzenie strukturalnej i funkcjonalnej ciągłości korytarza migracji zapylaczy z uwzględnieniem uzasadnionego naukowo doboru gatunków roślin żywicielskich (projekt i opracowanie rysunków technicznych: Paulina Kaczmarczyk na podstawie Kaczmarczyk, 2026)

Przykład analizowanego terenu pokazuje, że fragmenty zieleni o ograniczonej powierzchni i zlokalizowane w silnie zurbanizowanym otoczeniu mogą pełnić funkcję „ogniw pośrednich" w systemie powiązań przyrodniczych miasta. Warunkiem jest jednak zachowanie ciągłości przestrzennej i fenologicznej nasadzeń, zwiększenie różnorodności gatunkowej oraz integracja funkcji biocenotycznych z wymaganiami estetycznymi i reprezentacyjnymi przestrzeni publicznej. Tym samym projektowanie zieleni przestaje być wyłącznie zagadnieniem kompozycyjnym, a staje się narzędziem kształtowania odporności ekologicznej miasta.

Systematyczne wdrażanie przez architektów krajobrazu podobnych rozwiązań – nawet w najmniejszych niszach zieleni, takich jak pasy przyuliczne, skwery, parki kieszonkowe czy rabaty towarzyszące infrastrukturze – może przynieść wymierne efekty w zakresie ochrony różnorodności biologicznej w skali całego miasta. Rozproszone, lecz spójne koncepcyjnie interwencje tworzą sieć mikrosiedlisk, które wspólnie budują funkcjonalną strukturę ekologiczną, zwiększając zdolność organizmów do migracji, żerowania i przetrwania w warunkach presji antropogenicznej. W konsekwencji niewielkie działania projektowe podejmowane konsekwentnie i w oparciu o wiedzę ekologiczną przez architektów krajobrazu mogą stać się jednym z fundamentów zrównoważonego rozwoju współczesnych miast.

Bibliografia

Beekman, M., & Ratnieks, F. L. W. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. Functional Ecology, 14(4), 490–496. https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2000.00443.x

Kaczmarczyk, P. (2026). Projekt fragmentu korytarza ekologicznego typu stepping stones dla wybranych gatunków pszczół, łączącego parki Pole Mokotowskie I Łazienki Królewskie w Warszawie. (Praca licencjacka). Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie [niepublikowane].

Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S., & Dorn, S. (2010). Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long distances. Biological Conservation, 143, 669–676. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003

10.5. OCHRONA ZAGROŻONYCH GATUNKÓW ZWIĄZANYCH Z SIEDLISKAMI WODNYMI NA TERENIE WARSZAWY

10.5.1. Kontekst

Projekt pt. „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" realizowany był przez Urząd m.st. Warszawy, a jednostką bezpośrednio odpowiedzialną za wykonanie zadań był Zarząd Zieleni m.st. Warszawy gospodarujący systemem terenów zieleni miejskiej. Przedsięwzięcie uzyskało dofinansowanie z Funduszu Spójności UE w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2014–2020 (Oś priorytetowa II: Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu). Podjęte działania wpisały się w typ projektu 2.4.1 dotyczący ochrony *in-situ* lub *ex-situ* zagrożonych gatunków i siedlisk przyrodniczych w ramach konkursu nr 2.4.1/1/2016.

Formalną podstawę realizacji stanowiła umowa nr POIS.02.04.00-00-0033/18-00 podpisana 27 stycznia 2020 r., wraz z późniejszymi aneksami. Zgodnie z ostatnimi ustaleniami finansowymi całkowitą wartość projektu oszacowano na 8 599 220,70 zł (przy wydatkach kwalifikowanych rzędu 6 887 350,00 zł). Rzeczywisty koszt realizacji wyniósł ostatecznie 8 541 438,19 zł, a kwota dofinansowania 4 855 427,29 zł, co stanowiło 85% kosztów kwalifikowanych (które w ujęciu rzeczywistym zamknęły się w kwocie 5 712 267,90 zł).

10.5.2. Cele projektu

Nadrzędnym celem projektu była poprawa stanu istniejącego oraz czynna ochrona zagrożonych gatunków zwierząt i siedlisk nierozerwalnie związanych z warszawskimi zbiornikami i ciekami wodnymi. Cel ten został osiągnięty poprzez działania wieloaspektowe: poprawę retencji wodnej (budowa zastawek w Lesie Kabackim i na Kanale Sobieskiego), renaturyzację stref brzegowych, czynną ochronę gatunkową oraz szeroko zakrojoną edukację ekologiczną.

10.5.3. Realizacja projektu

Proces inwestycyjny rozpoczęto od przygotowania kompleksowej dokumentacji projektowej (Zadanie 1) dla kluczowych lokalizacji, takich jak m.in. Stawy Brustmana, Jeziorko Czerniakowskie czy park Pole Mokotowskie. W ramach prac terenowych przeprowadzono renaturyzację stref brzegowych (Zadanie 2). Usunięto łącznie 1223 m^2 betonowych umocnień, zastępując je rozwiązaniami biologicznymi, takimi jak faszyna i palisady drewniane. Prace te objęły Stawy Brustmana, stawy przy ul. Tołwińskiego, Kanał Piaseczyński oraz zbiorniki wodne przy Trasie Siekierkowskiej i na Ursynowie (Moczydło 1 i 2), gdzie dodatkowo powstała kładka drewniana oraz wyspy pływające.

Równolegle prowadzono walkę z inwazją biologiczną (Zadanie 3), eliminując rdestowce (*Reynoutria* spp.) i klony jesionolistne (*Acer negundo*) w międzywalu Wisły oraz usuwając obce gatunki ryb (za pomocą elektropołowu) ze zbiornika Moczydło 2, co miało kluczowe znaczenie dla ochrony lokalnych płazów. Skupiono się również na ochronie stanowisk lęgowych sieweczki rzecznej w Wilanowie poprzez odkrzaczanie piaszczystych brzegów Wisły (Zadanie 4).

W ramach zadań budowlanych i technicznych (Zadanie 5) zrealizowano szereg działań punktowych: montaż platform dla rybitwy czarnej na Jeziorze Powsinkowskim oraz platformy dla bielika w Dolinie Środkowej Wisły, budowę trzech zastawek w Lesie Kabackim oraz modernizację budowli piętrzącej na Kanale Sobieskiego, co umożliwiło utrzymanie właściwego poziomu wód w rezerwacie Morysin oraz instalację platformy z roślinnością szuwarową na Kanale Piaseczyńskim i wygrodzeń chroniących lęgi ptaków przed antropopresją.

Ważnym elementem strategicznym był wykup gruntów (Zadanie 6) przy zbiorniku Moczydło 2, co umożliwiło scalenie terenu pod spójne działania ochronne. Całość prac była wspierana przez spójne zarządzanie (Zadanie 7) i promocję (Zadanie 8), w ramach której zorganizowano warsztaty edukacyjne poświęcone płazom oraz wyprodukowano film przedstawiający warszawską przyrodę.

10.5.4. Metodologia projektu i efekty

Projekt zakończył się pełnym sukcesem pod kątem przyjętych wskaźników (rysunki 10.5.1–10.5.8). Ochroną objęto pięć typów siedlisk (m.in. łęgi wierzbowo-topolowe, starorzecza i grądy) oraz 13 kluczowych gatunków (osiem gatunków ptaków i pięć płazów). Do gatunków tych należą: rybitwa czarna, bielik, zimorodek, sieweczka rzeczna, a wśród płazów: kumak nizinny, traszka grzebieniasta oraz ropucha zielona.

Wskaźnik rezultatu bezpośredniego, określający powierzchnię siedlisk wspieranych w celu uzyskania lepszego statusu ochrony, przekroczył założenia: zamiast planowanych 290 ha realnym wsparciem objęto aż 328,74 ha terenów cennych przyrodniczo. Dzięki tym działaniom Warszawa zyskała nie tylko nową infrastrukturę błękitno-zieloną, ale przede wszystkim realnie poprawiła warunki bytowania najbardziej zagrożonych mieszkańców swoich ekosystemów wodnych (ZZW, 2023).



Rysunek 10.5.1. Kanał przy Stawach Brustmana przed renaturyzacją (ZZW, 2023)



Rysunek 10.5.2. Stawy Brustmana przed renaturyzacją (ZZW, 2023)



Rysunek 10.5.3. Kanał przy Stawach Brustmana po renaturyzacji (ZZW, 2023)



Rysunek 10.5.4. Stawy Brustmana po renaturyzacji (ZZW, 2023)



Rysunek 10.5.5. Staw Moczydło 1 przed renaturyzacją (ZZW, 2023)



Rysunek 10.5.6. Staw Moczydło 1 po renaturyzacji (ZZW, 2023)



Rysunek 10.5.7. Stawy Glinianki Włościańskie przy ul. Tołwińskiego przed renaturyzacją (fot. Łukasz Poławski, 2023)



Rysunek 10.5.8. Stawy Glinianki Włościańskie przy ul. Tołwińskiego po renaturyzacji (ZZW, 2023)

Po roku i dwóch latach od zakończenia prac nad realizacją powyższego projektu architekt krajobrazu Agata Moniuszko z SGGW przeprowadziła monitoring jego efektów w odniesieniu do ornitofauny i wyniki przedstawiła w pracy pt. „Ocena skuteczności działań renaturyzacyjnych względem gatunków ornitofauny podjętych w ramach projektu »Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy«" (Moniuszko, 2025).

Głównym celem była szczegółowa analiza wpływu prac renaturyzacyjnych realizowanych w ramach projektu w latach 2020–2023 na populacje ptaków wodno-błotnych. Badaniami objęto trzy obiekty wodne na terenie Warszawy: sztucznie utworzone Stawy Brustmana (Bielany) i Glinianki Włościańskie (Żoliborz) oraz staw Moczydło 1 (Ursynów), który jest zbiornikiem wód stojących pochodzenia naturalnego. Skuteczność podjętych działań inwestycyjnych oceniono poprzez porównanie danych sprzed realizacji projektu z wynikami własnych inwentaryzacji ornitologicznych przeprowadzonych w cyklu badawczym w latach 2024–2025. Wykorzystano tu dane z inwentaryzacji ptaków wykonanej w ramach inwestycji przed rozpoczęciem prac budowlanych (Rowiński, 2021).

W procesie badawczym zastosowano metodę kartograficzną, opierając się na sześciu kontrolach terenowych w 2024 roku oraz 12 kontrolach w 2025. Aby precyzyjnie określić zmiany w strukturze środowiska po wykonaniu objętych projektem prac budowlanych, posłużono się analizą ortofotomap, co pozwoliło obliczyć zmiany procentowe w stopniu pokrycia brzegów przez szuwary, betonowe nabrzeża oraz inne formy roślinności. Dodatkowo w celu weryfikacji obecności konkretnych gatunków na wybranych stawach zastosowano metodę wabienia głosowego ukierunkowaną na kokoszkę oraz perkozka.

Analiza zmian środowiskowych wykazała, że w przypadku wszystkich badanych akwenów nastąpił wzrost powierzchni szuwarów (o ok. 4–6%) kosztem betonowych umocnień oraz otwartej tafli wody. Najbardziej spektakularną zmianę odnotowano na Stawach Brustmana, gdzie powierzchnia pokryta betonem została zredukowana aż czterokrotnie (tabela 10.5.1, rysunki 10.5.9–10.5.11). Przekształcenia te przełożyły się bezpośrednio na sytuację awifauny – zaobserwowano wzrost liczebności par lęgowych gatunków ściśle związanych z roślinnością szuwarową, takich jak krzyżówka, łyska oraz kokoszka.

Szczególny sukces odnotowano na Gliniankach Włościańskich. Obiekt ten przed rozpoczęciem projektu był pozbawiony gatunków lęgowych, a po zakończeniu prac stał się miejscem gniazdowania łyski. Z kolei na stawie Moczydło 1 nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian w liczbie par lęgowych, co sugeruje inną dynamikę odpowiedzi lokalnej populacji na wprowadzone modyfikacje. Różnica wynika z pochodzenia zbiorników i ich stanu ekologicznego. Staw Moczydło jest zbiornikiem powstałym naturalnie i jego ekosystem pomimo wpływów antropogenicznych zachowuje względnie wyższą równowagę ekologiczną. Z tego powodu przeprowadzenie prac renaturalizacyjnych przyniosło mniej spektakularne efekty w odniesieniu do ptaków.

Tabela 10.5.1. Zmiany rodzaju pokrycia powierzchni terenu na Stawach Brustmana, Gliniankach Włościańskich i stawie Moczydło 1 na skutek realizacji projektu „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" (ZZW, 2023; opracowanie: mgr inż. architekt krajobrazu Agata Moniuszko na podstawie Moniuszko, 2025)

Parametr	Stawy Brustmana					
	2021		2024		różnica [m²]	różnica [%]
	powierzchnia [m²]	powierzchnia [%]	powierzchnia [m²]	powierzchnia [%]		
powierzchnia terenu	15 593,0	100,00	15 593,0	100,00	–	–
otwarta tafla wody	10 233,0	65,63	9 499,0	60,92	–734,0	–4,71
teren otwarty	4 300,7	27,58	3 526,1	22,61	–774,6	–4,97
elementy betonowe	45,3	0,29	10,9	0,07	–34,4	–0,22
szuwary	538,0	3,45	1 419,0	9,10	881,0	5,65
krzewy	476,0	3,05	1 138,0	7,30	662,0	4,25
drzewa	2 464,0	15,80	2 464,0	15,80	0	0

Tabela 10.5.1. Zmiany rodzaju pokrycia powierzchni terenu na Stawach Brustmana, Gliniankach Włościańskich i stawie Moczydło 1 na skutek realizacji projektu „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" (ZZW, 2023; opracowanie: mgr inż. architekt krajobrazu Agata Moniuszko na podstawie Moniuszko, 2025) (cd.)

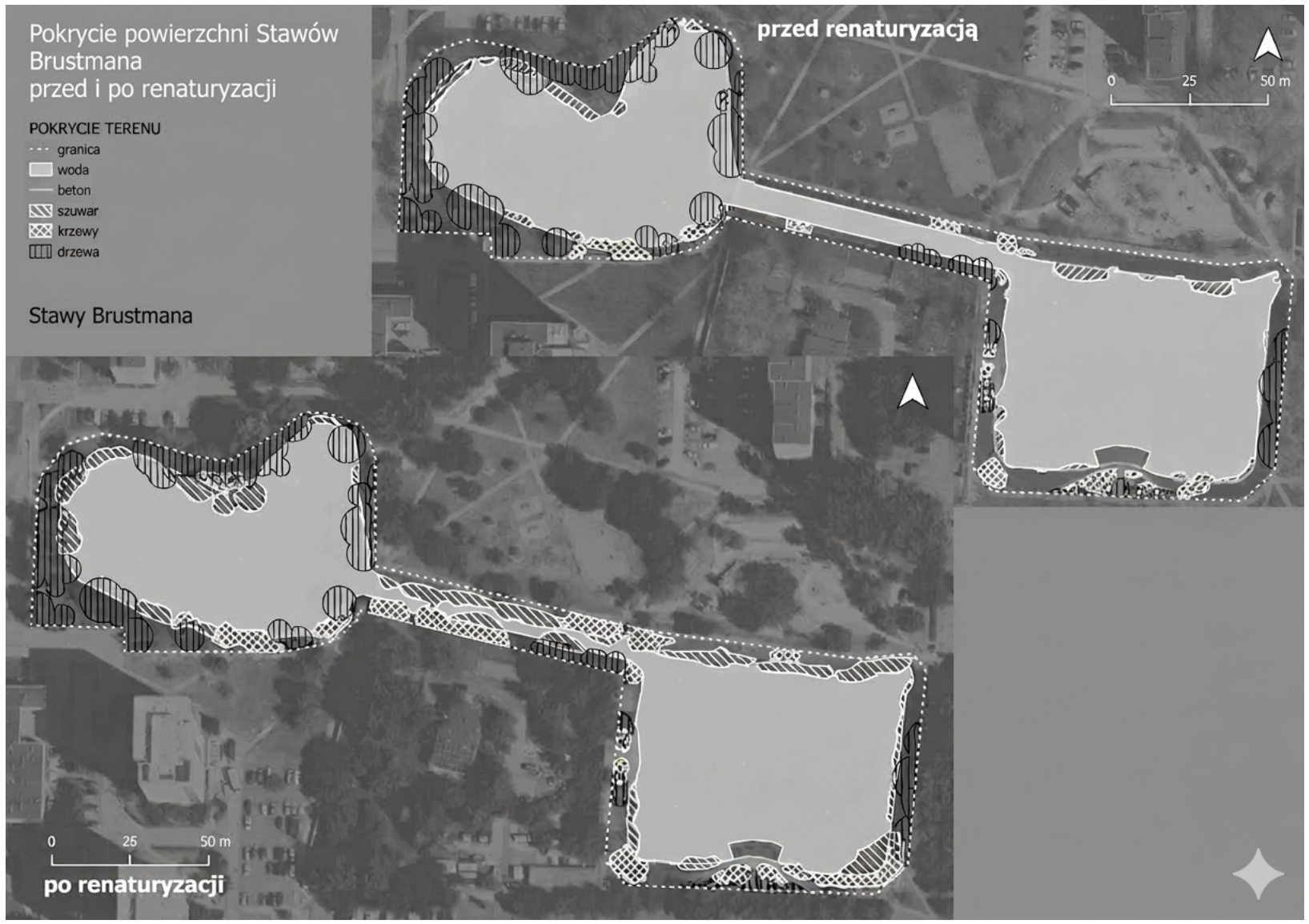
Parametr	Glinianki Włościańskie					
	2021		2024		różnica [m²]	różnica [%]
	powierzchnia [m²]	powierzchnia [%]	powierzchnia [m²]	powierzchnia [%]		
powierzchnia terenu	12 677,0	100,00	12 677,0	100,00	–	–
otwarta tafla wody	2 356,0	18,58	1 797,0	14,18	–559,0	–4,41
teren otwarty	9 958,0	78,55	10 052,0	79,29	94,0	0,74
elementy betonowe	152,0	1,20	22,0	0,17	–130,0	–1,03
szuwary	211,0	1,66	721,0	5,69	510,0	4,02
krzewy	0	0	85,0	0,67	85,0	0,67
drzewa	4 383,0	34,57	4 383,0	34,57	0	0
Parametr	Moczydło 1					
	2021		2024		różnica [m²]	różnica [%]
	powierzchnia [m²]	powierzchnia [%]	powierzchnia [m²]	powierzchnia [%]		
powierzchnia terenu	10 641,0	100,00	10 641,0	100,00	–	–
otwarta tafla wody	2 870,0	26,97	2 587,0	24,31	–283,0	–2,66
teren otwarty	6 370,0	59,86	6 000,0	56,39	–370,0	–3,48
elementy betonowe	92,0	0,86	92	0,86	0	0
szuwary	1 309,0	12,30	1 962,0	18,44	653,0	6,14
krzewy	0	0	0	0	0	0
drzewa	4 694,0	44,11	4 694,0	44,11	0	0



Rysunek 10.5.9. Zmiany rodzaju pokrycia powierzchni terenu na stawach Glinianki Włościańskie na skutek realizacji projektu „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" (ZZW, 2023; opracowanie: mgr inż. architekt krajobrazu Agata Moniuszko na podstawie Moniuszko, 2025)



Rysunek 10.5.10. Zmiany rodzaju pokrycia powierzchni terenu w obszarze stawu Moczydło 1 na skutek realizacji projektu „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" (ZZW, 2023; opracowanie: mgr inż. architekt krajobrazu Agata Moniuszko na podstawie Moniuszko, 2025)



Rysunek 10.5.11. Zmiany rodzaju pokrycia powierzchni terenu na Stawach Brustmana na skutek realizacji projektu „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" (ZZW, 2023; opracowanie: mgr inż. architekt krajobrazu Agata Moniuszko na podstawie Moniuszko, 2025)

W świetle uzyskanych wyników wskazano na konieczność zacieśnienia współpracy między projektantami branży architektura krajobrazu i hydrotechnika oraz ornitologami już na etapie planowania działań podejmowanych w ramach podobnych projektów (Moniuszko, 2025). Oprócz projektowania w obszarze estetyki i układu funkcjonalnego kluczowa jest bowiem precyzyjna wiedza nt. wymagań siedliskowych gatunków, które mają być beneficjentami zmian.

Pytania sprawdzające:

1. Jakie są główne cele restytucji krajobrazu leśnego?
2. W jaki sposób można przeprowadzić rekultywację brzegów rzek za pomocą rozwiązań opartych na naturze?
3. Jakie korzyści osiągnięto dzięki wdrożeniu rozwiązań opartych na naturze na Osiedlu Beauforta?
4. W jaki sposób można chronić zapylacze za pomocą rozwiązań opartych na naturze?
5. W jaki sposób można chronić gatunki zagrożone za pomocą rozwiązań opartych na naturze?

Bibliografia

Moniuszko, A. (2025). *Ocena skuteczności działań renaturyzacyjnych względem gatunków ornitofauny podjętych w ramach projektu „Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy" przeprowadzonego na trzech wybranych stawach w warszawskich parkach*. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie [niepublikowane].

Rowiński, P. (2021). *Inwentaryzacja i ekspertyza występowania awifauny dla potrzeb renaturyzacji linii brzegowej i najbliższego otoczenia: Stawów Brustmana, stawów przy ul. Tołwińskiego, Kanału Piaseczyńskiego, zbiorników przy Trasie Siekierkowskiej oraz zbiorników Moczydło 1 i Moczydło 2* (Umowa nr ZZW/C/OM/III/P4/121/U-3/21/DPT/PN). Zarząd Zieleni m.st. Warszawy.

Urząd Miasta st. Warszawa [UM Warszawa]. (2020). *Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy* (Projekt nr POIS.02.04.00-00-0033/18-00, Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020). Zarząd Zieleni m.st. Warszawy; Fundusz Spójności.

Zarząd Zieleni m.st. Warszawy [ZZW]. (2023). *Sprawozdanie z osiągnięcia efektu ekologicznego przedsięwzięcia pt. Ochrona zagrożonych gatunków związanych z siedliskami wodnymi na terenie Warszawy* (Umowa nr POIS.02.04.00-00-0033/18-00). Miasto stołeczne Warszawa; Fundusz Spójności.

11. ROZWIĄZANIA OPARTE NA NATURZE – STUDIA PRZYPADKÓW Z INDONEZJI I TAJLANDII

O czym jest ten rozdział:
W rozdziale przedstawiono przykłady projektów wykorzystujących NbS zrealizowanych w Indonezji i Tajlandii. Pokazano, w jaki sposób wdrażane są rozwiązania oparte na naturze i jakie korzyści społeczne, kulturowe i ekonomiczne osiągnięto dzięki temu. Opisane przykłady dotyczą różnych ekosystemów i krajobrazów – lasów, brzegów rzek i przestrzeni miejskich.

Czego się dowiesz:
- Możliwości zastosowania rozwiązań opartych na naturze w krajach Azji Południowo-Wschodniej.
- W jaki sposób projekty rozwiązań opartych na naturze pozwalają osiągnąć korzyści społeczne, kulturowe i ekonomiczne.

11.1. ZWIĘKSZANIE ODPORNOŚCI MIAST: EKOPARK TEBET

11.1.1. Kontekst

Ekopark Tebet (Tebet Eco Park) to park miejski o powierzchni 7,3 ha położony w indonezyjskiej Dżakarcie Południowej (ArchDaily, 2025). Przecina go otwarty kanał ściekowy o długości 714 m oraz korytarz drogowy, który dzieli obszar parku na część północną i południową. Ekopark Tebet jest otoczony różnymi rodzajami zabudowy, w tym gęsto zabudowanymi terenami mieszkalnymi oraz handlowymi, usługowymi i edukacyjnymi o stosunkowo dużej intensywności użytkowania (rysunek 11.1.1). Do parku można dojechać, korzystając z transportu publicznego. Zbudowany został w 1960 roku, a po raz pierwszy zrewitalizowany w 2010 roku jako publiczna otwarta przestrzeń zielona w mieście. W 2022 roku władze Dżakarty zleciły firmie SIURA Studio przeprojektowanie parku.



Rysunek 11.1.1. Ekopark Tebet jest otoczony terenem gęsto zabudowanym (dzięki uprzejmości studia SIURA)

11.1.2. Problem

Tebet to jeden z obszarów południowej Dżakarty narażonych na występowanie powodzi (Triuri i Marwasta, 2012; Aryanti i in., 2024). Dzielnicę przecina kilka rzek, w tym Ciliwung – duża rzeka mająca źródła na górze Pangrango w zachodniej Jawie. Zmiany w użytkowaniu gruntów wokół rzeki i sedymentacja spowodowana odpadami zmniejszyły przepustowość Ciliwung, powodując jej wylewanie podczas ulewnych deszczy. Przed drugą rewitalizacją w 2022 roku park Tebet był określany jako zdegradowany park publiczny. W praktyce służył jako wysypisko śmieci z zanieczyszczonym kanałem wodnym, a jego elementy, zarówno roślinność, jak i nawierzchnia, ulegały degradacji z powodu częstych zalewań. Z tego powodu nie funkcjonował jako popularny park rekreacyjny i cechował się niewielkim lub ograniczonym wykorzystaniem publicznym.

11.1.3. Główne cele

Rewitalizacja parku Tebet koncentrowała się na regeneracji funkcji ekologicznych terenu poprzez ochronę drzew i modernizację błękitno-zielonej infrastruktury, co pozwoli mu odegrać kluczową rolę w łagodzeniu skutków powodzi na tym obszarze. W celu ograniczenia powodzi wdrożono podejście ekologiczne

w postaci naturalizacji rzeki. Koncepcja zagospodarowania terenu opierała się na założeniach głównych dotyczących jego funkcji ekologicznej, przestrzeni społecznej, edukacji i rekreacji.

11.1.4. Wdrażanie rozwiązań opartych na naturze

Ekopark Tebet został przeprojektowany jako publiczna przestrzeń otwarta z podejściem ekologicznym. Infrastruktura, która powstała na tym terenie, obejmuje: ogród tematyczny, trawnik przeznaczony do wspólnego spędzania czasu i organizacji imprez, plac zabaw dla dzieci, amfiteatr, promenadę na mokradłach, bufor leśny i szkółkę roślin (rysunek 11.1.2). Odnosząc się do kategorii rozwiązań opartych na naturze zaproponowanych przez Pereirę i in. (2023) (więcej w rozdziale 2. „Definicja rozwiązań opartych na naturze") i biorąc pod uwagę różnorodność obiektów wchodzących w skład ekoparku Tebet, możemy uznać, że należy on do rozwiązań opartych na tworzeniu nowych ekosystemów.

Wdrożenie rozwiązań opartych na naturze na tym terenie obejmowało:

1. **Renaturalizację rzeki:** zmianę 714-metrowego kanału w szerszy, meandrujący ciek wodny z nasadzeniami nadbrzeżnymi wykorzystującymi gatunki rodzime oraz wykonanie równiny zalewowej w celu zwiększenia pojemności hydraulicznej, infiltracji i oczyszczania wody.
2. Realizację na całym obszarze **błękitno-zielonej infrastruktury** zintegrowanej ze ścieżkami i pomostami: tereny podmokłe/retencyjne, rowy porośnięte roślinnością, tereny przepuszczalne.
3. **Ochronę drzew i budowę z zachowaniem zasady obiegu zamkniętego (materiałów):** ponad 1500 istniejących drzew zbadano i w miarę możliwości zachowano, ścięte kłody i kamienie z koryta kanału ponownie wykorzystano lub przetworzono na meble i elementy placu zabaw.
4. **Inkluzywną zieloną łączność** wraz z mostem Infinity Link: wykorzystującą stare drzewa, łączącą północną i południową część parku bez wycinania roślinności i traktującą priorytetowo powszechny dostęp.

Działania wymienione w punktach pierwszym i drugim stanowią interwencje kluczowe dla przywracania naturalnego systemu hydrologicznego służącego ograniczeniu skutków powodzi, co jest głównym celem rewitalizacji. Poprzez tworzenie terenów zalewowych, obszarów nadbrzeżnych, stawów retencyjnych, bagien porośniętych roślinnością i ogrodów deszczowych park absorbuje i spowalnia spływ wód opadowych. Wykorzystanie rodzimych gatunków roślin przyczynia się do poprawy infiltracji wody, zwiększenia bioróżnorodności i ograniczenia wymagań konserwacyjnych.



Rysunek 11.1.2. Plan zagospodarowania terenu ekoparku Tebet zaproponowany przez biuro architektoniczne SIURA: most Infinity Link łączy północną i południową część parku, które są przedzielone drogą (dzięki uprzejmości studia SIURA)

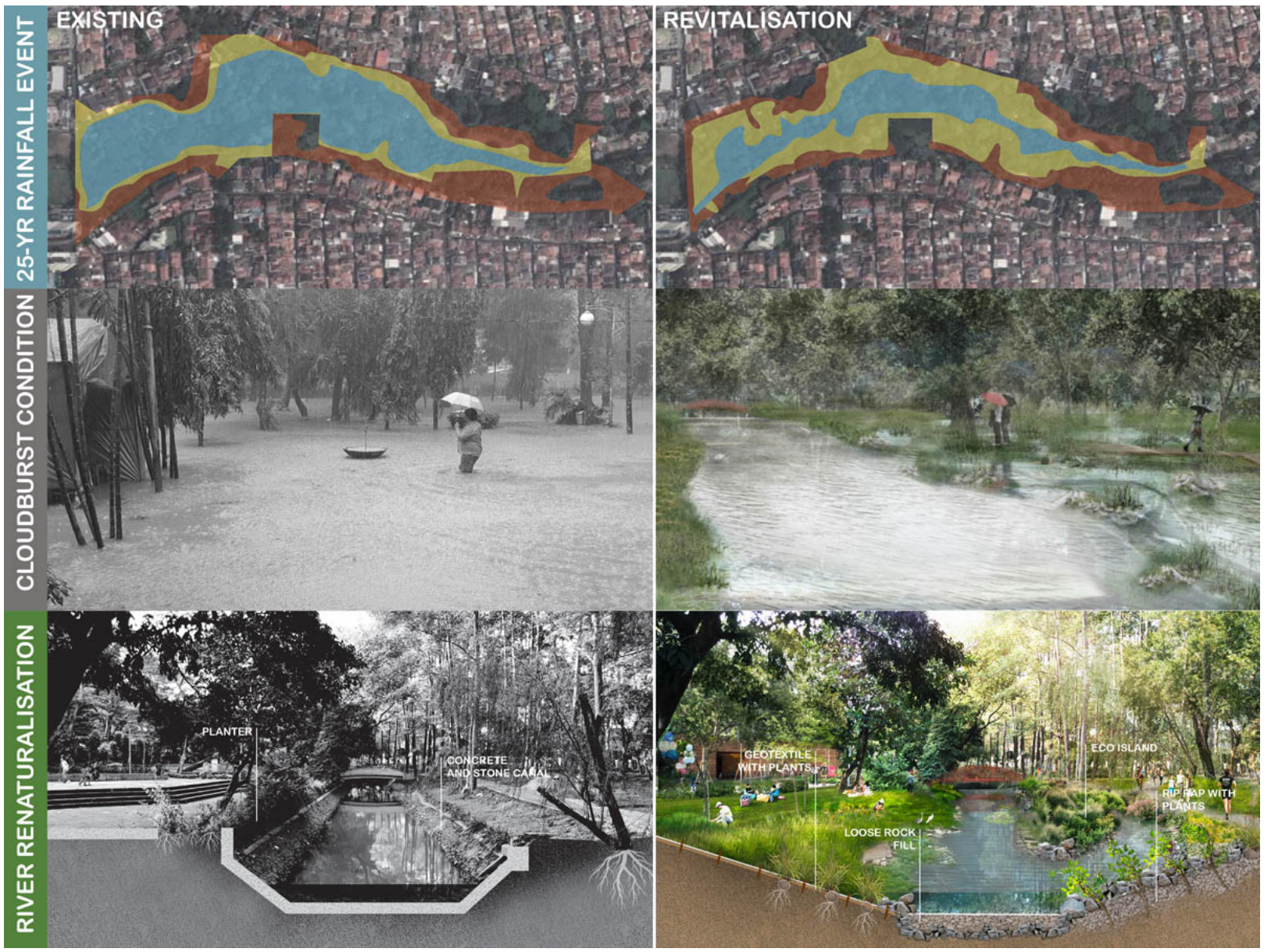
11.1.5. Przyczyny sukcesu

Choć ekopark Tebet został zrewitalizowany dopiero niedawno, udowodnił już swoją skuteczność jako otwarta przestrzeń zielona, znacząco przyczyniająca się do rozwiązywania problemów środowiskowych w mieście. W kontekście rozwiązań opartych na naturze sukces tego parku tkwi w jego usługach ekologicznych, w szczególności w: regulacji kontroli powodzi i komforcie mikroklimatu, wspieraniu miejskiej bioróżnorodności, a także w usługach kulturalnych, ponieważ park umożliwia mieszkańcom korzystanie z różnych form rekreacji. Dzięki naturalizacji rzeki znacznie wzrosła przepustowość cieku wodnego przecinającego park, co pomaga w zarządzaniu wodami opadowymi i zmniejsza ryzyko powodzi w samym parku i jego okolicach (ArchDaily, 2025). Nasadzenie różnych gatunków krzewów, w tym co najmniej 80 gatunków rodzimych, pozwoliło stworzyć siedliska dla dzikiej przyrody, co jest ważnym działaniem na rzecz zwiększenia bioróżnorodności w miastach. Ponadto ekopark Tebet stał się jednym z najpopularniejszych terenów zielonych w Dżakarcie, zaspokajając zapotrzebowanie na otwartą przestrzeń szczególnie mieszkańców południowej części miasta.

11.1.6. Wpływ na środowisko

Park, zaprojektowany jako wielofunkcyjna infrastruktura zielona stanowi nie tylko przestrzeń rekreacyjną, ale także bufor ekologiczny wzmacniający odporność miasta. Namacalnym efektem ekologicznym rozwoju parku jest ograniczenie powodzi – zastosowanie rozwiązań opartych na naturze pozwala zwiększyć infiltrację wód (rysunek 11.1.3). Zielone korytarze i korony drzew pomagają ponadto regulować lokalny mikroklimat, zmniejszają zjawisko miejskiej wyspy ciepła oraz zapewniają siedliska dla ptaków i zapylaczy. Badania Mulyani i in. (2023) pokazują, że liczba gatunków ptaków jest w parku Tebet wysoka w porównaniu z innymi parkami w Dżakarcie.

Zatem oprócz zarządzania hydrologicznego projekt parku promuje łączność ekologiczną i wspiera bioróżnorodność miejską. Zidentyfikowane oddziaływania ekologiczne wskazują, że wykorzystanie rozwiązań opartych na naturze generuje usługi ekosystemowe związane z zaopatrzeniem i regulacją. Wdrożenie NbS w ekoparku Tebet w Dżakarcie pokazuje, w jaki sposób zasady ekologiczne można zintegrować z projektem miejskiej przestrzeni publicznej, aby stawić czoła jednocześnie wielu wyzwaniom środowiskowym i społecznym.



Rysunek 11.1.3. Rewitalizacja kanału w ekoparku Tebet w celu poprawy gospodarki hydrologicznej i ograniczenia skutków powodzi (dzięki uprzejmości studia SIURA)

11.1.7. Korzyści ekonomiczne, społeczne i kulturalne

Tebet stał się ważnym parkiem publicznym dla mieszkańców Dżakarty (rysunek 11.1.4). Oprócz pozytywnego wpływu na środowisko jego rewitalizacja przyniosła miastu korzyści społeczne, ekonomiczne i kulturalne. Park ten odwiedza obecnie min. 4–5 tys. osób dziennie, czyli znacznie więcej niż przed rewitalizacją (Ryadi i in. 2024).

Wymiar społeczny ekoparku polega głównie na jego roli jako obszaru rekreacyjnego dostępnego dla wszystkich grup wiekowych, niezależnie od ich miejsca zamieszkania. Świadczy to o jego inkluzywności jako miejskiej, publicznej przestrzeni zielonej. Park oferuje różnorodne udogodnienia, takie jak ścieżki spacerowe i biegowe, trawniki do ćwiczeń oraz place zabaw dla dzieci z urządzeniami służącymi do eksploracji i rozwoju umiejętności motorycznych, promując zdrowie i aktywność fizyczną, a także nawiązywanie interakcji społecznych. Dzięki wyraźnym znakom informacyjnym, etykietom roślinnym, nasadzeniom tematycznym, pomostom na terenach podmokłych oraz obecności flory i fauny odwiedzający mają dostęp do edukacji ekologicznej. Place zabaw ze strefami eksploracyjnymi dodatkowo pobudzają ciekawość dzieci w odniesieniu do natury. W ten sposób park umożliwia odwiedzającym zdobywanie wiedzy i wgląd w świat przyrody.

Jednym z unikalnych elementów jest most Infinity Link, który łączy północną i południową część – stał się on ikoną i symbolem parku. Również rozwój ogrodów tematycznych i instalacji artystycznych przyczynił się do zwiększenia walorów estetycznych parku i zapewnił odwiedzającym niepowtarzalne wrażenia. Kilka obszarów, takich jak place i trawniki, można wykorzystywać do spotkań i realizacji programów społecznościowych. W ekoparku Tebet odbywają się zarówno wydarzenia regularne, jak i jednorazowe, w tym festiwale, koncerty i pokazy. Pokazuje to, że park dostarcza mieszkańcom także znacznych korzyści kulturalnych.

a



b



c



d



Rycina 11.1.4. Ekopark Tebet obecnie: a) naturalny kanał i równina zalewowa, która służy również jako trawnik dla odwiedzających; b) most Infinity Link stał się ikoną parku; c) plac zabaw dla dzieci jest jednym z ważnych udogodnień. Ścieżka umożliwia komunikację i przemieszczanie się odwiedzających; d) siłownia na świeżym powietrzu sprzyja dbaniu o zdrowie (dzięki uprzejmości studia SIURA)

Ekopark Tebet przyczynia się również do rozwoju lokalnej gospodarki. Badanie, w ramach którego analizowano park Tebet jako zrównoważoną destynację turystyczną, wykazało, że wizyty w parku przyczyniły się do wzrostu obrotów ulicznych sprzedawców nawet o 30% (Ryadi i in., 2024). Sam park został zaprojektowany z myślą o mikro, małych i średnich przedsiębiorstwach, które wykorzystały nowe możliwości biznesowe, takie jak sprzedaż żywności, napojów i pamiątek. Ponieważ wizyty w parku napędzają zapotrzebowanie na transport, park Tebet generuje 30% pośrednich wpływów z usług przewozowych (Ryadi i in., 2024). Co więcej, okolice parku stały się strategiczną lokalizacją, powstało wokół niego wiele kawiarni i restauracji, co potencjalnie zwiększa wartość nieruchomości.

Studium przypadku ekoparku Tebet obrazuje kilka ważnych kwestii. Udowadnia, że podejście ekologiczne można zintegrować z użytecznością publiczną, co przynosi dodatkowe korzyści w zakresie adaptacji do zmian klimatu oraz zwiększenia bioróżnorodności i dobrostanu człowieka. Zatem dobrze zaprojektowane rozwiązanie oparte na naturze wiąże się z licznymi korzyściami dla środowiska i społeczności. Jest to zgodne ze stwierdzeniem IPCC (2022), że rozwiązania oparte na naturze bezpośrednio pomagają ludziom, zmniejszając ryzyko powodzi, chłodząc miasta, wspierając bioróżnorodność i wzmacniając źródła utrzymania, a tym samym wspierają łagodzenie skutków zmian klimatu i adaptację do nich. Podsumowując, Ekopark Tebet stanowi wzór planowania krajobrazu miejskiego, w ramach którego cele środowiskowe dostosowywane są do potrzeb społeczności.

Bibliografia

ArchDaily. (2023, August 21). *Tebet Eco Park/SIURA Studio*. https://www.archdaily.com/1005641/tebet-eco-park-siura-studio [dostęp: 23.09.2025].

Aryanti, L., Muzani, M., & Kusumawati, L. (2024). Tingkat Ketangguhan Kelurahan Menghadapi Banjir di Kecamatan Tebet Jakarta Selatan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, *10*(1), 37–49. https://doi.org/10.23887/jiis.v10i1.77602

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). Summary for Policymakers. W: IPCC core writing team, H. Lee & J. Romero (red.), *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 1–34). IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Mulyani Y. A., Hermawan R., Rushayati S. B., Suryani, R., Zulhidayat, H., Marcellia, & Mahesa, R. (2023). Bird diversity and guild composition in five urban parks of DKI Jakarta. *The 5th International Conference on Biosciences, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1271. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1271/1/012013

Pereira, P., Yin, C., & Hua, T. (2023). Nature-based solutions, ecosystem services, disservices, and impacts on well-being in urban environments. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, *33*, 100465. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2023.100465

Ryadi, R., Awaloedin, D.T., & Nugraha, R. N. (2024). Utilization of Tebet Eco Park as a Sustainable Tourism Destination. *West Science Interdisciplinary Studies*, *2*(5), 1109–1118. https://doi.org/10.58812/wsis.v2i05.921

Triuri, Z., & Marwasta, D. (2012). Strategi Adaptasi Masyarakat Dalam Menghadapi Banjir di Kecamatan Tebet, Kota Jakarta Selatan (Studi Kasus Daerah Bantaran Sungai Ciliwung). *Jurnal Bumi Indonesia*, *1*(3), 492–499.

11.2. ZWIĘKSZANIE ODPORNOŚCI MIAST: PARK LEŚNY BENCHAKITTI

11.2.1. Kontekst

Park leśny Benchakitti (Benjakitti Forest Park) znajduje się w dzielnicy Khlong Toei Bangkoku w Tajlandii i może stanowić wzorzec odnowy ekologicznej. Położony jest pośród wysokich biurowców, luksusowych apartamentowców, hoteli i głównych obiektów handlowych (obszar Asoke-Ratchadaphisek). Park znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie Narodowego Centrum Kongresowego Królowej Sirikit oraz w pobliżu stacji BTS (kolei naziemnej) i MRT (metra), co czyni go łatwo dostępnym zarówno dla mieszkańców, jak i turystów. Powstał w wyniku transformacji dawnej fabryki tytoniu w wielofunkcyjny, ekologiczny park leśny, który przywraca naturalne systemy, łagodzi skutki powodzi i zapewnia bardzo potrzebną przestrzeń zieloną mieszkańcom centrum miasta.

11.2.2. Problem

Położony w delcie rzeki Chao Phraya Bangkok to miasto gęsto zaludnione, liczące ponad 10,5 mln mieszkańców. Obszar miejski jest płaski i nisko położony, ze średnią wysokością zaledwie 1,5 m n.p.m. Większość jego obszaru stanowiły pierwotnie bagna, które stopniowo osuszano za pomocą kanałów, intensywnie pompowano wody gruntowe, a następnie nawadniano na potrzeby rolnictwa. Region charakteryzuje się klimatem monsunowym ze średnimi opadami wynoszącymi ok. 1500 mm rocznie. Intensywne pompowanie wód gruntowych spowodowało poważne osiadanie terenu, co w połączeniu ze skutkami globalnego ocieplenia doprowadziło do wzrostu ryzyka powodzi z powodu niskiego położenia Bangkoku i niewystarczającej infrastruktury odwadniającej. Ulewne deszcze powodują przepełnienie miejskich systemów odprowadzających wodę, co z kolei skutkuje dużymi powodziami, które dotykają znaczną część miasta.

Park zlokalizowany jest w centrum Bangkoku, na powierzchni ok. 102 akrów. Teren ten zajmowała dawniej fabryka tytoniu, gęsto zabudowana jednopiętrowymi magazynami, pomiędzy którymi rozsiane były liczne drzewa. Od północy otacza go kanał Phaisingto zanieczyszczony miejskimi ściekami, od zachodu autostrada miejska Duang Phithak, która odgradza teren od sąsiedniej społeczności, od wschodu sztuczne jezioro, a od południa szpital, hotel i Narodowe Centrum Kongresowe Królowej Sirikit. Oprócz samej lokalizacji wyzwaniem był ograniczony budżet (ustalony ostatecznie na 20 dolarów za 1 m^2) oraz konieczność zakończenia projektu w ciągu zaledwie 18 miesięcy. Dodatkowo realizację nadzorowało wojsko, które nie miało dużego doświadczenia w zarządzaniu projektami krajobrazowymi. W odniesieniu do tego terenu nie sformułowano żadnych wymagań programowych poza utworzeniem małego muzeum dla fabryki tytoniu oraz centrum sportowego. Projekt naszego zespołu został wybrany w ramach międzynarodowego konkursu.

11.2.3. Główne cele

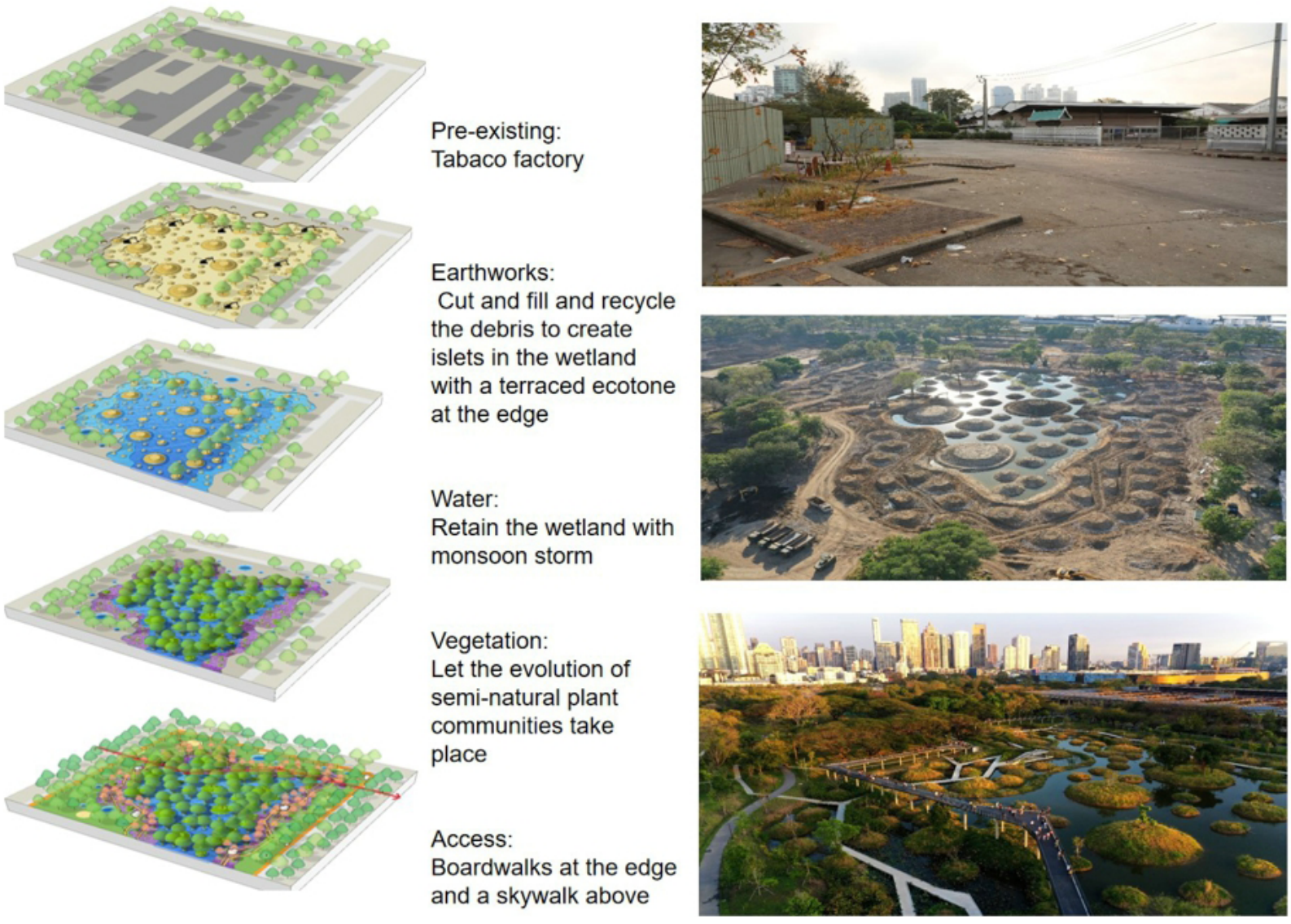
Aby sprostać różnorodnym wyzwaniom, jakie stawia teren i gęsto zaludnione środowisko miejskie, projekt został pomyślany jako park centralny, mający oferować miastu kompleksowe usługi ekosystemowe. Obejmuje to: zarządzanie wodami opadowymi w celu dostosowania do zmieniającego się klimatu monsunowego, służenie jako modelowe rozwiązanie oparte na naturze filtrujące zanieczyszczone ścieki miejskie, wspieranie rodzimych gatunków oraz zapewnienie niezbędnych przestrzeni publicznych do rekreacji i aktywności kulturalnej. Podejście projektowe opierało się na czterech kluczowych strategiach: 1. ponowne użycie i recykling; 2. zwiększenie porowatości tkanki miejskiej poprzez zwiększanie przepuszczalności gruntu i tworzenie terenów podmokłych; 3. wspieranie „nieuporządkowanej natury", wymagającej jedynie niewielkiej pielęgnacji; 4. tworzenie miejsc angażujących ludzi.

Ponowne użycie i recykling. Wszystkie dotychczas istniejące drzewa na terenie parku zostały zachowane i wkomponowane w nowy projekt. Aby utrzymać rozsądny poziom kosztów, zachowano wszystkie główne drogi. Istniejące budynki fabryczne zostały przebudowane na centrum sportowe i muzeum, idealnie wkomponowujące się w krajobraz. Materiały z rozbiórki betonu zostały poddane recyklingowi i wykorzystane do robót ziemnych i nawierzchni.

Zwiększanie porowatości tkanki miejskiej i tworzenie terenów podmokłych. Po pierwsze, zastosowano techniki wykopu i zasypywania, aby utworzyć mokradła z wysepkami bez konieczności przywozu lub wywozu gleby. Umożliwiło to przekształcenie dotychczas betonowego gruntu w przepuszczalny, by uzyskać porowaty krajobraz zdolny do zatrzymania maks. 200 tys. m^3 (23 mln galonów) wód opadowych w porze monsunowej. Modyfikacja pozwoliła również na przekształcenie twardych gleb gliniastych w wilgotne, gąbczaste siedliska, sprzyjające rozwojowi bogatej rodzimej roślinności przy minimalnym nawadnianiu w okresach suszy. Projekt można zrealizować za pomocą jednej koparki, co ogranicza konieczność korzystania z wykwalifikowanej siły roboczej. Fundamenty każdej wysepki wzmocniono betonem pochodzącym z recyklingu. W centrum wysepek zachowano istniejące drzewa, a młode sadzonki drzew baldachimowych posadzono niskim kosztem na nowo utworzonych kopcach. Trzy główne mokradła charakteryzują się dwiema głębokościami: płytkim tarasowym brzegiem i głębszym obszarem centralnym. Krawędzie tarasowe łączą się z liniowym obszarem podmokłym filtrującym zanieczyszczoną wodę kanałową, co umożliwia poprawę jakości z klasy V na III 8152 m^3 (2 mln galonów) wody dziennie. Przefiltrowana woda zasila obszary podmokłe w porze suchej i przekształca brzegi w tętniący życiem ekoton, sprzyjający bujnej roślinności. Po drugie, główne drogi zostały zachowane i ponownie wykorzystane, ale na środku każdej jezdni wykonano otwory, aby stworzyć przepuszczalną nieckę bioretencyjną i kwietniki oddzielające ścieżki rowerowe od ścieżek dla

pieszych, co pomogło nadać bardziej ludzką skalę wcześniejszym szerokim drogom zaprojektowanym dla ruchu ciężarówek. Po trzecie, w przypadku centrum sportowego i muzeum, które ulokowano w dawnych budynkach fabrycznych, zastosowano zasadę porowatości, doświetlając części dachów i umożliwiając przenikanie żywego krajobrazu przez betonowe powłoki budynków.

Wspieranie „nieuporządkowanej natury" (messy nature). Zmodyfikowany teren z różnorodnymi mikrośrodowiskami został obsiany sadzonkami drzew, co stworzyło podwaliny pod samowystarczalne, półnaturalne zbiorowiska roślinne. W rezultacie powstała niewymagająca częstej pielęgnacji mozaika roślinności, która rozkwita naturalnie, bazując na gatunkach rodzimych. Między florą i fauną tworzy się ekologiczne partnerstwo, a „nieuporządkowana" natura sztucznego mokradła zapewnia dynamiczną i zróżnicowaną estetykę, która wyraźnie kontrastuje z otoczeniem miejskim (rysunek 11.2.1).



Rysunek 11.2.1. Park Benchakitti przed i po zakończeniu budowy (© Turenscape and Arsomsilp Community and Environmental Architect; Turenscape, 2023)

Tworzenie miejsc angażujących ludzi. Wzdłuż krawędzi płytkich terenów podmokłych zaprojektowano liczne pomosty umożliwiające odwiedzającym obcowanie z miejską przyrodą. Pomost zbudowany między koronami drzew łączy cały park, przedzielony wcześniej głównymi drogami, zapewniając wyjątkowe immersyjne doznania pośród tropikalnej zieleni (rysunek 11.2.2).







Rysunek 11.2.2. Podniesiona kładka przecina korony drzew w parku Benchakitti
(© Turenscape and Arsomsilp Community and Environmental Architect; Turenscape, 2023)

11.2.4. Wdrażanie rozwiązań opartych na naturze

Zgodnie z klasyfikacją Eggermont i in. (2015), projekt architektoniczny krajobrazu parku leśnego Benchakitti stanowi przykład skutecznego podejścia do rozwoju nowych ekosystemów. Park powstał na terenie dawnej fabryki tytoniu, dzięki czemu przemysłowy krajobraz został przekształcony w las miejski i sztuczne mokradła. Poniżej przedstawiono proces powstawania parku Benchakitti, obejmujący koncepcje i strategie projektowe, prowadzenie budowy, a także bieżącą pielęgnację krajobrazu (Sung, 2023).

Koncepcja projektu i strategia zostały zainspirowane przemówieniem królowej Sirikit: „Jeśli Jego Wysokość będzie uważany za »Wodę«, ja będę »Lasem«, a »Las« zawsze będzie wspierał »Wodę« i będzie jej wierny". Projekt parku ma na celu integrację elementów leśnych i wodnych, odzwierciedlającą równowagę ekologiczną panującą w naturze. Stworzono w jego ramach cztery podkoncepcje: Woda + leśny park ekologiczny, Centrum nauki na żywo, Miejska infrastruktura ekologiczna oraz Model lasu miejskiego (tabela 11.2.1; Likitswat & Sung, 2025).

Tabela 11.2.1. Koncepcje projektowe związane z rozwiązaniami opartymi na naturze dla parku leśnego Benchakitti (Likitswat i Sung, 2025)

Koncepcja	Cel i najważniejsze punkty
Woda + leśny park ekologiczny	Przywrócenie naturalnego siedliska, utworzenie dużego zbiornika retencyjnego w centrum Bangkoku
Centrum nauki na żywo	Zapewnienie przestrzeni do nauki na świeżym powietrzu z podkreśleniem wartości lasu i środowiska
Miejska infrastruktura ekologiczna	Stworzenie nowego „miejskiego stylu życia" obejmującego aktywności związane z naturą w mieście
Model lasu miejskiego	Zaprojektowanie parku ekologicznego w celu zmaksymalizowania korzyści dla miasta, promowanie zrównoważonego zarządzania i lasów miejskich w innych obszarach zurbanizowanych

Podkoncepcje te są powiązane z ośmioma strategiami projektowymi, które czerpią inspirację z natury, aby skutecznie stawić czoła miejskim wyzwaniom i poprawić funkcjonalność parków publicznych (tabela 11.2.2). Strategie te mają na celu rozwiązanie wielu problemów miast, w tym ochronę siedlisk, zarządzanie wodami opadowymi podczas powodzi i suszy, zarządzanie ściekami miejskimi oraz wykorzystywanie ograniczonych zasobów naturalnych i energii. Odnoszą się ponadto do wyzwań związanych z zasobami ludzkimi i ograniczeniami budżetowymi, a także kwestii łączności, dostępności i niedoboru otwartych terenów zielonych. Głównym celem jest promowanie rozwiązań opartych na naturze w obszarze miejskim Bangkoku.

Tabela 11.2.2. Wyzwania miejskie oraz strategie projektowe i rozwiązania oparte na naturze dla parku leśnego Benchakitti (Likitswat i Sung, 2025)

Wyzwanie	Strategia projektowa
Zarządzanie wodami opadowymi, powodzie i susze	1. Zarządzanie klimatem monsunowym: park jest postrzegany jako „gąbka", zdolna do zatrzymywania i odprowadzania wody zarówno w porze deszczowej, jak i suchej. Obszar podmokły ma pojemność retencyjną 128 tys. m^3, zaprojektowaną tak, aby można było reagować na powodzie i susze przez cały rok.
Ścieki miejskie	2. Wykorzystanie naturalnych systemów oczyszczania ścieków: strategia ta obejmuje wykorzystanie sztucznego mokradła i systemu sztucznych stawów do oczyszczania ścieków z kanału Khlong Phai Singto znajdującego się na północ od parku. Możliwe jest skuteczne oczyszczenie ok. 1600 m^3 ścieków, szczególnie w porze suchej.
Ochrona drzewostanu	3. Zachowanie istniejących drzew na obszarze projektu: drzewa zostały celowo zachowane, aby zmaksymalizować wykorzystanie zasobów naturalnych. Takie podejście pomaga jednocześnie wyeliminować koszty związane z przesadzaniem do parku nowych drzew.
Ograniczone zasoby naturalne i energia	4. Ponowne wykorzystanie i recykling materiałów na miejscu: przyjęto zrównoważone podejście do ścinki i zasypywania gleby na miejscu w celu zminimalizowania zużycia energii podczas transportu. Odpady betonowe ze zburzonych budynków zostały ponownie wykorzystane i służą jako betonowe kamienie w kanale ekologicznym. Niektóre budynki i magazyny zostały zmodernizowane i przekształcone w muzea i obiekty sportowe z naciskiem na ich zrównoważony rozwój i efektywność energetyczną.
Ograniczone zasoby ludzkie i budżet	5. Ograniczenie nakładów na długoterminową konserwację: projekt parku podmokłego uwzględnia lokalne doświadczenia dotyczące tradycyjnych ogrodów z podwyższonymi grządkami. Technika ta ułatwia korzeniom drzew efektywne wchłanianie powietrza i wody, zmniejszając potrzebę ich długoterminowej konserwacji.
Słaba łączność i dostępność	6. Zwiększenie dostępu dla publiczności: park został zaprojektowany tak, aby można było nawiązać połączenie z innymi parkami publicznymi i okolicznymi społecznościami dzięki ścieżkom dla pieszych i kładkom zwiększającym dostępność dla zwiedzających.

Tabela 11.2.2. Wyzwania miejskie oraz strategie projektowe i rozwiązania oparte na naturze dla parku leśnego Benchakitti (Likitswat i Sung, 2025) (cd.)

Wyzwanie	Strategia projektowa
Ochrona siedlisk	7. Stworzenie ekologicznego parku leśnego: projekt parku powstałego na dawnych terenach przemysłowych tworzy nowe siedlisko dla ponad 400 gatunków lokalnej flory. Wprowadzono ok. 5600 nowych sadzonek rzadkich gatunków rodzimych, przekształcając park w przestrzeń edukacyjną na świeżym powietrzu dotyczącą lokalnych gatunków roślin.
Brak otwartych terenów zielonych	8. Zapewnienie przestrzeni rekreacyjnej dostępnej dla wszystkich: park służy jako przestrzeń do rekreacji dla społeczności i mieszkańców miast. Jednocześnie jest domem dla miejskiej przyrody i zwierząt, tworząc przestrzeń ekologiczną, która płynnie integruje aktywność i przyrodę z miastem.

11.2.5. Przyczyny sukcesu

Pomimo bardzo napiętego harmonogramu budowy realizacja parku leśnego Benchakitti okazała się wielkim sukcesem (rysunek 11.2.3). Latem 2025 roku znaczna część Bangkoku została zalana w wyniku powodzi, a park i jego bezpośrednie otoczenie przetrwały bez większych uszczerbków. Tereny podmokłe, które poddano rekultywacji, dobrze prosperują i produkują wystarczającą ilość wody, aby utrzymać się przy życiu także w porze suchej. Park zamieszkuje wiele gatunków ptaków i innych dzikich zwierząt. Ten naturalnie regenerujący się system jest obecnie największym parkiem w gęsto zaludnionym centrum Bangkoku i każdego dnia przyciąga dziesiątki tysięcy turystów, którzy korzystają z licznych możliwości aktywnego spędzania czasu, w tym joggingu i jazdy na rowerze, organizacji spotkań rodzinnych, uroczystości ukończenia szkół, pikników, randek czy sesji zdjęciowych. Park został nawet okrzyknięty w mediach społecznościowych nowym symbolem stolicy Tajlandii.



Rysunek 11.2.3. Zadrzewione mikrowysepki, w środku których zachowano istniejące drzewa, zostały zbudowane metodą modułową (© Pierrick; Yu i Wang, 2024)

11.2.6. Wpływ na środowisko

Park leśny Benchakitti w dużym stopniu oddziałuje na środowisko ze względu na przekształcenie terenu poprzemysłowego w odporny ekosystem miejski, co zwiększyło bioróżnorodność, poprawiło gospodarkę wodną i jakość powietrza oraz możliwości regulacji klimatu, a jednocześnie zapewniło mieszkańcom edukację ekologiczną (rysunek 11.2.4). Jego główne oddziaływanie na środowisko jest następujące:

1. Przywracanie bioróżnorodności miejskiej
Dzięki parkowi do centrum Bangkoku wprowadzono rodzime gatunki leśne, mokradła i łąki. Park stanowi siedlisko dla ptaków, owadów, płazów i gatunków wodnych, które miały niewielkie możliwości schronienia na terenie przemysłowym. Wspiera miejskie korytarze ekologiczne, łącząc się z pobliskimi terenami zielonymi.

2. Lepsze zarządzanie wodą i ograniczanie skutków powodzi
Park integruje sztuczne mokradła i stawy retencyjne. Pochłania i magazynuje wody opadowe, zmniejszając ryzyko wystąpienia powodzi w sąsiednich dzielnicach. Zanieczyszczone wody spływowe z okolicznych ulic są naturalnie filtrowane przez rośliny bagienne, co poprawia jakość wody.

3. Sekwestracja dwutlenku węgla i regulacja klimatu
Tysiące drzew posadzonych na terenie parku pochłaniają CO_2, łagodząc skutki zmian klimatu. Zacienione korony drzew ograniczają zjawisko miejskiej wyspy ciepła, lokalnie obniżając temperaturę powietrza i powierzchni terenu. Mikroklimat staje się chłodniejszy, bardziej wilgotny i komfortowy.

4. Poprawa jakości gleby i powietrza
Roślinność stabilizuje glebę i zmniejsza erozję w porównaniu z wcześniejszymi warunkami przemysłowymi. Rośliny filtrują kurz i zanieczyszczenia, poprawiając jakość powietrza w mieście.

5. Edukacja i świadomość ekologiczna
Park pełni funkcję „zielonej klasy" dotyczącej sukcesji leśnej, ekologii terenów podmokłych i bioróżnorodności. Zwiedzający uczą się o rozwiązaniach opartych na naturze i zrównoważonym rozwoju poprzez bezpośrednie doświadczenie.

6. Długoterminowe usługi ekosystemowe
Istnienie parku wspiera miejskie zapylacze (pszczoły, motyle, ptaki). Zwiększa on zasilanie wód gruntowych, tworzy ponadto bufor ekologiczny, który pomaga miastu dostosować się do wyzwań związanych z odpornością na zmiany klimatu (fale upałów, intensywne opady deszczu).



Rysunek 11.2.4. Wszystkie istniejące na terenie parku Benchakitti drzewa zostały zachowane i wkomponowane w nowy projekt (© Turenscape and Arsomsilp Community and Environmental Architect; Yu & Wang, 2024)

11.2.7. Korzyści ekonomiczne, społeczne i kulturalne

Park leśny Benchakitti to nie tylko projekt ekologiczny – generuje on oszczędności ekonomiczne i wpływa na lokalny wzrost gospodarczy, zwiększa poziom dobrobytu i integracji społecznej, a także tożsamości kulturowej i edukacji, co czyni go modelowym przykładem wielofunkcyjnej miejskiej przestrzeni zielonej (tabela 11.2.3).

Tabela 11.2.3. Korzyści wynikające z funkcjonowania parku leśnego Benchakitti

Aspekty	Korzyści
Ekonomiczne	• Park jest największą publiczną przestrzenią rekreacyjną w centrum Bangkoku, przyciągającą dziesiątki tysięcy turystów dziennie, co wspiera działalność lokalnych firm i pobudza aktywność gospodarczą. • Zbudowany stosunkowo niskim kosztem (przy „ograniczonym budżecie") w krótkim czasie (18 miesięcy) stanowi przykład efektywnej ekonomicznie realizacji parku miejskiego. • Ponowne wykorzystanie/recykling materiałów (betonu z wyburzonych budynków, istniejących drzew/budynków) obniża koszty budowy i materiałów (Turenscape, 2023; ASLA, 2024; Yu & Wang, 2024).
Społeczne	• Oferuje nowe publiczne udogodnienia (ścieżki biegowe i rowerowe, promenady, kładki dla pieszych, amfiteatr), które wspierają zdrowie, rekreację i dobre samopoczucie mieszkańców miasta. • Projekt sprzyjający włączeniu społecznemu i dostępności: ścieżki i kładki dla pieszych, które umożliwiają mieszkańcom Bangkoku dostęp do natury (osobom w różnym wieku i o różnych możliwościach ruchowych). • Miejsce spotkań: park zapewnia przestrzeń do organizacji wydarzeń (kulturalnych i rekreacyjnych), spotkań rodzinnych, pikników i wypoczynku (Arifwidodo & Chandrasiri, 2021; ArchDaily, 2023).
Kulturowe	• Adaptacja budynków dawnej fabryki tytoniu na potrzeby krytego centrum sportowego i muzeum chroni dziedzictwo historyczne/ przemysłowe. • Integracja sztuki i kultury: instalacje artystyczne (np. „Powitanie Benchakitti"), które łączą naturę, sztukę publiczną i tematykę ekologiczną (jak np. zagadnienie zapylania przez pszczoły bezżądłowe). • Park pełni funkcję żywej „klasy botanicznej", w ramach której można się uczyć o rodzimych gatunkach roślin, ekologii i hydrologii. • Wartość symboliczna: staje się „nowym symbolem kulturowym" Bangkoku, reprezentującym zieloną urbanistykę i zrównoważony rozwój (Bangkok Post, 2023; Yu & Wang, 2024).

Pytania sprawdzające:

1. W jaki sposób wdrażane są rozwiązania oparte na naturze w ekoparku Tebet?
2. Jakie społeczne, kulturowe i ekonomiczne korzyści związane są z wdrożeniem NbS w parku Tebet?
3. Jakie potencjalne wyzwania wiążą się z utrzymaniem długoterminowego finansowania zielonej infrastruktury, takiej jak park leśny Benchakitti?
4. Jakie korzyści społeczne przyniosło wdrożenie rozwiązań opartych na naturze w parku Benchakitti?

Bibliografia

American Society of Landscape Architects [ASLA]. (2024). *Benjakitti Forest Park – ASLA Professional Awards*. ASLA. https://www.asla.org/awards-events-main-landing/honors-awards/pro-student-awards/2024-professional-awards/9526 [dostęp: 9.09.2025].

ArchDaily. (2023). *Benjakitti Forest Park / Turenscape + Arsomsilp Community and Environmental Architect*. https://www.archdaily.com/1004947/benjakitti-forest-park-arsomslip-community-and-environmental-architect [dostęp: 9.09.2025].

Arifwidodo, S., & Chandrasiri, O. (2021). The effects of park improvement on park use and park-based physical activity. *Journal of Architecture and Urbanism, 45*(1), 73–79. https://doi.org/10.3846/jau.2021.11845

Bangkok Post. (2023). Art Comes to the Park. https://www.bangkokpost.com/life/social-and-lifestyle/2620731/art-comes-to-the-park [dostęp: 9.09.2025].

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuer, K., Smith, M., Van Ham, C., Weisser, W. W., & Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New influence for environmental management and research in Europe. *GAIA*, *24*(4), 243–248. https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9

Likitswat, F., & Sung, C. (2025). Implementing Nature-based Solutions: Learning from Benchakitti Forest Park in Bangkok. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, *22*(2), 272299. https://doi.org/10.56261/jars.v22.272299

Sung, C. (2023). Benchakitti park water+forest. *Park & Plant 2023* (pp. 80–95). http://park.bangkok.go.th/ebook/2566/?fbclid=IwAR0iraKMtSdEV0Ywpq_HjDrxjYH5LkBtJcqgS9M#p=83 [dostęp: 9.09.2025].

Turenscape (2023). *Benjakitti Forest Park*. Turenscape. https://www.turenscape.com/en/project/detail/4751.html [dostęp: 9.09.2025]

Yu, K., & Wang, D. (2024). Modular Approach Creating Low-Maintenance Sponge City: Benjakitti Forest Park in Bangkok, Thailand. W: C. A. Smith (red.), *Representing Landscapes: Visualizing Climate Action* (ss. 172–188). Routledge.

12. UWAGI KOŃCOWE

Zagrożenia klimatyczne stają się coraz poważniejszym problemem na całym świecie. Efektami zmian klimatu są fale upałów, powodzie, susze, wzrost poziomu mórz i inne zjawiska mające niekiedy drastyczne konsekwencje dla ekosystemów, gatunków i dobrostanu człowieka. Obiecujące strategie przeciwdziałania tym problemom uwzględniają dynamiczną naturę złożonych systemów społeczno-ekologicznych. W tej sytuacji rozwiązania oparte na naturze (NbS), które z definicji powinny „przynosić korzyści zarówno ludziom, jak i przyrodzie", stają się użytecznym narzędziem w radzeniu sobie z problemami klimatycznymi. Opierają się na ugruntowanych praktykach inżynierii ekologicznej i można je uznać za mechanizm niezbędny do osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju.

Wyróżniamy trzy rodzaje rozwiązań opartych na naturze: minimalną interwencję w ekosystem lub jej brak (typ 1), odbudowę lub zarządzanie tradycyjnymi ekosystemami (typ 2) oraz tworzenie nowych ekosystemów (typ 3). Rozwiązania te są niezwykle cenne, jeśli chodzi o spełnienie wymagań najważniejszych międzynarodowych konwencji i inicjatyw dotyczących przeciwdziałania zmianom klimatu. Przykładowo NbS mogą wpływać na ponad 90% z 17 celów zrównoważonego rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych i bardzo skutecznie przyczyniać się do realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu.

We wdrażaniu rozwiązań opartych na naturze szczególnie istotna jest rola architektów krajobrazu. Nowoczesne projekty powinny być ukierunkowane m.in. na zrównoważony rozwój. Można dzięki temu zidentyfikować wyraźne powiązanie między rozwiązaniami opartymi na naturze a architekturą krajobrazu. Architektura krajobrazu może się przyczynić do rozwoju i wdrażania NbS oraz zapewnienia zrównoważonego rozwoju regionów na różnych poziomach przestrzennych i czasowych.

Ważnym aspektem wdrażania rozwiązań opartych na naturze jest określenie ich celów. Bardzo istotne jest również zaangażowanie w ten proces od samego początku, tj. już na etapie planowania, wszystkich zainteresowanych stron. Zastosowaniu NbS powinien towarzyszyć monitoring, który pozwala obiektywnie ocenić uzyskane rezultaty (np. dodatkowe korzyści i konieczne kompromisy) i umożliwia adaptacyjne zarządzanie poszczególnymi wdrożeniami. Z tego powodu podejście do monitoringu musi być holistyczne, skoncentrowane na aspektach środowiskowych, ekonomicznych i społecznych, aby można było zachować równowagę między nimi, a także zapewnić planowany okres funkcjonowania danego rozwiązania i jego zasięg.

Jak pokazują przedstawione w podręczniku przykłady, ważną rolę odgrywa kontekst regionalny. Warunki środowiskowe i uwarunkowania kulturowe mają decydujący wpływ na wyzwania i strategie projektowe rozwiązań opartych na naturze. Jednak podstawowe zasady tych rozwiązań wydają się spójne, oparte na ośmiu kryteriach zdefiniowanych w globalnym standardzie IUCN. Wdrożenia ukierunkowane są na zrównoważony rozwój, ochronę różnorodności biologicznej i wspieranie walorów estetycznych krajobrazu oraz trwałość zastosowanych rozwiązań.

13. ZALECANA LEKTURA

Carvalho, L., Schwerk, A., Matthews, K., Blackstock, K., Okruszko, T., Anzaldua, G., Baattrup-Pedersen, A., Buijse, T., Colls, M., Ecke, F., Elosegi, A., Evans, C., Gerner, N., Rodríguez González, P., Grondard, N., Grygoruk, M., Hein, L., Hering, D., Hernandez Herrero, E., Hoffman, C. C., Hopkins, J., Ibrahim, A., Rouillard, J., Scholl, L., Spears, B., Williamson, J., & Birk, S. (2022). New framework for monitoring systemic impacts of freshwater and wetland restoration actions (EU H2020 research and innovation project MERLIN Deliverable 1.2). https://project-merlin.eu/files/merlin/downloads/deliverables/MERLIN_D1.2_Monitoring_Handbook_Nov2024.pdf [dostęp: 19.06.2025].

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuer, K., Smith, M., Van Ham, C., Weisser, W. W., & Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New influence for environmental management and research in Europe. GAIA, 24(4), 243–248. https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9

Goodman, D. (2023). Seven years to save nature and people: a proposed set of policies and actions for the SDG Summit. IUCN.

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). Summary for Policymakers. W: IPCC core writing team, H. Lee & J. Romero (red.), Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ss. 1–34). IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN]. (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design, and scaling up of NbS. IUCN.

Lanzerath, D., & Friele, M. (red.). (2014). Concepts and values in biodiversity. Routledge.

Ossola, A., & Niemelä, J. (red.). (2018). Urban biodiversity: From research to practice. Routledge. https://doi.org/10.9774/gleaf.9781315402581

Sfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Funduszu Europejskiego dla Rozwoju Społecznego 2021–2027 (FERS) jako część projektu NAWA pt. „Wsparcie tworzenia i realizacji międzynarodowych programów kształcenia” nr FERS.01.05-IP.08-0436/23. Projekt Katamaran „Polsko-indonezyjskie podwójne studia magisterskie z architektury krajobrazu. »Architektura krajobrazu w warunkach planetarnych zmian klimatu«”. Akronim: PanPLAN BPI/KAT/2024/1/00007







