7 zrównoważony rozwój

zastosowania

rzeka w mieście

2023

Fundacja Sendzimira

rzeka w mieście

zrównoważony rozwój
zastosowania

7

Rzeka w mieście
Seria wydawnicza: Zrównoważony Rozwój – Zastosowania

Redakcja naukowa
Tomasz Bergier, AGH w Krakowie
Jakub Kronenberg, Uniwersytet Łódzki
Iwona Wagner, Uniwersytet Łódzki

Recenzja
Dr hab. inż. Ewa Burszta-Adamiak, prof. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Dr Agata Pietrzyk-Kaszyńska, Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk

Korekta
Katarzyna Sekulska

Fotografia na okładce
MGGP Aero Sp. z o.o.

Skład i opracowanie graficzne
Marcelina Michalczyk

Monografia: Rzeka w mieście

ISBN 978-83-62168-32-3 (wersja drukowana)
ISBN 978-83-62168-33-0 (wersja online)

Seria wydawnicza: Zrównoważony Rozwój – Zastosowania
ISSN 2081-5727 (wersja drukowana)
ISSN 2084-0594 (wersja online)

Wydawca
Fundacja Sendzimira
www.sendzimir.org.pl

© Copyright by Fundacja Sendzimira
Kraków 2023

Wydrukowano na papierze z recyklingu

Iceland Liechtenstein Norway grants

Publikacja wydana w ramach projektu „Miejskie ekosystemy dolin rzecznych. Potencjał usług ekosystemów w obliczu antropogenicznych zmian klimatu", który korzysta z dofinansowania o wartości 164 599 euro otrzymanego od Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w ramach Funduszy EOG, w ramach Programu Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu, obszar programowy: Środowisko naturalne i ekosystemy. Celem projektu jest budowanie świadomości dotyczącej usług ekosystemów świadczonych przez ekosystemy dolin rzek, potoków, strumieni, kanałów i cieków wodnych oraz znaczenia tych usług dla jakości życia w mieście i dla adaptacji i mitygacji zmian klimatu.

Za treść materiału odpowiada wyłącznie Fundacja Sendzimira.

Fundacja Sendzimira

Phronesis SA

Słowo wstępne

Zrównoważony rozwój jest pojęciem, które w czasach postępujących zmian klimatu staje się apelem do zarządzających zasobami przyrodniczymi, w szczególności wodą. Z perspektywy państwa kryje się za nim misja zapewnienia zasobów wodnych w odpowiedniej ilości i jakości, z uwzględnieniem potrzeb poszczególnych sektorów gospodarki i społeczeństwa. Te potrzeby, które ująć możemy określeniem „korzystanie z wód", regulowane są systemem reglamentacji, określonej w prawie poprzez zakazy, pozwolenia czy opłaty. Celem tego systemu jest uzyskanie stabilnej równowagi pomiędzy usługami ekosystemów i podażą tych usług, limitowanej przez oczekiwany stan środowiska. W przypadku wód mówimy o ich stanie ekologicznym i stanie chemicznym, ocenianych i klasyfikowanych w oparciu o pakiet wskaźników, opisujących warunki biologiczne, fizykochemiczne, hydromorfologiczne i chemiczne. Oczekiwanym elementem wspomnianej równowagi będzie wypadkowa ocena tych warunków, zdefiniowana jako dobry stan, czyli zaledwie lekko odbiegający od warunków naturalnych właściwych dla danego ekosystemu. Jednak osiągnięcie tego celu jest nie tylko zadaniem administracji rządowej, która zajmuje się działem „gospodarka wodna", ale również efektem dziesiątków, a nawet setek lokalnych strategii, odpowiadających na potrzeby lokalnych społeczności, oczekujących możliwości obcowania z naturą, czystą wodą i pięknem przyrody. Strategii, których realizacja oparta powinna być również na wiedzy i dobrych praktykach. Niniejszy podręcznik jest właśnie o tym. Zespół ekspertów przedstawia w nim przykłady najlepszych osiągnięć dotyczących zarządzania ekosystemami rzecznymi w miastach, odtwarzania tych ekosystemów i sposobów zwiększania świadomości społecznej w zakresie korzyści z wdrażania tych praktyk.

Przemysław Gruszecki
Dyrektor Departamentu Zarządzania Środowiskiem Wodnym
Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej

Spis treści

ROZDZIAŁ 1

Wprowadzenie 7

Studium przypadku 1: Oslo – błękitno-zielona transformacja 12

ROZDZIAŁ 2

Zwracanie miasta do rzeki – miejskie fronty wodne 17

Wyzwanie: Zagospodarowanie doliny Warty w Poznaniu 18

Studium przypadku 2: Londyn – Tamiza – droga do „przyjaźni po rozwodzie” 30

ROZDZIAŁ 3

Rzeki jako osnowa korytarzy społeczno-ekologicznych 35

Wyzwanie: Wizja rozwoju Piaseczna nad rzeką Perełką 36

Studium przypadku 3: Błękitno-zielona infrastruktura i parki rzeczne w Krakowie 50

ROZDZIAŁ 4

Renaturyzacja rzek 55

Wyzwanie: Opoczno – rzeki dla natury, natura dla ludzi 56

Studium przypadku 4: Renaturyzacja rzek w Radomiu 68

ROZDZIAŁ 5

Zasilanie rzek wodami w obliczu zmiany klimatu 73

Wyzwanie: Zanikający przepływ wody w Strudze Dziekanowskiej w gminie Łomianki 74

Studium przypadku 5: Podczyszczanie wód deszczowych w górnym odcinku Bzury w Łodzi 86

ROZDZIAŁ 6

Odtwarzanie rzek miejskich 91
Wyzwanie: Renaturyzacja odcinka rzeki Drny w parku Fosa i Stoki Cytadeli w Warszawie 92
Studium przypadku 6: Odtwarzanie rzeki Cheonggyecheon w Seulu 102

ROZDZIAŁ 7

Błękitno-zielona infrastruktura jako uzupełnienie sieci hydrograficznej 107
Wyzwanie: Zrównoważona gospodarka wodą deszczową w Gdańsku 108
Studium przypadku 7: Błękitno-zielona sieć w dzielnicy Ensjø, Oslo 120

ROZDZIAŁ 1

Wprowadzenie

Tomasz Bergier
AGH w Krakowie
Jakub Kronenberg
Uniwersytet Łódzki
Iwona Wagner
Uniwersytet Łódzki

Choć już pierwsze ludzkie osiedla, w szczególności pierwsze miasta, powstawały nad rzekami, te stały się tak oczywistym elementem krajobrazu, że wiele miast przestało je doceniać, a wręcz zaczęło się od nich odwracać. Ostatnio jednak o rzekach mówi się coraz częściej, zwłaszcza w kontekście antropogenicznej zmiany klimatu. Wraz z nasilaniem się gwałtownych opadów i innych ekstremalnych zjawisk pogodowych niektóre rzeki wylewają lub wysychają. W Polsce toczą się już zresztą pierwsze procesy klimatyczne, w ramach których obywatelki i obywatele pozwali polski rząd za zaniedbania w działaniach przeciwko kryzysowi klimatycznemu, związane m.in. z wysychaniem rzek. Zatruta w 2022 r. Odra stanowi kolejny przykład tego, jak zmiana klimatu potęguje dotychczasowe skutki negatywnego wpływu człowieka na środowisko przyrodnicze.

To, o czym mówi się w Polsce, to jednak tylko namiastka podobnych problemów, z którymi mamy do czynienia w skali globalnej. Miliardom ludzi grozi niedobór wody, co było jednym z tematów omawianych w ramach Konferencji Wodnej ONZ w marcu 2023 r. Mówiono tam o dostępie do wody jako jednym z podstawowych praw człowieka, ale też o planach odtwarzania zdegradowanych, zatrutych, poprzegradzanych tamami i zasypywanych odpadami rzek. Mówiono o szerszej zależności powodzenia realizacji wszystkich Celów Zrównoważonego Rozwoju od dostępu do wody.

W niniejszym poradniku piszemy o społecznej świadomości rzek w miastach, o odwracaniu miast do rzek, o zasilaniu ich wodą, ale też o renaturyzacji i odtwarzaniu rzek, które zostały zniszczone i znacząco przekształcone. Piszemy nawet o tworzeniu nowych rzek, a przynajmniej mniejszych cieków wodnych, zwłaszcza tam, gdzie jest to uzasadnione planami adaptacji do zmiany klimatu. Wszystko to omawiamy w kontekście korzyści, jakie środowisko przyrodnicze – w tym przypadku zdrowe i czyste rzeki – dostarcza społeczeństwu.

Korzyści te nazywane są usługami ekosystemów. Świadomie i konsekwentnie stosujemy ten termin zamiast promowanego w oficjalnych dokumentach tłumaczenia angielskiego terminu „ecosystem services" jako „usługi ekosystemowe". Wydaje się nam, że jest to szczególnie ważne właśnie kontekście dyskusji na temat rzek w miastach. Pisząc o usługach ekosystemów, staramy się bowiem podkreślić podmiotowość środowiska przyrodniczego, wskazywać ekosystemy jako partnerów do współpracy, oferujących nam nieocenioną pomoc. „Ekosystemowe", podobnie jak „hotelowe" czy „krawieckie", stanowiłyby tylko dookreślenie, cechę usług (w formie przymiotnika), tymczasem w pojęciu „ecosystem services" chodzi o podkreślenie fundamentalnego znaczenia ekosystemów dla człowieka. Co ciekawe, odwoływanie się do usług konkretnych typów ekosystemów wydaje się na tyle naturalne, że nawet autorzy stosujący na co dzień inne wersje

tłumaczenia „ecosystem services" na polski, piszą o „usługach ekosystemów miejskich (zurbanizowanych)", „usługach ekosystemów leśnych" czy „usługach ekosystemów wodnych", gdy odwołują się do poszczególnych kategorii ekosystemów (Stępniewska i Mizgajski, 2023). W wyrażeniu „usługi ekosystemów" podkreślone zostaje, że oba człony są równie ważne. Jest to ideowo bliższe koncepcji „ecosystem services". Stąd też bliżej do dostrzeżenia podmiotowości prawnej rzek. Byłoby ono wyrazem uznania praw i interesów rzek, niezależnie od naszych, ludzkich. Ponadto w naszym interesie – ze względu na korzyści, które otrzymujemy – jest przestrzeganie prawa rzek do pozostawania w dobrym stanie i zdrowiu.

Omawiane przykłady i rozwiązania wpisują się w nabierający coraz większego znaczenia w skali globalnej trend stosowania rozwiązań, które zatrzymują i wykorzystują wodę. Przywracanie i renaturyzacja rzek, rzeczne parki czasowo zalewane (w czasie opadów czy powodzi), ale też – na znacznie mniejszą skalę – ogrody deszczowe czy rowy chłonne to wszystko rozwiązania oparte na przyrodzie (ang. *nature-based solutions*). Obok usług ekosystemów temat rozwiązań opartych na przyrodzie stał się jednym z kluczowych zagadnień w kontekście adaptacji miast do zmiany klimatu i przeciwdziałania tendencji osuszania miast i nagłego odpływu wód opadowych (McPhearson i in., 2023). Znacznie bardziej efektywnie jest po prostu chronić przyrodę i pozwalać jej dostarczać nam korzyści, zamiast odtwarzać już zdegradowane miejskie ekosystemy. W wielu przypadkach, jak piszemy w rozdziale 4. na temat renaturyzacji, wystarczy po prostu nie szkodzić przyrodzie i pozostawić ją w stanie na tyle dobrym, by sama mogła się oczyścić.

Kolejnym pojęciem, które bardzo często pojawia się na stronach niniejszego poradnika, jest błękitno-zielona infrastruktura (BZI). Stanowi ona odpowiednio zaplanowany system różnych typów terenów zieleni i wody, obejmujący zarówno naturalne, jak i seminaturalne ekosystemy. BZI ma dostarczać korzyści mieszkańcom miast, a słowo „infrastruktura" podkreśla znaczenie powiązań pomiędzy poszczególnymi jej elementami oraz to, że wspólnie mogą one pełnić wiele zadań i funkcji, które obecnie są realizowane przez infrastrukturę techniczną (dla kontrastu nazywaną szarą). Świadomie kształtowana BZI jest więc jednym z rozwiązań opartych na przyrodzie. Gospodarka wodna to obszar, w którym rola BZI jest szczególnie ważna. Nie sposób wyobrazić sobie miasta zarządzanego w nowoczesny, zrównoważony sposób bez retencji i odświeżania wody na terenach zieleni i w ekosystemach miejskich (czyli bez usług zaopatrujących i regulacyjnych dostarczanych właśnie przez BZI). To z kolei wprost łączy się z tematem rzek miejskich, które z jednej strony są potencjalnie bardzo ważnym elementem miejskiej BZI, wręcz jej osią (parki rzeczne, korytarze społeczno-ekologiczne biegnące wzdłuż rzek), z drugiej strony dla prawidłowego funkcjonowania potrzebują wprowadzenia rozwiązań BZI w całej zlewni, umożliwiających stabilne zasilanie rzek wodą o odpowiedniej jakości. W tym kontekście szczególnie istotny jest sieciowy charakter tworzonej BZI, który zapewnia magazynowanie i odświeżanie wody (bioretencja), a jednocześnie pozwala na odprowadzenie jej nadmiaru do rzeki, stanowiąc „sztuczne" przedłużenie sieci hydrograficznej (odpowiednik naczyń włosowatych, obejmujących cały organizm miasta). Dlatego, w przypadkach gdy sieciowość BZI jest szczególnie istotna w kontekście omawianych treści, stosujemy określenie błękitno-zielona sieć (lub sieć BZI).

Pisząc o rzekach i otaczających je terenach podmokłych jako osnowie błękitno-zielonej infrastruktury, podkreślamy, że fragmentu rzeki w mieście nie można rozpatrywać w oderwaniu od jej biegu powyżej i poniżej miasta. Tym samym zwracamy uwagę na tzw. podejście zlewniowe w gospodarowaniu rzekami. Biorąc pod uwagę znaczenie ekosystemów i ich rolę w tworzeniu warunków do życia w miastach (WWT, 2022), podkreślamy koncepcje takie jak ekohydrologia i systemy społeczno-ekologiczne. Rzeki stanowią naturalne osie organizacji systemu przyrodniczego w mieście, łącząc miejską przyrodę z terenami podmiejskimi. W okresach upałów i przedłużającej się suszy doliny rzeczne zachowują wodę dłużej niż inne systemy przyrodnicze, stanowiąc refugium dla roślin i zwierząt (podtrzymując bioróżnorodność) i dając ludziom wytchnienie w łagodniejszym mikroklimacie. Dzieje się tak zwłaszcza wtedy, gdy rzeki mają charakter naturalny lub zbliżony do naturalnego, są połączone

ze swoimi dolinami, a przez doliny z innymi ekosystemami (w tym z terenami zieleni miejskiej) obecnymi w zlewni.

Wypracowanie mechanizmów odgórnych (administracyjnych) i oddolnych (społecznych) sprzyjających odpowiedzialnemu gospodarowaniu rzekami miejskimi jest procesem wieloletnim. Skutecznie działają one dopiero po osiągnięciu masy krytycznej: determinacji władz miasta, spójnej polityki przestrzennej, pojawienia się mechanizmów finansowania oraz zainteresowania mieszkańców problemem i rosnącego poczucia sprawczości. Świetnym przykładem takich działań prowadzonych z wielkimi sukcesami dostarcza Oslo, w którym jeszcze w latach 70. XX w. 70% rzek i strumieni było skanalizowanych i płynęło pod ziemią, a dziś sieć BZI jest chlubą miasta i ważnym czynnikiem decydującym o jakości życia jego mieszkańców (studium przypadku 1).

Warunkiem wdrażania wspomnianych mechanizmów administracyjnych i społecznych jest szersza świadomość znaczenia rzek (korzyści, których nam dostarczają), a także społeczno-ekologicznych powiązań, na które kładziemy tak mocny nacisk w niniejszym poradniku. Nie można jednoznacznie wskazać, od czego zaczyna się budowanie tej świadomości. Zdarza się, że to oddolny ruch mieszkańców, którzy dążą do poprawy jakości życia w miejscu, w którym żyją. Niekiedy to światli decydenci forsują tego typu rozwiązania, kierując się szerszym interesem społecznym. Czasem zaś świetne rozwiązania i dobre praktyki promowane są przez organizacje pozarządowe lub przez środowisko akademickie. Oczywiście możliwe są jeszcze inne źródła, początki dla takich działań. Kluczowa jest w tym kontekście współpraca wielosektorowa, o której pisaliśmy w poprzednim poradniku z serii „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania" (Bergier i Kronenberg, 2018) i którą tak dobrze ilustruje przykład z Oslo.

Międzysektorowa współpraca wymaga międzysektorowego podejścia, uwzględniającego wiedzę i doświadczenia z zakresu hydrologii, ekologii, planowania przestrzennego, ale i nauk społecznych oraz prawnych. Rzeki w miastach są częścią skomplikowanego systemu, które zbyt często zostawiano tylko pod opieką inżynierów zajmujących się systemami kanalizacji burzowych i ogólnospławnych. To, co postulujemy w tym poradniku, a także co coraz częściej widzimy w miastach, które odwracają się frontem do wody, to odzyskiwanie rzek dla ludzi i przyrody. Musi to być uwzględnione w decyzjach strategicznych, w długoterminowych planach inwestycyjnych, a także konsekwentnie egzekwowane w ramach planowania przestrzennego. Szczególnie ważnym momentem, w którym rzeka powinna wrócić do powszechnej świadomości, jest rewitalizacja, tak ostatnio modne i często podejmowane działanie. Temat rzek w mieście musi wreszcie pojawiać się jako część działań edukacyjnych czy angażujących mieszkańców w różne formy aktywności miejskiej. Nie można bowiem oczekiwać od większości mieszkańców działań na rzecz rzek czy brania odpowiedzialności za rzeki, których nawet nie widzą i których świadomości nie mają. W niniejszym poradniku zdecydowaliśmy się nieco zmodyfikować formułę, którą stosowaliśmy w poprzednich poradnikach z serii „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania". Dodaliśmy krótkie, wprowadzające studia przypadku przedstawiające wyzwania, z którymi mierzą się polskie miasta w kontekście tematów poszczególnych rozdziałów. Zachowaliśmy flagowe studia przypadku, wieńczące każdy rozdział i pokazujące, jak poszczególne problemy udało się rozwiązać w sposób godny naśladowania. Niekiedy rozwiązania te wprowadzono z wielkim rozmachem (jak wyciągnięcie spod ziemi rzeki w centrum Seulu), w innych przypadkach mówimy o działaniach, które przeprowadzano przez wiele lat (budowanie świadomości rzek w Oslo – studium przypadku 1). Polskie studia przypadku pokazują inicjatywy, które być może nie nabrały jeszcze takiego rozmachu czy znaczenia, ale są warte odnotowania jako pierwsze pokazujące, że podobne rozwiązania są możliwe i są już wdrażane w naszym kraju. Studia przypadku można wykorzystać jako źródła inspiracji do podjęcia podobnych działań, a nawet jako przewodniki przy okazji wizyt w opisywanych miastach. W tym ostatnim sensie pokazują one piękno rzek i mądre sposoby ich wykorzystania dla dobra mieszkańców i osób odwiedzających te miasta.

Poradnik „Rzeka w mieście" przygotowaliśmy w ramach projektu „Miejskie ekosystemy

RAMKA: Rzeki Warszawy w oczach mieszkańców. Wyniki geoankiety poświęconej percepcji dolin rzecznych

Celem badania przeprowadzonego latem 2022 r. przez Fundację Sendzimira było poznanie tego, jak mieszkańcy Warszawy postrzegają miejskie doliny rzeczne i jak z nich korzystają. Badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem geoankiety, tj. internetowej ankiety wyposażonej w interaktywną mapę, umożliwiającą odpowiadanie na pytania także w odniesieniu do wskazywanych przez respondentów miejsc. Wzięło w nim udział 540 osób, które wypełniały ankietę samodzielnie lub przy wsparciu ankieterów.

Respondenci odpowiadali na pytania o znaczenie rzek w mieście, w tym ich potencjał przyrodniczy i rekreacyjny, wypowiadali się także na temat rzek płynących w podziemnych kanałach, obserwowanych przez nich zmian poziomu wody w rzekach, a także dzielili się swoimi nadziejami i obawami dotyczącymi przyszłości rzek w Warszawie. Choć badanie zostało przeprowadzone w największym polskim mieście i dotyczy najbardziej rozpoznawalnej rzeki w Polsce, możemy przypuszczać, że wyniki badań byłyby podobne w wielu innych polskich miastach leżących nad większymi rzekami.

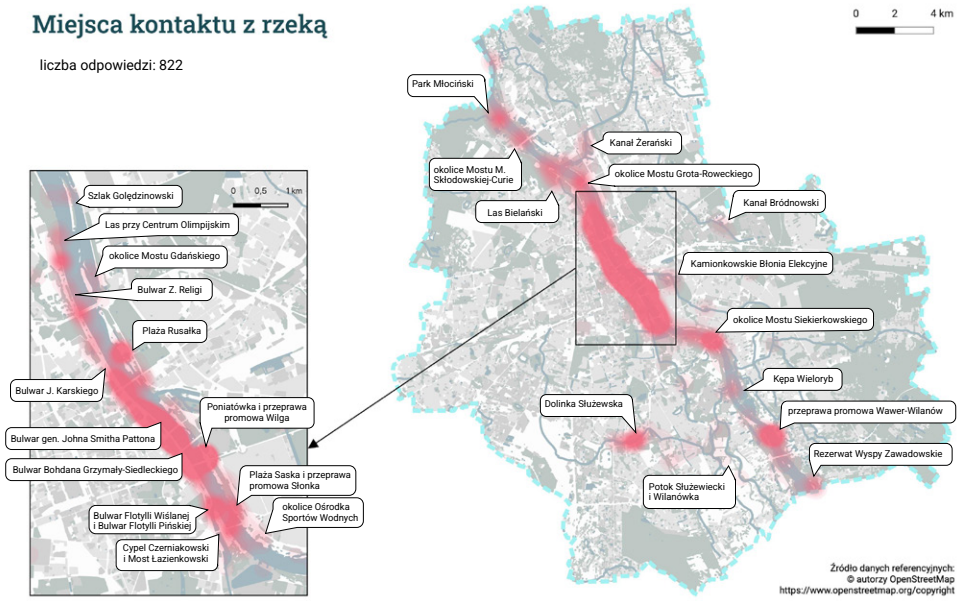
Respondenci utożsamiają obecność rzek w miastach przede wszystkim z korzyściami związanymi z rekreacją i odpoczynkiem, wartościami przyrodniczymi (bioróżnorodnością) i wpływem na klimat. Rzeki stanowią dla nich także ważny zasób wody oraz element atrakcyjności krajobrazu. Zagrożenia wskazywane przez respondentów są znacznie mniej zróżnicowane. W zdecydowanej większości obecność rzek w miastach utożsamiana jest z powodziami lub podtopieniami, jednak jak wskazywało wielu ankietowanych – ten problem od lat nie jest obserwowany w Warszawie. Istotne ryzyko związane z obecnością rzek, zdaniem respondentów, wiąże się także z utonięciami.

Respondenci dostrzegali problemy związane z niedoborem wody. Wśród działań mających zapobiegać tym problemom wskazywali przede wszystkim na konieczność zwiększania możliwości retencji wody opadowej – budowy zbiorników retencyjnych oraz zwiększanie powierzchni biologicznie czynnych, umożliwiających gromadzenie wody. Zwracali także uwagę na potrzebę działań związanych z renaturyzacją rzek. Zdaniem osób uczestniczących w badaniu ważne są także działania związane z przeciwdziałaniem zmianie klimatu. Część wypowiedzi dotyczyła także zmniejszania presji urbanistycznej, jednak podejście systemowe, wynikające z planowania przestrzennego, pojawiało się wśród wypowiedzi stosunkowo rzadko.

Wyniki przeprowadzonego badania jednoznacznie pokazują, że poradniki takie jak niniejszy są bardzo potrzebne i mogą uzupełnić wiedzę zarówno wśród praktyków, jak i w szerszym społeczeństwie na temat tego, jak lepiej chronić miejskie rzeki. Szczegółowy raport z badania dostępny jest w wersji elektronicznej na stronie internetowej Fundacji Sendzimira (rysunki 1 i 2).

Rysunek 1. Raport z badania „Rzeki Warszawy w oczach mieszkańców"

dolin rzecznych. Potencjał usług ekosystemów w obliczu antropogenicznych zmian klimatu", którego celem było rozpowszechnianie wiedzy na temat znaczenia ekosystemów dolin rzek dla jakości życia i łagodzenia zmian klimatu w mieście. Projekt obejmował warsztaty eksperckie i szkolenia, z których raporty można znaleźć na stronie internetowej Fundacji Sendzimira. Jednym ze szczególnie ważnych elementów projektu było badanie społecznej percepcji rzek w Warszawie, w ramach którego pytaliśmy mieszkańców stolicy o kwestie poruszane w niniejszym poradniku (por. ramka). W ramach projektu staraliśmy się budować świadomość na temat usług świadczonych przez ekosystemy rzek i ich dolin w miastach, ale też podnosić poziom wiedzy



Rysunek 2. Przykład wizualizacji wyników badania geoankietowego na temat świadomości rzek i ich dolin, pokazujący wyraźną dominację Wisły w świadomości społecznej oraz, w mniejszym zakresie, pozostałe rzeki i inne cieki znajdujące się na terenie Warszawy

i umiejętności lokalnych decydentów, urzędników miejskich, pracowników samorządowych i planistów, jak również edukatorów i osób prowadzących kampanie społeczne. Projekt realizowaliśmy we współpracy z partnerem z Oslo (Phronesis SA) i śledziliśmy w jego ramach najlepsze praktyki gospodarowania miejskimi rzekami w tym mieście. Przykłady praktyk z Norwegii opisane w poradniku powstały w oparciu o materiały opracowane przez Kirsten Paaby, reprezentującą Phronesis SA.

Literatura

Bergier, T., Kronenberg, J. (red.), 2018. *Międzysektorowa współpraca na rzecz zieleni w mieście (seria „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania", 6)*. Fundacja Sendzimira, Kraków.

McPhearson, T., Kabisch, N., Frantzeskaki, N. (red.), 2023. *Nature-Based Solutions for Cities*. E. Elgar, Cheltenham.

Oslo, 2022. *Styringsdokument. Gjenåpning av bekker og elver i Oslo kommune* (Management Document with Guidelines: Re-opening of streams and rivers in Oslo Municipality). Oslo Municipality, Oslo.

Stępniewska, M., Mizgajski, A. (red.), 2023. *Usługi ekosystemowe w zarządzaniu układami przyrodniczymi*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.

WWT, 2022. *Creating urban wetlands for wellbeing. A route map*. Wildfowl and Wetlands Trust, Slimbridge.

STUDIUM PRZYPADKU 1

Oslo – błękitno-zielona transformacja[1]

Proces zmiany podejścia do rzek nastąpił w Oslo w latach 80. XX w. w wyniku wzrostu świadomości środowiskowej oraz świadomości miejsca i jego potencjału. Powołano wtedy Radę Miejską ds. Przyrody i Środowiska.

Najważniejszą rzeką w Oslo jest Akerselva (Aker). Zapewniała rozwój miasta, dostarczając energii wodnej od średniowiecza (młyny, warsztaty) po okres rewolucji przemysłowej w XIX w. Degradacja rzeki Aker była związana zarówno z przemysłem tekstylnym i papierniczym, jak i z wykorzystaniem rzeki jako odbiornika miejskich ścieków, a także stopniową regulacją, kanalizacją, drenażem jej dopływów.

Pomysł przywrócenia rzeki miastu i odtworzenia doliny jako systemu ekologicznego oraz miejsca przyjaznego mieszkańcom narodził się w 1915 r. Myślano wtedy o odtworzeniu terenów zieleni obejmujących brzegi rzeki. Plany tworzono etapami od roku 1918 aż do lat 40. XX w., a znaczna część prac została przeprowadzona w latach 60. i 70. XX w. Jednocześnie z rehabilitacją doliny działano w kierunku poprawy jakości wody w samej rzece, czemu sprzyjała likwidacja przemysłu.

Impulsem do opracowania szerszego planu błękitno-zielonej sieci miasta stała się w 1990 r. wizja parku rzeki Aker. Powstała ona jako efekt decyzji władz miasta, które uwzględniły go w planie zagospodarowania przestrzennego, ale również jej finansowego wsparcia przez ministerstwo ochrony środowiska. Dziesięć lat później przyjęto już generalny, długoterminowy program oczyszczania, otwierania i renaturyzacji rzek, będący elementem strategii zrównoważonego rozwoju. Program realizowany jest i rozwijany niezależnie od uwarunkowań politycznych, w oparciu o rządy koalicji partii. Znalazł odzwierciedlenie w Miejskim Programie Ekologicznym (2011), miejskiej strategii gospodarowania wodami opadowymi (2013) oraz miejskim planie zagospodarowania przestrzennego (2018).

Żaden dokument strategiczny nie doprowadziłby jednak do uzyskania konkretnych efektów, gdyby nie mapa (rysunek 3) i rejestr wszystkich rzek miejskich (Niebieska Lista), opracowane w 2004 r. przez Urząd Miasta (Wydział ds. Usług Wodnych i Kanalizacyjnych) we współpracy z mieszkańcami zrzeszonymi w Forum Rzek Oslo (Oslo Elveforum). Dzięki nim zdefiniowano błękitne status quo miasta, wymiar i zakres prac oraz relacje między systemem rzek i innych terenów zieleni, wartości kulturowych i historycznych, rekreacyjnych, turystycznych itp.

Rada miejska wybrała też osiem najważniejszych obszarów działania, dla których powstały strategie

[1] Studium przypadku przygotowane we współpracy z Kingą Krauze (Uniwersytet Łódzki) i Kirsten Paaby (Phronesis SA).

uwzględniające cele, środki i działania niezbędne do ich osiągnięcia. Cele związane z BZI to:

- zachowanie i wzmocnienie błękitno-zielonej infrastruktury Oslo,
- współpraca z obywatelami, biznesem i państwem na rzecz lepszego środowiska (w ten cel wpisuje się współpraca z Forum Rzek Oslo),
- zaangażowanie i współpraca na rzecz poprawy jakości środowiska na szczeblu regionalnym, krajowym i globalnym.

W 2015 r. Agencja ds. Usług Wodnych i Kanalizacji Oslo przyjęła dokument strategiczny dotyczący odtwarzania rzek i strumieni. Zawiera on kompleksowe informacje na temat rzek, infrastruktury oraz terenu i jest podstawą przygotowania planów miejscowych dla deweloperów, polityków czy działaczy miejskich.

W 2017 r. powołano zespół koordynujący, który harmonizuje zadania i działania wszystkich wydziałów zaangażowanych w realizację celów polityki ekologicznej Oslo, tj.:

- Agencji ds. Środowiska Miejskiego,
- Agencji ds. Rozwoju Miasta,
- Agencji ds. Klimatu,
- Agencji ds. Usług Wodnych i Kanalizacyjnych (kierująca pracą zespołu).

Zespół ten analizuje:

- plany zabudowy miejskiej, szlaków turystycznych i dróg przeciwpowodziowych na obszarach, gdzie w kolejnym roku będą prowadzone badania pod kątem planowanych odtworzeń rzek i strumieni,
- stan projektów dotyczących odtwarzania rzek i strumieni,
- powiązania między projektami i zadaniami poszczególnych wydziałów,
- mapy, informacje i status prac związanych z odtwarzaniem cieków,
- wkład w Miejski Plan Zagospodarowania Przestrzennego i jego aktualizacje,
- wszelkie inne kwestie związane z odtwarzaniem rzek i strumieni.

Stworzenie tego zespołu pozwoliło na optymalne wykorzystanie środków miasta: uniknięcie działań sprzecznych czy powielanych, zapobieganie tworzeniu niespójnych i krótkoterminowych planów, wreszcie – umożliwiło pozyskiwanie funduszy i inwestorów.

Rysunek 3. Mapa ośmiu głównych rzek przepływających przez obszar miasta Oslo. Kolorem czerwonym oznaczono odcinki rzek poprowadzone podziemnymi kolektorami. Ze względu na linię kolejową biegnącą wzdłuż wybrzeża, nawet duże rzeki, takie jak Aker czy Alna, doprowadzone są do fiordów pod ziemią. (źródło: Oslo kommune, 2022, lista źródeł znajduje się w spisie cytowanych ilustracji na końcu poradnika)

Działania renaturyzacyjne finansowane są głównie ze środków uzyskanych z opłat i taryf wodnych i ściekowych. Jednak Oslo współpracuje też ze światem nauki i biznesu, pozyskuje lokalnych inwestorów, współtworzy agendy i stowarzyszenia mieszkańców, którzy przejmują część odpowiedzialności za błękitno-zieloną infrastrukturę.

Stowarzyszenia i inne platformy współpracy mieszkańców na rzecz ochrony i odtwarzania cieków zaczęły powstawać, kiedy miasto zainicjowało akcję tworzenia mapy rzek i strumieni. Społeczności lokalne posiadały wiedzę o potencjale przyrodniczym i kulturowym różnych dzielnic. Dla mieszkańców ważne było również odzyskanie przestrzeni na potrzeby rekreacji, edukacji, zarządzania wodą opadową, ochrony bioróżnorodności i poprawy mikroklimatu. W 2000 r. powstała inicjatywa obywatelska Elveforum (rysunek 4), skupiająca mieszkańców, stowarzyszenia, firmy i ośrodki edukacji, która ma

fot. Marianne Gjørv

Rysunek 4. Przykład działań edukacyjnych Oslo Elveforum – tabliczki informacyjne przy wejściu do parku wodnego Hølaløkka (rzeka Alna) od strony stacji metra Grorud; w tle rośliny wodne filtrujące zanieczyszczenia

wspierać wysiłki organów publicznych i prywatnych na rzecz odtworzenia rzek. Elveforum dąży do tego, aby w planowaniu przestrzennym w Oslo traktowano cieki wodne i bioróżnorodność priorytetowo w stosunku do innych interesów. Działa w grupach roboczych zajmujących się konkretnymi rzekami w poszczególnych dzielnicach. Wykorzystuje ogromny kapitał ludzki w postaci profesjonalnej wiedzy wolontariuszy oraz emerytowanych ekspertów z dziedziny hydrologii, inżynierii, ekologii, historii czy kultury.

Aktywna edukacja jest istotnym elementem odtwarzania rzek i cieków. Oddanie przestrzeni wodzie i naturze często wiąże się z sezonowymi niedogodnościami, podtopieniami terenów zielonych, ograniczonym dostępem do przestrzeni, zmianą estetyki krajobrazu. Wiele działań wymaga udostępnienia terenów prywatnych lub przynajmniej współpracy ich właścicieli. Fora wodne i rzeczne oraz władze miasta patronują projektom adopcji rzek i nauki obywatelskiej. Patronat obejmuje często pomoc w przygotowaniu materiałów dotyczących rzeki, planów monitoringu środowiska, ochrony siedlisk i gatunków. W adopcję rzek często angażowane są szkoły, które otrzymują od Forum Rzek Oslo, w obecności władz miasta, dokument adopcyjny zawierający zobowiązania szkoły wobec rzeki. W ciągu ostatnich dziewięciu lat Oslo Elveforum pomogło 57 szkołom zaadoptować odcinek rzeki lub strumienia (lub innego ekosystemu wodnego).

Aby ułatwić edukację na temat rzek i wody, Oslo Elveforum wraz z innymi stowarzyszeniami (Bærum Elveforum, Asker Elveforum i Oslofjordens Friluftsråd) opracowało program nauczania „O Żywych Ciekach Wodnych" (Levende Vassdrag) dla szkół podstawowych i średnich. Zawiera on zajęcia związane z badaniami terenowymi i zadaniami badawczymi oraz informacje na temat adopcji rzek. Oslo Elveforum oraz Agencja ds. Usług Wodnych i Kanalizacyjnych pomagają w realizacji programu, udostępniając np. mierniki tlenu czy pH, opowiadając o znaczeniu różnych parametrów wody dla organizmów, gromadząc dane o rzekach z różnych źródeł.

ROZDZIAŁ 2

Zwracanie miasta do rzeki – miejskie fronty wodne

Anna Januchta-Szostak
Politechnika Poznańska

Po dekadach ignorowania rzek, czy wręcz strachu przed nimi, polskie miasta doceniają sąsiedztwo większych i mniejszych cieków. Szczególnie dobrze widać to w tworzeniu miejskich frontów wodnych, które stają się wizytówkami miast, pożądanym miejscem zamieszkania i wypoczynku. Funkcjom tym towarzyszą różnorodne obiekty usługowe, szczególnie z branż gastronomicznej i hotelarskiej oraz rekreacyjno-sportowej. Jednak tworzenie dobrego frontu wodnego, poza aspektami gospodarczymi i społecznymi, musi uwzględniać uwarunkowania środowiskowe i ekohydrologiczne, o czym szczegółowo piszemy w niniejszym rozdziale.

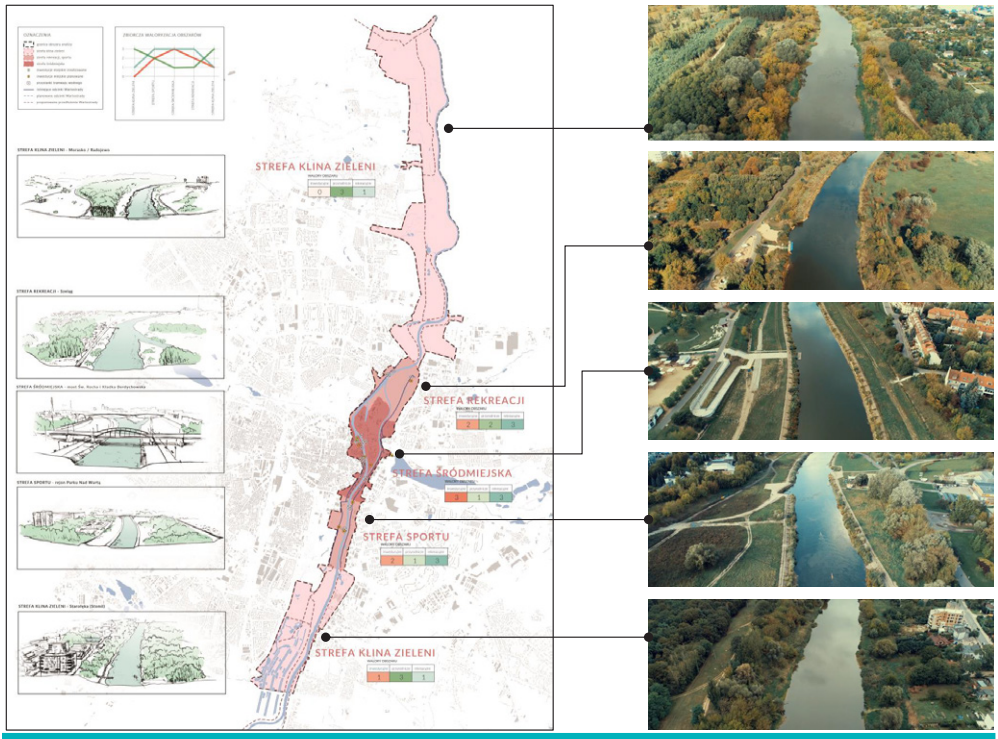
Słowa kluczowe: front wodny, krajobraz rzeki, dostępność brzegów, tożsamość, wielofunkcyjność, niebieska/nadrzeczna przestrzeń publiczna

WYZWANIE

Zagospodarowanie doliny Warty w Poznaniu

Według Miejskiej Pracowni Urbanistycznej w Poznaniu współczesny Poznań wpisał w swoją tożsamość Wartę jako strefę sportu, wypoczynku, relaksu i ekologii. Od wielu lat trwa „powrót nad rzekę" – strategia udostępnienia i integracji terenów nadwarciańskich z pozostałymi częściami miasta. Proces ten, zapoczątkowany jeszcze w latach 90. XX w. przez debaty, konferencje i konkursy urbanistyczne na zagospodarowanie terenów nadrzecznych, zaowocował zawiązaniem Partnerstwa „Na rzecz Warty", którego inicjatorem było Miasto Poznań, a partnerami firmy SwedeCenter, KuiperCompagnons i DHV. Efektem tych działań było stworzenie w 2012 r. „Strategii rozwoju rzeki Warty w Poznaniu do roku 2030". Dokument ten wyznaczył nowy kierunek polityki miejskiej dla rzeki. Powstało też Biuro Koordynacji Projektów i Rewitalizacji Miasta (KPRM), które inicjuje i koordynuje długofalowe projekty oraz działania w zakresie pozyskiwania funduszy unijnych na ich realizację we współpracy z wydziałami urzędu i miejskimi jednostkami organizacyjnymi, a także koordynuje kontakty z administracją rządową (np. PGW Wody Polskie) i samorządową oraz z instytucjami Unii Europejskiej. Proces transformacji frontów wodnych doliny Warty, rozpisany na wielu aktorów i wiele lat, przynosi już wymierne efekty. Poznańskie rzeki stanowią bazę systemu klinów zieleni miasta i kręgosłup struktur przyrodniczo-rekreacyjnych. W 2012 r. władze Poznania we współpracy z partnerami holenderskimi opracowały wizję i program działań dla zagospodarowania rzeki w mieście, zawarte w „Strategii rozwoju rzeki Warty", będącej częścią „Strategii Rozwoju Miasta Poznania do roku 2030".

Celem tych działań jest integracja doliny Warty z przyległymi terenami i dzielnicami miasta, podniesienie walorów krajobrazu oraz atrakcyjności funkcjonalnej i wizualnej doliny. Równie ważna jest poprawa dostępności rzeki, rozwój komunikacji pieszej, rowerowej i wodnej oraz aktywizacja rekreacyjna i turystyczna przy zachowaniu wartości przyrodniczych i drożności korytarza ekologicznego doliny Warty. Obecnie trwa realizacja licznych projektów, np. Wartostrady – drogi pieszo-rowerowej w dolinie rzeki, przebudowy umocnień brzegowych i infrastruktury hydrotechnicznej, modernizacji zabudowy nadrzecznej, tworzenia plaż miejskich oraz obiektów gastronomii, sportu i rekreacji. Wyzwaniem jest jednak integracja krajobrazowa projektów oraz łączenie aktywizacji społeczno-gospodarczej z wymogami ochrony i regeneracji środowiska przyrodniczego doliny. Koncepcja zagospodarowania doliny Warty w Poznaniu uwzględnia specyfikę



Rysunek 1. Koncepcja zagospodarowania doliny Warty w Poznaniu – strefowanie (źródło: MPU, 2021, lista źródeł znajduje się w spisie cytowanych ilustracji na końcu poradnika)

stref przestrzennych oraz krótko- i długookresowe perspektywy realizacyjne. Ze względu na różne uwarunkowania przyrodnicze, kulturowe i infrastrukturalne dolinę Warty podzielono na pięć stref (rysunek 1).

Nieustannie trwa proces rewizji dotychczasowych działań i zamierzeń, ponieważ przesuwają się priorytety rozwojowe miasta, zmieniają uwarunkowania prawne, własnościowe i finansowe. Nadal przeważa podejście branżowe w realizacji inwestycji i brakuje modeli skutecznej koordynacji współpracy między różnymi interesariuszami.

Koncepcja zagospodarowania doliny Warty w niewystarczającym stopniu uwzględnia:

- aspekty hydrologiczne – rozwiązania nie odpowiadają na potrzeby zwiększania retencji dolinowej; Poznań jest przygotowany na wezbrania powodziowe, ale nie na suszę i na niskie stany wody;
- aspekty przyrodnicze – zagospodarowanie nie sprzyja kontynuacji korytarzy ekologicznych, tworzy bariery migracyjne, ogranicza różnorodność siedlisk i zdolność cieków do samooczyszczania;
- konflikty interesów – trudno pogodzić potrzeby aktywizacji funkcjonalnej nadbrzeży (kluby, kawiarnie, plaże, wypożyczalnie sprzętu itp.) z zachowaniem dolinnych korytarzy migracyjnych.

Miejski front wodny

Termin „waterfront", czyli front wodny, oznacza teren ciągnący się nad brzegami cieków i zbiorników wodnych, czyli obszar nadbrzeża, wyeksponowany dzięki przedpolu wody (rysunek 2). Ze względu na potrzeby kształtowania krajobrazu i jego percepcji pojęcie to stosuje się zwykle do nadbrzeży miast.

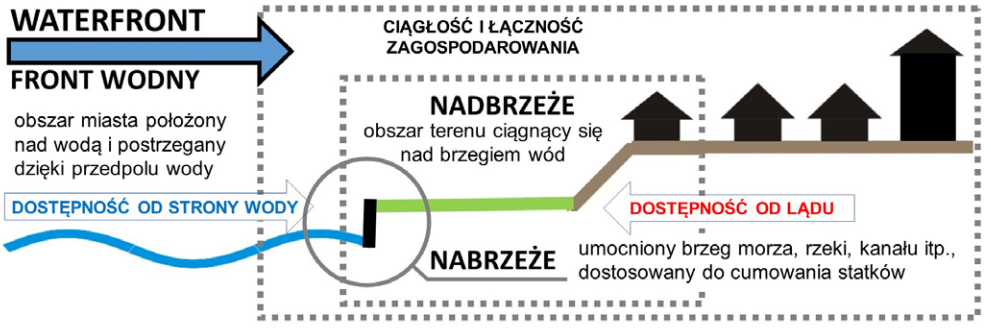
Front wodny jako pole walki – historyczne zmagania z naturą

Rozwój żeglugi i przemysłu oraz procesy urbanizacji odbywały się kosztem środowiska przyrodniczego (rysunek 3). „Ujarzmianie" żywiołu wody wymagało przeciwdziałania naturalnym procesom sedymentacyjno-erozyjnym i przyrodniczym oraz wezbraniom powodziowym. Aby chronić miasta przed powodzią i zapewnić warunki dla żeglugi, regulowano i obwałowywano rzeki, likwidowano rozlewiska i starorzecza, a tereny zalewowe stopniowo zabudowywano. Małe strumienie zostały przekształcone w kolektory ściekowe lub wyschły.

Skutkiem urbanizacji zlewni i szybkiego odwadniania jest niestabilność przepływów wody w małych rzekach miejskich (gwałtowne wezbrania i głębokie niżówki), co pogarsza bezpieczeństwo powodziowe i skłania do dalszych umocnień brzegów. W ten sposób powstaje błędne koło zabudowy hydrotechnicznej wymagającej stałej modernizacji i kosztownych prac utrzymaniowych. Dodatkowo brak wiedzy na temat zagrożeń powodziowych i wartości przyrodniczych powodował błędy planowania przestrzennego, których efektem są konieczność ochrony już zainwestowanych terenów zalewowych i obciążenia finansowe samorządów.

Priorytety kształtowania nadbrzeży miast (rysunek 4) zmieniały się wraz z wyzwaniami cywilizacyjnymi i zmianą świadomości społecznej. Do końca XX w. dominowało podejście antropocentryczne, oparte na przekonaniu, że przyroda dostarcza nam zasobów i usług, które należy wykorzystać dla rozwoju gospodarki, a jej niszczycielską siłę można poskromić za pomocą rozwiązań hydrotechnicznych. Takie podejście nadal dominuje nie tylko w Polsce, bo decydenci kierują się krótkookresowymi potrzebami wyborców, a rzeki nie mają osobowości prawnej (nikt nie reprezentuje ich „interesów"[1]).

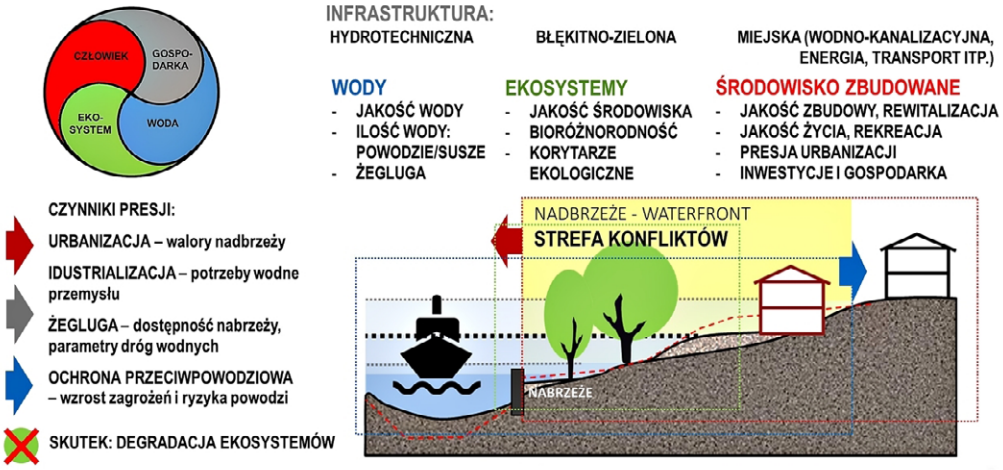
Podejście symbiotyczne, które zakiełkowało w okresie „zielonego przełomu" lat 70. XX w., zakłada możliwość koegzystencji człowieka z naturą przy wykorzystaniu rozwiązań opartych na przyrodzie (ang. *nature-based solutions*) i docenianiu usług ekosystemów, w tym usług siedliskowych i regulacyjnych. Celem jest jednak podejście regeneratywne, nastawione nie tylko na ochronę przyrody, lecz także na odtwarzanie naturalnych cykli ekologicznych i hydrologicznych oraz wzmacnianie ekosystemów. Ich żywotność i produktywność jest bowiem warunkiem naszego przetrwania.



oprac. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 2. Ilustracja pojęcia frontu wodnego

[1] Dopiero katastrofa ekologiczna na Odrze w 2022 r. zainicjowała dyskusję na ten temat.



oprac. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 3. Cele kształtowania miejskich frontów wodnych

oprac. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 4. Główne trendy kształtowania nadbrzeży miast

Front wodny jako wizytówka miasta – rewitalizacja nadbrzeży

Zwracanie miasta w stronę rzeki jest często utożsamiane z rewitalizacją nadbrzeży, eksponowaniem reprezentacyjnej panoramy miasta dzięki przedpolu wody oraz wzbogacaniem nadwodnych przestrzeni publicznych. Ambicją włodarzy miast jest podnoszenie jakości krajobrazu kulturowego i dostępności rzeki od strony lądu i wody, tworzenie atrakcyjnych miejsc nad wodą, wykorzystanie rzek dla rekreacji mieszkańców i ekspozycji historycznych panoram i współczesnych ikon architektury, jak ilustruje przykład Londynu. Działania te budują poczucie tożsamości, dumy i więzi z rzeką u mieszkańców, podnoszą jakość ich życia i czytelność struktur miejskich oraz atrakcyjność turystyczną miasta. Dzięki walorom rekreacyjnym i wizualnym krajobrazu (komfort dalekiego widoku) mają też wpływ na atrakcyjność inwestycyjną nadbrzeży i ceny nieruchomości nadwodnych. Z drugiej strony – wzbudzają też szereg kontrowersji, ponieważ inicjują procesy gentryfikacji dzielnic i wykluczania uboższych mieszkańców (np. Doki Św. Katarzyny czy Canary Wharf w Londynie – por. studium przypadku 2). Krytykowane są również za tworzenie wizytówek na pokaz – kosztownych, spektakularnych budowli, które nie odpowiadają na potrzeby mieszkańców i pogłębiają degradację środowiska.

Procesy rewitalizacji urbanistycznej nadbrzeży dotyczą zazwyczaj dzielnic śródmiejskich i zdegradowanych terenów poprzemysłowych, zlokalizowanych nad dużymi, uregulowanymi rzekami (np. londyńskich Docklands – por. studium przypadku 2). Cele rewitalizacji, formułowane w drugiej połowie ubiegłego wieku, koncentrowały się na aspektach społeczno-gospodarczych, w tym na redukcji negatywnych zjawisk społecznych i aktywizacji podupadających dzielnic. W tym czasie stworzono też szereg zleceń dla kształtowania frontów wodnych, które odpowiadały na potrzeby rewitalizacji urbanistycznej. Zasady kształtowania społecznie atrakcyjnych, nadwodnych przestrzeni publicznych zostały opisane w wielu poradnikach, m.in. w ramach PPS (Project for Public Spaces[2]).

Efektem ich wdrażania były liczne realizacje bulwarów, placów nadwodnych i przystani oraz spektakularnych obiektów architektury nad wodą (np. w Londynie, Nowym Jorku, ale również wielu polskich miastach, np. w Warszawie, Wrocławiu, Gdańsku, Krakowie, Koninie czy Bydgoszczy), przyczyniające się do rewitalizacji dzielnic nadrzecznych, podnoszenia prestiżu miasta i warunków życia mieszkańców. Inwestycje te zazwyczaj nie uwzględniały potrzeb ochrony ekosystemów i renaturyzacji dolin rzecznych. Po pierwsze, takie cele nie były priorytetem programów rewitalizacji, a po drugie, ich realizacja nie była wówczas możliwa ze względu na skalę degradacji rzeki i całej zlewni (por. Tamiza w Londynie – studium przypadku 2).

Różnorodność frontów wodnych

Duże i średnie rzeki, zwłaszcza żeglowne (jak Tamiza, Wisła, Odra czy Warta), stwarzają odmienne zagrożenia i możliwości niż małe rzeki i strumienie (jak rzeka Lee w Londynie, Radomka czy Lamus – por. odpowiednio studium przypadku 2, 6, 7). Istotne znaczenie ma również ich reżim hydrologiczny i stan środowiska. Różnice w koncepcjach zagospodarowania wynikają też z wielkości miasta i lokalizacji rzeki w stosunku do centrum. Odcinki rzek w dzielnicach śródmiejskich są z reguły silnie przekształcone, zabudowane i ulokowane w strefach ochrony konserwatorskiej, a ich zagospodarowanie musi być dostosowane do zróżnicowanych potrzeb i dużej liczby użytkowników (Januchta-Szostak, 2011a). Kanały miejskie są często zabytkami hydrotechniki, co wyklucza ich renaturyzację. Odmiennie można kształtować doliny rzek i potoków w dzielnicach peryferyjnych, zwłaszcza w ramach parków nadrzecznych.

Duża rzeka w dużym mieście, zwłaszcza na odcinku śródmiejskim, jest zazwyczaj uregulowana i otoczona zabudową. Przestrzeń publiczną tworzą

[2] Inicjatywa kształtowania przestrzeni publicznych (PPS), zapoczątkowana w Stanach Zjednoczonych w latach 70. XX w., skupiona jest na rewitalizacji śródmieść, podnoszeniu dostępności i witalności przestrzeni publicznych oraz włączaniu społeczności lokalnych w procesy społecznej regeneracji miast. Szerzej: PPS https://www.pps.org/.

fot. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 5. Warszawa – dwa brzegi o różnej tożsamości i specyfice krajobrazu. Lewy brzeg Wisły (a) w okresie międzywojennym był obszarem przemysłowym, służącym do obsługi transportu śródlądowego. Obecnie, oprócz funkcji przeciwpowodziowej, pełni funkcję rekreacyjną i komunikacyjną oraz eksponuje walory kulturowe stolicy. Bulwary, przebudowane w latach 2015–2017, mieszczą szereg atrakcji, m.in. park z zacieniaczami, trampoliny, plażę miejską, amfiteatr, plenerową siłownię i skatepark. Integrują ruch pieszy, rowerowy oraz komunikację wodną na rzece. Prawy brzeg rzeki (b) jest objęty ochroną w ramach obszaru NATURA 2000 Dolina Środkowej Wisły i stanowi unikatową przestrzeń kontaktu z przyrodą dla mieszkańców wielkiej aglomeracji. Znajdują się tam lasy łęgowe, starorzecze, wyspy i mokradła, będące siedliskiem fauny i flory, oraz ścieżki edukacji przyrodniczej

bulwary, place nadwodne i przystanie, którym towarzyszą usługi związane z gastronomią, handlem i rekreacją (plaże miejskie, wypożyczalnie sprzętu, obiekty i tereny sportowe). Tereny nadrzeczne mają znaczną wartość komercyjną i bywają zawłaszczane przez deweloperów dla zabudowy mieszkaniowej ze względu na ich walory krajobrazowe. Rzadko zdarza się, by na miejskim odcinku doliny zachowały się naturalne ekosystemy. Takim fenomenem jest nieuregulowana Wisła w Warszawie (rysunek 5b). W odróżnieniu od aglomeracji zachodnioeuropejskich, w których rzeki zostały silnie przekształcone, doliny rzeczne w wielu polskich miastach zachowały znaczny potencjał przyrodniczo-krajobrazowy przynajmniej na jednym z brzegów. Wystarczy go dostrzec i nie zniszczyć! Renaturyzacja dużych rzek europejskich jest obecnie niemożliwa, ale odcinkowe działania podejmowane na Renie i Dunaju potwierdzają jej potrzebę i skuteczność. Do najbardziej znanych europejskich przykładów renaturyzacji miejskich odcinków średnich rzek należy Izara w Monachium, ale na uwagę zasługują też liczne odcinki rzeki Neckar. Sposób kształtowania współczesnych frontów wodnych uwzględnia powiązania między niebieskimi przestrzeniami miejskimi a strukturą ekosystemów miejskich, klimatem miasta i zdrowiem mieszkańców (projekt BlueHealth).

Mniejsze miasta lub peryferyjne dzielnice metropolii bywają odwrócone tyłem do dużych rzek z uwagi na zagrożenia powodziowe i ograniczone możliwości inwestycyjne. Czasem są to zdegradowane tyły zabudowy, a niekiedy trudno dostępne tereny zieleni. Ambicją włodarzy takich miejscowości jest często budowa reprezentacyjnych bulwarów. Warto jednak zweryfikować te wielkomiejskie ambicje i docenić potencjał przyrody (rysunek 6). Wystarczą stosunkowo niewielkie inwestycje (np. ścieżki, pomosty, naturalne umocnienia brzegów, wiaty piknikowe czy punkty obserwacyjne), by stworzyć atrakcyjne miejsca wypoczynku i edukacji ekologicznej mieszkańców. Ważne jest jednak zapewnienie publicznego dostępu do wody i otwieranie struktur miasta na rzekę. Przykład Bulwarów Nadwarciańskich w Koninie (rysunek 7) ilustruje możliwości łączenia ekspozycji panoramy śródmieścia i różnych funkcji społecznych z różnorodnością form nadbrzeży.

Małe rzeki i strumienie miejskie zostały w większości przekształcone w kanały transportowe lub kolektory ściekowe. Ich odkrywanie i renaturyzacja pozwalają przywrócić im kulturową tożsamość i życie biologiczne, a przy tym redukować efekty miejskiej wyspy ciepła, retencjonować wody opadowe i poprawiać warunki życia w miastach. Po modernizacji miejskich systemów kanalizacyjnych i poprawie jakości wody „pogrzebane" dotąd rzeki

fot. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 6. Atutem polskich miast i miasteczek są naturalne fronty wodne – atrakcyjne pomimo usytuowania zabudowy tyłem do rzeki i braku bulwarów. Obrzycko nad Wartą (fot. A. Januchta-Szostak)

fot. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 7. Bulwar Nadwarciański w Koninie (proj. K. Borowski, K. Lipiński, 2005) – zróżnicowane formy nabrzeży i wielofunkcyjne rozwiązania (fot. A. Januchta-Szostak). Bulwar Nadwarciański w Koninie został zbudowany w 2012 r. wzdłuż Starówki przy Moście Toruńskim (dł. ok. 860 m). Na istniejącym wale przeciwpowodziowym na lewym brzegu Warty poprowadzono ciąg pieszo-rowerowy, wzdłuż którego powstały tarasy widokowe i rekreacyjne, amfiteatr na wodzie, przystań pasażerska i marina, plac szkolny, łąka rekreacyjna z oczkami wodnymi oraz schody terenowe, łączące miasto z bulwarem. Bulwar pełni przede wszystkim funkcje rekreacyjne i reprezentacyjne, dzięki którym miasto zyskało nową nadwodną elewację, a mieszkańcy – atrakcyjne przestrzenie służące wypoczynkowi i organizacji wydarzeń kulturalnych. Inwestycja jest stymulatorem aktywizacji gospodarczej w tej części Konina. Urozmaicone formy brzegów tworzą zróżnicowane siedliska dla roślin i zwierząt oraz miejsca edukacji ekologicznej mieszkańców. Nagroda Towarzystwa Urbanistów Polskich za najlepszą nowo wykreowaną przestrzeń publiczną w kraju (2012). Koszt inwestycji to ok. 13 mln zł, z czego 65% finansowane było ze środków unijnych w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego, 35% z budżetu miasta Konina

i strumienie są ponownie wydobywane na powierzchnię miast amerykańskich (np. rzeki Los Angeles), azjatyckich (np. Suwon, Sapporo, Seul – por. studium przypadku 4) i europejskich (np. w Hadze i Bredzie, Gandawie, w Lipsku, Chambéry, Arhus czy w czeskim Chrudimiu i Pradze) (Lange i Nissen, 2012). Dzięki temu stają się wizytówkami „zielonych miast" – szkieletem błękitno-zielonej infrastruktury i systemu przestrzeni publicznych[3].

Wyzwania i konflikty – kultura kontra natura

Jakość wód. W XX w. wiele miast odwróciło się tyłem do rzek z powodu i ich katastrofalnego zanieczyszczenia i uciążliwego zapachu. Zarówno Poznań (por. wyzwanie otwierające rozdział 2), jak i Londyn (por. studium przypadku 2) musiały najpierw uporać się z problemami środowiskowymi, zanim tereny nadrzeczne stały się atrakcyjne dla mieszkańców. Działanie te ułatwiły regulacje europejskie (zwłaszcza Ramowa dyrektywa wodna, 2000), obligujące kraje członkowskie do podnoszenia standardów jakości wody i środowiska. Regeneracja rzek jest jednak procesem długotrwałym i wymagającym szeroko zakrojonych działań w dolinie i całej zlewni (szerzej: studium przypadku 2). Konieczna jest nie tylko redukcja dopływu zanieczyszczeń miejskich (w tym zrzutów burzowych), lecz także wzmacnianie zdolności samooczyszczania się wód, które zależą od warunków geomorfologicznych i produktywności ekosystemów. A te aspekty są często pomijane w zagospodarowaniu miejskich terenów nadrzecznych. Dobre praktyki działań ekohydrologicznych przedstawiono w dalszej części poradnika.

Ilość wód – ryzyko powodzi i suszy. Zmienność stanów wody (głębokie niżówki i wezbrania powodziowe) stanowi nie tylko zagrożenie dla mieszkańców i ekosystemów, lecz także wyzwanie w zagospodarowaniu miejskich nadbrzeży. Problem ten dotyczy w szczególności małych rzek miejskich zasilanych spływami opadowymi, które w okresach bezdeszczowych wysychają, a przy opadach nawalnych gwałtownie wzbierają, powodując powodzie. Doliny tych rzek zostały zawężone pod presją zabudowy i pozbawione terenów retencji dolinowej. Obwałowania – budowane, by chronić miasta przed powodzią[4] – odcinają rzekę od zlewni, zmniejszają pojemność retencyjną doliny i zwiększają szybkość spływu wód. Stanowią też barierę widokową i komunikacyjną w kształtowaniu frontów wodnych. Szybkie odwadnianie zlewni miejskich i pozamiejskich powoduje problemy gospodarcze i środowiskowe w okresach suszy. Niweczy też próby ożywienia transportu i rekreacji wodnej wobec niskich przepływów.

Bioróżnorodność. Zróżnicowanie siedlisk różnych gatunków fauny i flory nie jest priorytetem zagospodarowania miejskich rzek, które stanowią silnie zmienione części wód. Zabudowa hydrotechniczna, a zwłaszcza umocnienia brzegowe (betonowe opaski) konieczne dla stabilizacji koryta, powodują zniszczenie siedlisk w strefie litoralu. Prace utrzymaniowe, prowadzone dla zapewnienia ochrony przed powodzią, warunków korzystania z wód i eksploatacji śródlądowych dróg wodnych, są zwykle prowadzone w sposób pogłębiający dewastację przyrody (wycinka drzew, usuwanie roślin, niszczenie nor bobrowych itp.). Regulacje Prawa wodnego uniemożliwiają też działania renaturyzacyjne w obszarach międzywala i ograniczają możliwości kształtowania krajobrazu, zwiększania retencji i bioróżnorodności dolin rzecznych, co widać na przykładzie Warty w Poznaniu (por. wyzwanie otwierające rozdział 2).

Korytarze ekologiczne a potrzeby społeczne. Jak pokazuje przykład Poznania (por. wyzwanie otwierające rozdział 2), niełatwo jest połączyć zaspokajanie potrzeb mieszkańców i dzikiej przyrody w mieście. Dolina Warty stanowi jedyny korytarz ekologiczny w promieniu kilkudziesięciu kilometrów, ale na odcinku śródmiejskim jest obszarem silnej antropopresji. Aktywizacja funkcjonalna

[3] Wielu przykładów rewitalizacji przyrodniczo-kulturowej dostarcza m.in. podręcznik REURIS, 2011, *Rzeki w miastach – Przestrzenie pełne życia*.

[4] Dyrektywa powodziowa (2007) zmieniła podejście z bezwzględnej ochrony przed powodzią na zarządzanie ryzykiem powodziowym, co daje szansę wyboru strategii dostosowanej do lokalnych uwarunkowań.

nadbrzeży, ich oświetlenie i zabudowa oraz bariery infrastruktury (drogi, mosty, tamy) skutkują przerwaniem łączności korytarzy migracji zwierząt (Januchta-Szostak, 2011a). Z kolei pozostawienie niezagospodarowanych brzegów napotyka na krytykę społeczną, ponieważ naturalne zarośla i brak oświetlenia zwiększają poczucie zagrożenia mieszkańców i ograniczają fizyczny i wizualny kontakt z wodą. Niedoceniane są również walory estetyczne ekosystemów (odbierane jako zaniedbane, nieuporządkowane). Niska świadomość ekologiczna społeczności i decydentów oraz presja inwestycyjna sprzyjają wyborom zurbanizowanych form zagospodarowania nadbrzeży. Rozwiązywanie konfliktów między „kulturą a naturą" wymaga holistycznego podejścia, dalekowzrocznych strategii i kompromisów, możliwych jedynie pod warunkiem zmiany świadomości mieszkańców, planistów i decydentów oraz niektórych uregulowań prawnych.

Wspólny front wodny – przestrzeń koegzystencji

W obliczu kryzysu klimatyczno-środowiskowego współczesne miasta muszą zweryfikować swoje priorytety rozwojowe i sposoby kształtowania nadbrzeży. Zrównoważone podejście do zagospodarowania miejskich terenów nadrzecznych bierze pod uwagę potrzeby ludzi i gospodarki oraz środowiska przyrodniczego w obszarach wodnych i lądowych. Uwzględnia również oddziaływanie na klimat lokalny (adaptacja) i globalny (mitygacja).

Tereny zalewowe to przede wszystkim przestrzeń ekspansji rzeki w okresach wezbrań powodziowych, ale nie jest to jedyna rola dolin rzecznych w miastach. Konflikty między potrzebami zabudowy i zagospodarowania miejskich terenów nadrzecznych można rozwiązywać, stosując odpowiedni dobór strategii zarządzania ryzykiem powodziowym (tabela 1, rysunek 8). Ryzyko jest funkcją zagrożenia, ekspozycji i podatności, a działania polegają na dostosowaniu form i funkcji terenu do zmiennych stanów wody i warunków przepływu. Mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego pozwalają (w ograniczonym zakresie[5]) określić zagrożenie oraz potencjalne, negatywne skutki powodzi.

Wybór strategii zależy od czynników:

- hydrologicznych (np. wielkości rzeki, jej reżimu hydrologicznego),
- ekologicznych (klasyfikacja stanu ekosystemów, formy ochrony przyrody, korytarze migracyjne itp.),
- kulturowo-gospodarczych (stopień zainwestowania, presja urbanizacyjna itp.).

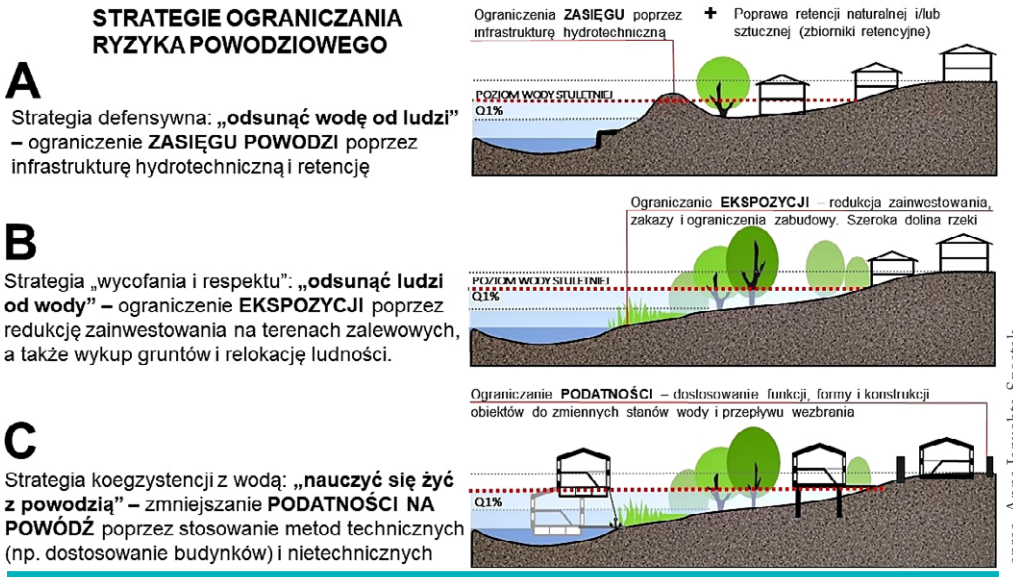
Ograniczenie ekspozycji i podatności na powódź przez strefowanie funkcjonalne, zróżnicowanie intensywności zagospodarowania i dostosowanie zabudowy do zmiennych stanów wody (obiekty tymczasowe, mobilne, amfibijne, pływające itp.) pozwala na współużytkowanie terenów zalewowych.

Miejskie tereny nadrzeczne mogą tworzyć przestrzeń koegzystencji kultury i natury pod warunkiem ich wielofunkcyjnego zagospodarowania. Zachowanie drożności dolinnych korytarzy ekologicznych i różnorodności siedlisk możne być bardzo trudne na odcinkach śródmiejskich, ale przykład Warszawy pokazuje, że nawet w dużych metropoliach można zapewnić przestrzenny rozdział użytkowania przez ograniczenie zainwestowania i oświetlenia na jednym z brzegów (korytarz ekologiczny) oraz intensyfikację aktywności społecznych na drugim (bulwary). Innym rozwiązaniem jest współdzielenie przestrzeni z czasowym rozdziałem użytkowania („cisza nocna"), minimalizacja barier migracyjnych (łączniki zieleni, ekodukty, przepusty, przepławki itp.) oraz urozmaicenie linii brzegowej i wzbogacanie siedlisk (np. szuwary, rozlewiska, pływające „ptasie wyspy" itp.) z zastosowaniem rodzimej roślinności, włączanie takich biotopów w kompozycję krajobrazu. Ważne jest również stosowanie dobrych praktyk w zakresie prac utrzymaniowych (Prus i in., 2018), które umożliwiają minimalizację negatywnego oddziaływania na środowisko oraz redukcję kosztów utrzymania rzek. Rozwiązania takie nie tylko podnoszą walory ekosystemowe dolin rzecznych w miastach, lecz także wzmacniają funkcje edukacyjne niebieskich przestrzeni publicznych (rysunek 7). Na terenach

[5] Mapy te nie obejmują, niestety, rejonów zagrożonych powodziami miejskimi oraz terenów zalewowych małych rzek. Zagrożenia w tych obszarach pozwala sprawdzić platforma Scalgo Live.

Tabela 1. Strategie ograniczania ryzyka powodziowego (oprac. A. Januchta-Szostak na podst. mat. RZGW)

Rodzaj strategii	Kierunek działań	Gdzie stosować?
A. Strategia defensywna: „odsunąć wodę od ludzi"	Ograniczenie zasięgu powodzi poprzez infrastrukturę hydrotechniczną (wały przeciwpowodziowe, kanały ulgi, zbiorniki retencyjne itp.) oraz zwiększanie naturalnej i/lub sztucznej retencji	Na obszarach już zainwestowanych dla ochrony istniejącej intensywnej zabudowy, zwłaszcza cennej pod względem kulturowym lub gospodarczym
B. Strategia wycofania i respektu „odsunąć ludzi od wody"	Ograniczenie ekspozycji na powódź poprzez redukcję zainwestowania na terenach zalewowych (zakazy i ograniczenia zabudowy oraz ustalanie specjalnych warunków zabudowy), a także wykup gruntów i relokację ludności	Na wszystkich pozostałych obszarach, zwłaszcza cennych przyrodniczo i/lub umożliwiających zwiększanie retencji dolinowej (poldery sterowane)
C. Strategia koegzystencji z wodą „nauczyć się żyć z powodzią"	Zmniejszanie podatności na powódź poprzez stosowanie metod technicznych (tj. dostosowanie formy, funkcji i konstrukcji zabudowy oraz zagospodarowania terenu do zmiennych stanów wody oraz kierunku i siły przepływu) i nietechnicznych, takich jak: ubezpieczenie powodziowe, systemy wczesnego ostrzegania i reagowania na powodzie, edukacja mieszkańców nt. zapobiegania powodziom i radzenia sobie z nimi	Na obszarach pod dużą presją urbanizacyjną lub na rozległych terenach zalewowych z rozproszoną zabudową. Rozwiązanie umożliwia pogodzenie funkcji retencyjnych i przyrodniczych z użytkowaniem terenu, ale wymaga stosowania szczególnych standardów zabudowy i zagospodarowania



Rysunek 8. Strategie ograniczania ryzyka powodziowego

peryferyjnych lub w dolinach mniejszych rzek sprawdzonym rozwiązaniem są parki rzeczne czasowo zalewane.

Skutecznym rozwiązaniem jest zakładanie wzdłuż cieków linearnych parków buforowych[6], które służą ochronie cieku przed negatywnym wpływem miasta i ochronie miasta przed zagrożeniami powodziowymi, łącząc funkcje rekreacyjne, retencyjne, biocenotyczne i klimatyczne (Januchta-Szostak, 2011b). Dzięki powiązaniu układów hydrograficznych i ekologicznych z przestrzenią miasta parki czasowo zalewane tworzą:

- korytarze ekologiczne, bogate w różnorodne siedliska (lasy łęgowe, starorzecza, rozlewiska, tereny podmokłe, łachy piaszczyste),
- strefy ochrony cieku przed miejskimi źródłami zanieczyszczeń (hałasem, światłem, zapyleniem, zanieczyszczonymi spływami opadowymi),
- przestrzeń ekspansji rzeki w sytuacji powodziowej – obszar zalewowy dostosowany do zmiennych stanów wody, służący zwiększaniu retencji dolinowej,
- korytarze przewietrzania i chłodzenia miasta, sprzyjające redukcji miejskiej wyspy ciepła,
- obszary i trasy rekreacji mieszkańców,
- miejsca sporadycznych wydarzeń kulturalnych oraz edukacji ekologicznej mieszkańców i turystów (podnoszenie świadomości życia rzeki, jej tożsamości, dynamiki przepływów, procesów przyrodniczych i cyklu hydrologicznego),
- zielone wizytówki miast – ekofronty wodne.

Wspólny front wodny to nie tylko współdzielenie przestrzeni, lecz także budowanie poczucia społecznej współodpowiedzialności za jakość środowiska i zasoby wodne. Doświadczenia Londynu (por. studium przypadku 2) dowodzą, że tworzenie atrakcyjnych, produktywnych i odpornych frontów wodnych wymaga holistycznego podejścia oraz integracji polityki przestrzennej, środowiskowej i wodnej miasta. Odzyskanie frontów wodnych Tamizy wymagało przekształceń zarówno w dolinie rzeki, jak i w sieci jej dopływów oraz strukturach zieleni miejskiej i na terenach zabudowy, a nawet poza granicami zlewni miejskich. Zintegrowane działania, których celem jest zwracanie miasta do rzeki, powinny obejmować:

- rewitalizację społeczno-kulturową, związaną z odzyskiwaniem tożsamości rzek, ożywieniem nadrzecznych przestrzeni publicznych, poprawą ich dostępności i jakości krajobrazu, ale też z edukacją ekologiczną i kształtowaniem społecznych postaw współodpowiedzialności za wodę,
- regenerację przyrodniczą i renaturyzację, umożliwiającą odtwarzanie łączności, witalności i produktywności ekosystemów w dolinach rzecznych i strukturach zieleni miejskiej,
- zrównoważenie hydrologiczne, uwarunkowane zagospodarowaniem wód deszczowych na miejscu opadu, co łagodzi dynamikę przepływów w ciekach, poprawia retencję i odnawialność zasobów wód podziemnych. Wymaga zwiększania przestrzeni dla wody w dolinach rzek, jak i na terenach zlewni.

Koegzystencja ludzi, przyrody i wody wymaga zrozumienia i poszanowania podstawowych praw rzeki[7]: prawa do przepływu i pełnienia podstawowych funkcji w ekosystemie rzecznym, do wolności od zanieczyszczeń, do zasilania i bycia zasilanymi ze zrównoważonych warstw wodonośnych, prawa do rodzimej różnorodności biologicznej oraz do regeneracji i odbudowy. Rzeki żyją i zasługują na osobowość prawną! Ich organizmy są równie dynamiczne i skomplikowane jak nasze miasta (Januchta-Szostak, 2019).

[6] Np. Houtan Park wzdłuż rzeki Huangpu w Szanghaju czy Bishan-Ang Mo Kio Park nad rzeką Kallang w Singapurze.

[7] Powszechna Deklaracja Praw Rzek, https://www.garn.org/universal-declaration-of-river-rights/.

Literatura

Januchta-Szostak, A., 2011a. *Front wodny Poznania – Dolina Warty. Rewitalizacja związków z rzeką.* Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.

Januchta-Szostak, A., 2011b. *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych.* Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.

Januchta-Szostak, A., 2019. *Miasta przyjazne rzekom*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.

Prus, P., Popek, Z., Pawlaczyk, P., 2018. *Dobre praktyki utrzymania rzek*. WWF Polska, Warszawa.

Lange, K., Nissen, S., 2012. *Temat Rzeka – rewitalizacja rzek miejskich.* REURIS Project, Bydgoszcz.

MPU w Poznaniu, 2021. *Koncepcja zagospodarowania Doliny Warty w Poznaniu*. MPU, Poznań.

STUDIUM PRZYPADKU 2

Londyn – Tamiza – droga do „przyjaźni po rozwodzie”

Rozwój Londynu odbywał się dzięki Tamizie (rysunek 9) i kosztem Tamizy, która w latach 60. XX w. była niemal pozbawiona biocenozy oraz publicznego dostępu do brzegów. Sieć wodna Londynu obejmuje ponad 600 km cieków. W 2012 r. aż 37% dopływów Tamizy było skanalizowanych pod ziemią, 25% miało umocnione brzegi i zabudowę hydrotechniczną, a 7% było siedliskiem obcych gatunków inwazyjnych, zaś wzdłuż brzegów Tamizy ciągnął się kilkunastokilometrowy pas nieużytków poprzemysłowych.

Proces „odzyskiwania” rzeki rozpoczął się w latach 70. XX w.[8] projektem rewitalizacji londyńskich Docklands. Doki Św. Katarzyny (rysunek 10) były jednymi z pierwszych, które zostały poddane komercyjnej modernizacji. Przebudowa i rewitalizacja Canary Wharf (1980–1990) ujawniła szereg problemów inwestycyjnych, organizacyjnych i społecznych. Początkowy zastój inwestycyjny spowodowany był nie tylko kryzysem na rynku nieruchomości, lecz także brakiem infrastruktury komunikacyjnej, niską jakością krajobrazu i zanieczyszczeniem wody.

Skuteczność rewitalizacji urbanistycznej zależy od skoordynowanych inwestycji w zakresie transformacji nie tylko kulturowej i gospodarczej, ale również wodno-środowiskowej. Inwestycje te nie ograniczają się do Tamizy i jej najbliższego sąsiedztwa, jak pierwotnie zakładano, ale obejmują cały obszar Wielkiego Londynu[9], z uwzględnieniem zlewni miejskich.

Warunkiem sukcesu transformacji nadbrzeży w obszarze gospodarczo-kulturowym były:

- rozbudowa infrastruktury komunikacji publicznej (sieci metra i kolei) oraz pieszej i rowerowej (bulwarów, kładek i mostów),
- przebudowa przestarzałych systemów kanalizacyjnych Londynu (Thames Tideway Tunnel),

[8] Już w 1971 r. został przygotowany rządowy raport na temat planów rewitalizacyjnych, ale dopiero 10 lat później powołano *London Docklands Development Corporation* (LDDC) i założono specjalną strefę ekonomiczną (1982) w celu rewitalizacji londyńskich Docklands.

[9] Obszar Wielkiego Londynu (1579 km²) pokrywa znaczną część zlewni Tamizy. Rzeka w mieście zajmuje 24 km², a 80% jej obszarów zalewowych jest zurbanizowanych. Około 45 tys. nieruchomości jest zagrożonych powodzią stuletnią (1% zagrożenia powodziowego), z czego większość stanowią obszary „społecznie upośledzone” (LRAP 2009). Prawie 40% obszaru Londynu ma nieprzepuszczalne nawierzchnie, toteż ulewne opady powodują błyskawiczne wezbrania w ciekach i systemach kanalizacyjnych o każdej porze roku, a czas ostrzegania przed powodzią jest bardzo krótki.

fot. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 9. Panorama londyńskiego Tower i City z południowego brzegu Tamizy

- poprawa dostępności nabrzeży, walorów rekreacyjnych i atrakcyjności przestrzeni publicznych (tworzenie parków, bulwarów oraz infrastruktury rekreacyjno-sportowej),
- ekspozycja dziedzictwa kulturowego i nowej architektury w krajobrazie frontów wodnych,
- ożywienie społeczno-kulturalne (np. London Rivers Week),
- stopniowa rewitalizacja sąsiadujących obszarów.

W zakresie zmian wodno-środowiskowych konieczne okazały się:

- poprawa jakości wody Tamizy i jej dopływów,
- regeneracja środowiska w dolinach rzecznych i łączenie rozproszonych obszarów zieleni w ciągi rekreacyjne (np. Green Chain Walk) oraz przyrost powierzchni zieleni w mieście,
- przywrócenie biologicznego życia Tamizy (kontrola zanieczyszczeń, odbudowa siedlisk),
- redukcja ryzyka powodzi sztormowych (budowa Thames Barrier w Woolwich), rzecznych i opadowych (wdrażanie błękitno-zielonej infrastruktury),
- łączenie i wielofunkcyjne zagospodarowanie dopływów (strategia „Blue Ribbon Network"),
- zrównoważenie wykorzystania i odnawialność zasobów wodnych,
- wprowadzanie proekologicznych standardów zabudowy.

Obecnie fronty wodne Londynu są wizytówką turystyczną. Tamiza jest przestrzenią ekspozycji historycznej panoramy miasta i nowej, spektakularnej architektury, a jej dopływy – terenami o wysokich walorach kulturowych i rekreacyjnych, ale również obszarami służącymi przyrodzie, retencji i oczyszczaniu wód, przewietrzaniu i chłodzeniu miasta oraz edukacji ekologicznej mieszkańców. Realizacja programu rewitalizacji nadbrzeży wymagała skoordynowanej strategii działań oraz integracji polityk i programów wodnych, środowiskowych, infrastrukturalnych i przestrzennych w zarządzaniu miastem i zlewnią, a także edukacji i zaangażowania społeczeństwa w tworzenie partnerstwa publiczno-prywatnego (Januchta-Szostak, 2019).

Strategicznym elementem Planu Wielkiego Londynu jest Sieć Błękitnych Wstęg (The Blue Ribbon Network – BRN)[10] – polityka przestrzenna obejmująca Tamizę wraz z całym systemem jej dopływów oraz sztucznych kanałów i zbiorników wodnych.

[10] Cele BRN: ochrona i wzmacnianie wielofunkcyjnego charakteru sieci; publiczna dostępność i przeznaczenie dla funkcji sportu, rekreacji i edukacji; stymulacja wzrostu gospodarczego dzięki regeneracji i aktywizacji stref nadbrzeży; poprawa komunikacji drogą wodną oraz nadwodnych tras pieszych i rowerowych; ochrona i wzmacnianie różnorodności biologicznej i krajobrazowej; zrównoważenie źródeł zaopatrzenia w wodę i oczyszczania ścieków, wykorzystanie potencjału sieci wodnej dla zarządzania ryzykiem powodzi.

fot. Anna Januchta-Szostak

Rysunek 10. Londyn, St. Katharine Docks

Zasady i plany działań miasta ukierunkowane na regenerację rzek zostały sformułowane jako plan operacyjny „The London Rivers Action Plan" (LRAP, 2009), a redukcja ryzyka powodziowego w Londynie i dorzeczu Tamizy w planie „Thames Catchment Flood Management Plan" (2009). Długoletni plan działań na rzecz londyńskich rzek (LRAP), koordynowany przez władze Londynu w porozumieniu z Agencją Ochrony Środowiska (Environment Agency), był de facto zainicjowany i wspierany przez szereg organizacji ekologicznych (Natural England, Thames Rivers Restoration Trust, London Wildlife Trust, WWF-UK, The River Restoration Centre), które stworzyły wspólny front dla wody.

W 2011 r. powstała Wodna Strategia Londynu, która kładzie nacisk na zabezpieczanie zasobów wody dla miasta i ochronę przed powodziami, ale również odnawialność zasobów wodnych miasta. Jej istotnym elementem jest wykorzystanie zielonej infrastruktury i bardziej kreatywne podejście do zarządzania ryzykiem powodzi opadowych, ukierunkowane na spowolnienie spływu „z chmury do rury" oraz gospodarcze wykorzystanie wody opadowej.

W Strategii Środowiskowej Londynu (2018) wyeksponowano znaczenie zielonej infrastruktury i systemów powierzchniowej retencji, doceniono usługi ekosystemów, świadczone przez londyński kapitał naturalny, takie jak: ochrona przeciwpowodziowa, czystsze powietrze i woda, które korzystnie wpływają na dobrostan londyńczyków, klimat i gospodarkę miasta.

Rozbudowa błękitno-zielonej infrastruktury jest ściśle związana z regeneracją przyrodniczą rzek, a jej celem jest przywracanie bioróżnorodności, bogactwa siedlisk, aby odtworzyć zdolności ekosystemów do samoregeneracji. Osiągnięcie tego celu wymaga współpracy władz, mieszkańców i licznych organizacji rządowych i pozarządowych, ale konsekwentna realizacja długofalowej strategii przynosi efekty. Dzięki dostępności informacji, licznym

poradnikom i kampaniom edukacyjnym (np. London Rivers Week Thames21) pojawia się coraz więcej lokalnych inicjatyw oddolnych w różnych dzielnicach Londynu. Od czasu publikacji planu LRAP – „London Rivers Action Plan" (2009) do 2018 r. zrenaturyzowano lub odkryto 27 km rzek w Londynie, m.in.: Brent, Crane, Colne, Roding, Beam, Ingrebourne czy Lee. Odtwarzanie mokradeł i ekosystemów rzecznych służy zapewnieniu przestrzeni dla wody i podnoszeniu nie tylko bioróżnorodności, lecz także jakości życia mieszkańców i ich świadomości ekologicznej, co sprawia, że Londyn jest na dobrej drodze, by stać się miastem przyjaznym wodzie, środowisku i ludziom.

ROZDZIAŁ 3

Rzeki jako osnowa korytarzy społeczno-ekologicznych

Iwona Wagner
Marcin Kiedrzyński
Uniwersytet Łódzki

Rzeki od zawsze wyznaczały strukturę przestrzenną miast. Ze względu na swój charakter pozostawały przynajmniej częściowo naturalne, niezabudowywane. Dzięki temu pełniły rolę korytarzy ekologicznych, którymi przemieszczały się zwierzęta, rozsiewały rośliny, przepływała woda i powietrze. Dziś coraz częściej miasta dostrzegają ich rolę jako korytarzy społeczno-ekologicznych – nie tylko wspierających procesy przyrodnicze, lecz także jako bardzo ważną przestrzeń dla przemieszczania się ludzi. Ze względu na swój naturalny lub półnaturalny charakter korytarze społeczno-ekologiczne wspierają przede wszystkim niezmotoryzowaną mobilność. W tym sensie rzeki stanowią osnowę sieci błękitno-zielonej infrastruktury.

Słowa kluczowe: korytarze społeczno-ekologiczne, parki rzeczne, ciągłość błękitno-zielonej infrastruktury, błękitno-zielona sieć

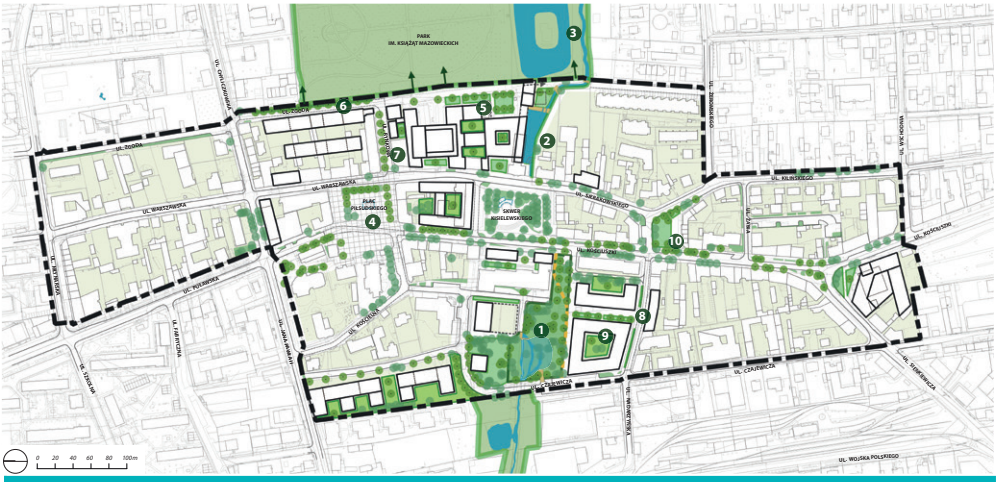
WYZWANIE

Wizja rozwoju Piaseczna nad rzeką Perełką

Przepływająca przez Piaseczno rzeka Perełka (Kanał Piaseczyński) to oś łącząca miasto i jego mieszkańców z Warszawskim Obszarem Chronionego Krajobrazu (ponad 148 tys. ha) i wieloma innymi obszarami cennymi przyrodniczo. W samym Piasecznie historycznie lokalizowano nad rzeką miejskie parki i zieleńce dające wytchnienie ludziom i pozwalające funkcjonować przyrodzie. Kilka lat temu przerwano tę ciągłość. Rzeka została częściowo uregulowana i przekształcona w podziemny kanał, tracąc swoją funkcję ekologiczną i społeczną (rysunek 1).

fot. Kurier Południowy

Rysunek 1. Powódź od rzeki Perełki w 2010 r.



źródło: MAU, 2022

Rysunek 2. Schemat zieleni w śródmieściu Piaseczna – widoczne planowane do odtworzenia ciągi zieleni i dolina rzeki Perełki jako korytarz społeczno-ekologiczny miasta. Rzeka przepływa przez park Książąt Mazowieckich i dalej łączy się z podmiejskim systemem przyrodniczym

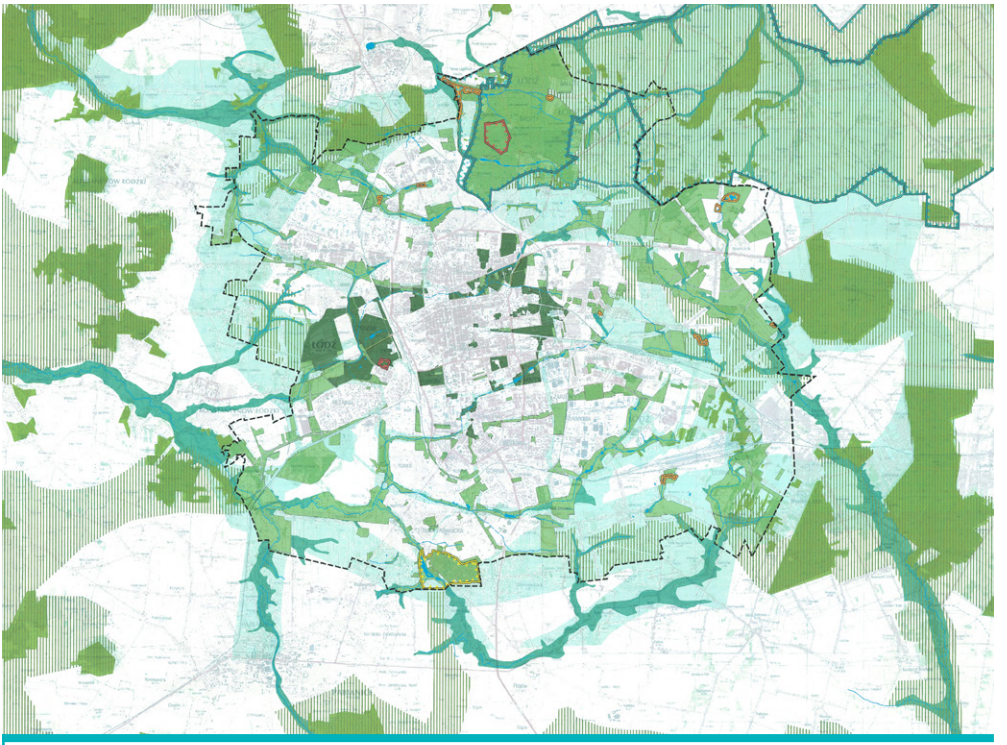
Z czasem Urząd Miasta i Gminy Piaseczno zdał sobie sprawę ze znaczenia rzeki i terenów zieleni w łagodzeniu skutków zmiany klimatu i kształtowaniu jakości życia. W mieście rozpoczęto realizację Wizji Rozwoju Śródmieścia – Piaseczno odNowa, u której podstawy stoi wykonany w 2022 r. projekt nowej przestrzeni urbanistycznej (rysunek 2). Jednym z sześciu celów wizji jest systemowe wzmocnienie roli zieleni i wody w mieście tak, aby umożliwić jej dostarczanie usług ekosystemów, a ludziom stworzyć przyjazną przestrzeń. Miasto chce przywrócić rzece należne jej miejsce – wydobyć ją spod ziemi i odtworzyć korytarz społeczno-ekologiczny wzdłuż jej biegu. Wdrażane rozwiązania mają też lepiej przygotować miasto na wyzwania zmiany klimatu. Wybudowano już pierwszą część Traktu nad Perełką, ścieżki dla pieszych i rowerzystów, zaczątka korytarza dla ludzi, rzeki i zieleni.

W rozdziale przyjrzymy się, jak tego typu rozwiązania można wprowadzać w życie, a w szczególności, z jakich narzędzi planistycznych i prawnych można korzystać w tym celu.

Rzeki a sieć błękitno-zielonej infrastruktury w miastach

Rzeki, jako osie systemu naturalnego, połączone funkcjonalnie z terenami zieleni miejskiej, tworzą korytarze społeczno-ekologiczne umożliwiające przemieszczanie się roślin i zwierząt i realizację wielu aktywności ludzkich. Ich połączenie może tworzyć przenikającą miasto sieć błękitno-zielonej infrastruktury (BZI), znacząco poprawiającą jakość miejskiego życia, zwłaszcza w obliczu antropogenicznej zmiany klimatu. Zaplanowanie, wdrożenie i/lub utrzymanie błękitno-zielonej sieci wymaga nie tylko świadomości potencjału tkwiącego w rozwiązaniach opartych na przyrodzie, lecz także wysiłku, konsekwencji i określonej wizji, kontynuowanych przez kolejnych włodarzy miasta (por. studium przypadku 1). Pomocne są tu narzędzia prawne na szczeblu krajowym, regionalnym i miejskim, które w zależności od sytuacji i potrzeb wspomagają działania składające się na budowanie i utrzymywanie korytarzy społeczno-ekologicznych.

Proces kształtowania błękitno-zielonej infrastruktury wygląda różnie w różnych miastach. W trakcie urbanizacji przekształcanie krajobrazu dokonuje się bowiem w sposób nierównomierny. Zależy od dynamiki procesów społeczno-ekonomicznych, wizji miasta lub jej braku i regulacji prawnych. Stworzenie błękitno-zielonej sieci jest łatwiejsze w przypadku miast, które w procesie



Rysunek 3. Błękitno-zielona sieć w Łodzi – Studium z 2010 r. Koncepcja błękitno-zielonej sieci zaproponowana dla Łodzi (Zalewski i in., 2012) opierała się na idei renaturyzacji 18 łódzkich rzek i ich dolin oraz ich połączeniu z terenami zieleni miasta. Rzeki tworzące korytarze ekologiczne łączą miejski system naturalny z systemem podmiejskim, w tym z dużymi kompleksami przyrodniczymi, takimi jak Las Łagiewnicki, Okręglik, Lasy Grotnickie, teren Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich i inne, podnosząc jakość systemu przyrodniczego miasta i umożliwiając ludziom korzystanie z jego przestrzeni. Koncepcja została po praz pierwszy uwzględniona w Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Łodzi w 2010 r. i od tego czasu jest stale obecna w kolejnych dokumentach strategicznych, w tym w kolejnym Studium z 2018 r. (źródło: MPU, 2010, lista źródeł znajduje się w spisie cytowanych ilustracji na końcu poradnika)

rozwoju nie zdegradowały swojego systemu rzecznego. Wówczas działania często mają charakter ochronny lub organizacyjny, polegający na formułowaniu wytycznych w procesie planowana przestrzennego (rysunek 3). Miasta, które – tak jak w przypadku Piaseczna – w procesie rozwoju doprowadziły do nadmiernego przekształcenia systemu rzecznego, muszą sięgać po bardziej kosztowne i wymagające działania z zakresu renaturyzacji. Może to wymagać odzyskiwania terenu pod zieleń i zrównoważoną zabudowę miasta, a nawet, o ile jest to technicznie i ekonomicznie uzasadnione, wydobycia cieków na powierzchnię (por. rozdział 6).

Ekologiczne podstawy funkcjonowania błękitno-zielonej sieci

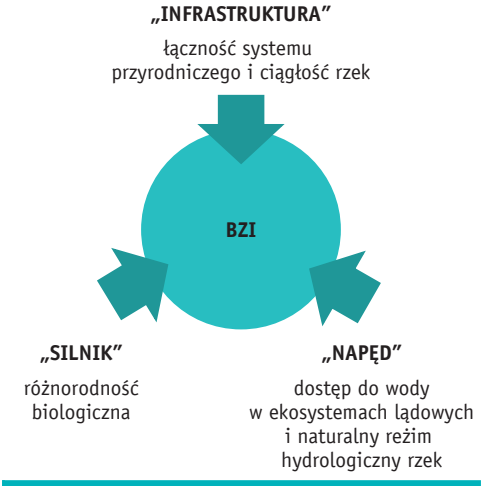
W planowaniu przestrzennym miasta ważna jest świadomość, że każdy jego obszar przyrodniczy to fizyczna przestrzeń, w której zachodzą procesy środowiskowe decydujące o jego funkcjonowaniu. Im sprawniejszy przebieg tych procesów, tym więcej usług ekosystemy dostarczają mieszkańcom, zapewniając im bezpieczeństwo ekologiczne. Najcenniejsze są więc te ekosystemy, które posiadają względnie naturalną lub zbliżoną do naturalnej strukturę.

Struktura ekosystemu to zarówno jego przestrzeń fizyczna (np. wielkość, kształt, łączność z innymi ekosystemami, dostęp do wody w przypadku ekosystemów lądowych lub reżim hydrologiczny w przypadku rzek), jak i struktura biologiczna (skład biocenoz i liczebność poszczególnych gatunków).

Kształtowanie błękitno-zielonej sieci tak, aby funkcjonowała poprawnie i zaspokajała potrzeby zrównoważonego rozwoju gmin oraz utrzymywała wysoką jakość życia, wymaga więc uwzględnienia wymagań ekosystemów, zarówno wodnych, jak i lądowych, w tym (rysunek 4): 1) zachowania, odtworzenia lub podtrzymywania różnorodności biologicznej właściwej dla rodzimych siedlisk przyrodniczych; 2) zwiększania łączności pomiędzy ekosystemami; oraz 3) zapewnienia dobrych warunków wodnych (dostęp do wody dla ekosystemów lądowych i podtrzymanie prawidłowego reżimu hydrologicznego rzek; rozdział 5).

Różnorodność biologiczna

Regulacja rzeki (wyprostowanie i umocnienie koryta i odcięcie od łączności z doliną zalewową) to ingerencja w jej naturalną strukturę. Pozbawia ją bystrzy i plos (miejsc o zmiennej prędkości nurtu i głębokości), zróżnicowanej struktury i szorstkości podłoża oraz zmiennego charakteru brzegów. Uniemożliwia ukształtowanie się prawidłowej struktury biologicznej, czyli zróżnicowanej roślinności, powiązanej z nią fauny (ryby, płazy, owady, ptaki, małe ssaki) i zespołów mikroorganizmów. Podobny skutek mogą mieć niewłaściwie prowadzone działania utrzymaniowe (rozdział 4). W wyniku tych procesów zanika zdolność rzeki do samooczyszczania (przekładająca się m.in. na brak możliwości kąpieli), spada produktywność i liczba gatunków ryb (np. brak możliwości wędkowania). W rzece lub zbiorniku o uregulowanych, pozbawianych roślinności brzegach, obecność wysokiego stężenia fosforu może spowodować wystąpienie zakwitów sinic lub glonów, uniemożliwiając użytkowanie rekreacyjne, a nawet stwarzając zagrożenie dla zdrowia (toksyny sinicowe). W uregulowanych rzekach nawet kilkukrotnie może zmniejszyć się pojemność retencyjna (zwiększając ryzyko powodzi) i zasilanie wód gruntowych (nasilając negatywne sutki suszy i odwadniając przyległe tereny).



Rysunek 4. Czynniki kluczowe dla prawidłowego funkcjonowania błękitno-zielonej infrastruktury

Różnorodność biologiczna rzek odtwarzana jest przez rehabilitację systemu fizycznego koryta i doliny, czyli przez renaturyzację (rozdział 4). Odtworzenie naturalnego biegu rzeki, różnorodnej struktury dna, brzegów i otoczenia (dolina) poprawia bilans wodny i stabilizuje ekstremalne przepływy. Możliwość kształtowania się roślinności przywraca zdolność asymilacji zanieczyszczeń, poprawiając jakość wody. Roślinność asymiluje fosfor, zapobiegając zakwitom, oraz dostarcza kryjówek dla zooplanktonu i ryb, a przez to odbudowuje strukturę biologiczną rzeki. W zbiornikach, poza bogatą roślinnością, ważne jest też utrzymanie wysokiego zagęszczenia ryb drapieżnych, które będą ograniczać liczebność niewielkich ryb zooplaktonożenych i uwalniać zooplankton spod presji drapieżnika. W zbiornikach zooplankton filtrujący, żywiąc się komórkami glonów, zmniejsza ich ilość i dodatkowo ogranicza zakwity. Podtrzymanie naturalnej struktury ekosystemów wodnych będzie więc bezpośrednio wpływać na bezpieczeństwo ekologiczne związane z powodziami i podtopieniami oraz jakością wody.

Struktura powiązanych z rzekami ekosystemów lądowych (terenów zieleni) również ulega znacznym zmianom w wyniku ekspansji przestrzennej miast. Rozrastając się, miasta włączają w granice aglomeracji niezurbanizowane obszary rolniczo-leśne, a także obszary naturalne, niekiedy o znacznej wartości przyrodniczej i społecznej. Dogęszczanie już istniejącej zabudowy i dróg na terenie miasta prowadzi do ich fragmentacji i przekształcenia, a nawet eliminacji. Zmniejszanie przestrzeni i fragmentacja ekosystemów powoduje spadek ich różnorodności biologicznej, czyli eliminację niektórych gatunków i zmniejszenie liczebności innych. Bioróżnorodność w miastach jest też silnie zubażana przez nadmierną interwencję w systemy przyrodnicze i tzw. urządzenie zieleni czy działania utrzymaniowe. Obejmują one np. preferowanie ubogich, kilkugatunkowych mieszanek traw na trawnikach miejskich, w parkach i w pasach drogowych, wielokrotne koszenie, urządzenie terenów zieleni promujące pojedyncze drzewa na ujednoliconym podłożu trawiastym czy mineralnym, zbyt intensywne oświetlenie czy szerokie betonowe ścieżki przecinające tereny zieleni.

Równocześnie wiele badań wskazuje to, że wyższa bioróżnorodność to lepsze funkcjonowanie ekosystemów i dostarczanie usług ekosystemów znacząco wyższej jakości. Najbardziej pożądanym rozwiązaniem jest kształtowanie w miastach terenów zieleni o mniej uporządkowanej, bardziej „dzikiej", bogatszej i wielopiętrowej strukturze biologicznej, obejmującej w jednej lokalizacji drzewa, krzewy i byliny, łąki kwietne zamiast trawników, pnącza oraz usankcjonowanie i zaakceptowanie „nieużytków" czy „zieleni nieurządzonej" jako ważnej struktury ekologicznej miasta, w miejsce postrzegania jej wyłącznie jako rezerwy pod zabudowę. Takie systemy przyrodnicze często nie potrzebują żadnej dodatkowej ingerencji. Już przez samo swoje istnienie stają się gwarancją dobrostanu przyrody i mieszkańców miasta. Stwarzają siedlisko dla wielu gatunków roślin i zwierząt, w tym ptaków (możliwość słuchania śpiewu ptaków, wartość rekreacyjna, relaksacyjna, psychologiczna), owadów zapylających (przetrwanie roślin, produkcja owoców) i organizmów glebowych, czyli edaficznych[1]. Te ostatnie wspierają procesy glebotwórcze, krążenie pierwiastków, rozkład materii organicznej i kształtują fizyczne właściwości gleb, ograniczając konieczność ich nawadniania i nawożenia oraz związane z nimi koszty. W porównaniu z krótko strzyżonymi trawnikami bardziej naturalne systemy przyrodnicze o lepszej strukturze gleby kilkukrotne skuteczniej przechwytują opady, zapobiegając podtopieniom i przeciążeniu hydraulicznemu kanalizacji deszczowej i rzek. Lepiej też adaptują się do zmiany klimatu.

Łączność systemu przyrodniczego i ciągłość rzek

Łączność systemu zieleni i rzek wewnątrz miasta i z terenami podmiejskimi pozwala utworzyć spójną strukturę przestrzenną i sprawia, że sieć BZI funkcjonuje jako system – może więc w tkance miasta

[1] Między innymi bakterie, promieniowce, grzyby, glony, pierwotniaki, wrotki, nicienie, ślimaki, wazonkowce, dżdżownice, niesporczaki, skorupiaki, zaleszczotki, roztocze, pająki, owady i małe kręgowce.

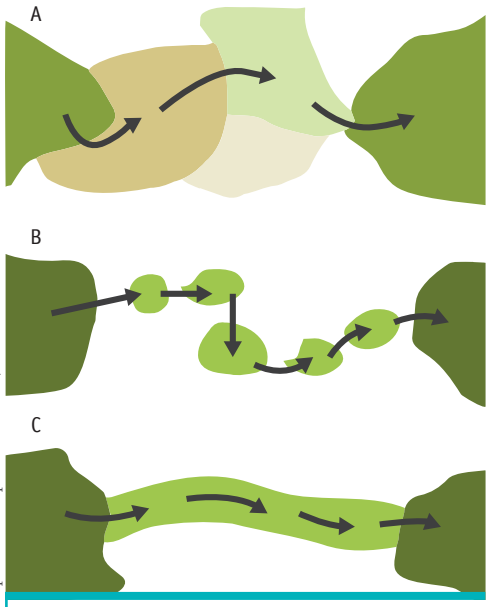
fot. Sebastian Szklarek

Rysunek 5. Polder zalewowy (suchy zbiornik) w dolinie rzeki Cerekwianki w Radomiu. Zdjęcie po lewej stronie przedstawia zbiornik w okresie bezopadowym – zbiornik pozostaje prawie pusty, środkiem płynie nowe koryto o naturalnym charakterze. Zdjęcie po prawej stronie przestawia zbiornik w okresie opadów – wypełnia się on wtedy wodą, zapobiegając podtopieniom drogi wlotowej do miasta, po czym powoli opróżnia się, robiąc miejsce na kolejny opad (zdjęcia wykonane dla UŁ w ramach projektu LIFERADOMKLIMA)

być postrzegana jako „infrastruktura". Rzeki są ważnymi osiami połączeń w tym systemie, a zachowanie ich łączności w czterech wymiarach znacznie poprawia funkcjonowanie błękitno-zielonej sieci. Łączność tę można zapewnić przez likwidację niepotrzebnych barier poprzecznych, takich jak jazy, zapory, podpiętrzenia, mosty i przepusty ze zbyt wysokimi progami (Frankiewicz i in., 2021), a także przez odejście od prostowania koryt rzecznych (prowadzącego do przerwania łączności rzeki z doliną) oraz umacniania brzegów i dna (przyczyniającego się do przerwania wymiany wody z wodami podziemnymi). W przypadku konieczności pozostawienia przegrody poprzecznej należy tworzyć przepławki pozwalające na migrację gatunków wodnych (np. ryb wędrownych). Aby poprawić pojemność retencyjną zdegradowanej doliny, można tworzyć „suche zbiorniki", umożliwiające przynajmniej częściową retencję wód wezbraniowych poza korytem rzeki. Takie rozwiązanie zastosowano m.in. na rzece Cerekwiance w Radomiu (rysunek 5). Poza funkcją przeciwpowodziową jest to miejsce spacerów, odgrywa też rolę edukacyjną, demonstrując funkcjonowanie suchego zbiornika jako obszaru retencji i wzmacniania różnorodności biologicznej.

W przypadku sieci ekosystemów lądowych, ważne jest ich planowanie i odtwarzanie zgodnie z zasadą, że lepsze są tereny zieleni: większe niż mniejsze, o bardziej zwartym kształcie, jak najbardziej zbliżone do siebie (najlepiej fizycznie połączone); ponadto korzystniej, gdy jest ich więcej niż mniej. Obszary większe (węzłowe obszary zieleni) oraz obszary połączone między sobą lub z terenami podmiejskimi mają większe szanse na podtrzymanie różnorodności biologicznej i poprawne funkcjonowanie niż obszary małe i odległe, np. izolowane parki czy pojedyncze drzewa. Dotyczy to zwłaszcza izolowanych obszarów cennych przyrodniczo, które znajdują się na terenach miast. Tak jest np. w Krakowie (studium przypadku 3) i w Łodzi, w której granicach znajduje się ponad 30 obszarów o wyjątkowych walorach przyrodniczych, w tym utworzony w 1930 r. rezerwat Polesie Konstantynowskie. Funkcjonowanie takich obszarów jest łatwiejsze dzięki naturalnym otulinom i połączeniom z innymi systemami przyrodniczymi. Połączone systemy ułatwiają przemieszczanie się osobników i ich gamet pomiędzy terenami zieleni lub wzdłuż biegu rzeki. Jest to ważne dla utrzymania zmienności genetycznej roślin i zwierząt, jak również „powrotu" gatunków do siedliska, w wypadku ich eliminacji po zaburzeniach (np. suszy czy wycince drzew). Poprawienie łączności wpływa pozytywnie na migrację owadów zapylających, co poprawia funkcjonowanie roślinności. Łączność pozwala też na przemieszczanie się materiału nieożywionego (np. przepływ wody) z jednej lokalizacji do innej lub przewietrzanie miasta. Dobrymi przykładami utrzymania łączności pomiędzy systemem miejskim i podmiejskim są działania podjęte w Oslo, a także łączność Piaseczna i Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu czy połączenia wytworzone z otoczeniem miasta w Krakowie dzięki ochronie dolin rzecznych.

Węzłowe obszary zieleni mogą do siebie przylegać lub być połączone za pomocą różnego rodzaju



oprac. wł. na podst. Bennett, 1998

Rysunek 6. Podstawowe rodzaje korytarzy ekologicznych. A – krajobrazowy, B – nieciągły, C – liniowy

korytarzy (rysunek 6). Najsilniejsze połączenia to krajobrazowe i liniowe. Powinny być zabezpieczone w mieście na etapie planowania przestrzennego, ale można ich również szukać w procesie tworzenia błękitno-zielonej sieci, zwłaszcza wzdłuż dolin przy renaturyzacji rzek. Świetnym przykładem wykorzystania naturalnej łączności systemów przyrodniczych wewnątrz i na zewnątrz miasta jest Oslo (rysunek 7, por. studium przypadku 7). Rzeki stały się tu elementem miastotwórczym, wychodzącym naprzeciw potrzebom społecznym, głównie potrzebie rekreacji i kontaktów z przyrodą oraz środowiskowych. Utworzona w Oslo sieć korytarzy społeczno-ekologicznych wzdłuż rzek stanowi główny atut miasta, które w 2019 r. zdobyło tytuł Zielonej Stolicy Europy.

Dostęp do wody w ekosystemach lądowych i naturalny reżim hydrologiczny rzek

Obieg wody w miastach jest silnie zmieniony w stosunku do warunków naturalnych, co skutkuje podtopieniami bezpośrednio po opadach, długotrwałym przesuszaniem ekosystemów lądowych i zaburzeniem reżimu hydrologicznego miejskich rzek. Nasilony powierzchniowy odpływ wody po miejskiej powierzchni o niewielkim udziale zieleni powoduje w rzekach gwałtowne, krótkotrwałe wezbrania – przepływ wody może być kilka, kilkanaście razy większy niż w rzekach naturalnych porównywalnej wielkości. Gwałtowne wezbrania niszczą fizyczną i gatunkową strukturę ekosystemów, zagrażają ludziom i infrastrukturze miasta. Po ustaniu opadu poziom wody obniża się do poziomu niższego niż w rzekach niezurbanizowanych, a nawet może zanikać. To prowadzi do zahamowania, a nawet zaniku życia biologicznego w rzece, ogranicza dostępność wody dla zwierząt, niejednokrotnie prowadzi do ekstremalnego zagęszczania zanieczyszczeń. Takie rzeki przestają również pełnić rolę korytarzy społecznych, odstraszając raczej niż zachęcając do przebywania w ich pobliżu.

Pierwszym krokiem w renaturyzacji rzek jest więc zrównoważone zagospodarowanie wody opadowej w zlewni, opisane w rozdziale 5. oraz naszym wcześniejszym poradniku (Bergier i in., 2014), prowadzące do zwiększenia czasu przepływu wody do rzeki przez jej zlewnię. Zwiększa to uwilgotnienie terenu miasta (lepsze funkcjonowanie zieleni i poprawa mikroklimatu) i stabilizuje reżim hydrologiczny rzek, łagodząc stres hydrauliczny (skrajnie wysokie i skrajnie niskie przepływy). Woda opadowa zatrzymana miejscowo w zlewni dopływa do rzeki wolniej, głównie przez spływ podpowierzchniowy i przez dłuższy czas po opadzie, zwiększając szanse przeżycia ekosystemu wodnego w okresach suszy. To z kolei pozwala na zwiększenie skuteczności działań renaturyzacyjnych w samej rzece. Kolejny krok to szukanie możliwości oddania rzece doliny, żeby poprawić jej funkcje przeciwpowodziowe. Zachowanie szerokiej doliny umożliwia też migrację zwierząt lądowych wzdłuż korytarzy ekologicznych i udostępnia przyjazną przestrzeń rekreacyjną dla mieszkańców miast.

Strefowe zagospodarowanie terenu wzdłuż osi rzeki

Strefowe zagospodarowanie terenu wzdłuż osi rzeki stanowi jej ochronę przed presją miejską, z jednej

fot. Ilona Gosk

Rysunek 7. Korytarze społeczno-ekologiczne i wielofunkcyjność błękitno-zielonej sieci w Oslo. Oslo jest jednym z najszybciej rosnących miast w Europie, jeśli chodzi o liczbę mieszkańców. Zagęszcza zabudowę, aby ograniczać liczbę samochodów i emisję CO_2. Pojawiła się więc potrzeba inteligentnego planowania błękitno-zielonej infrastruktury, aby utrzymać wysoką jakość życia. Miejski Masterplan Oslo 2015 do 2030 r. – Miasto Inteligentne, Odporne i Zielone podkreśla znaczenie łączności błękitno-zielonej sieci miasta, którego symbolem stała się przestrzeń między fiordem Oslo a zalesionymi wzgórzami Marka. Składa się z dziesięciu głównych rzek oraz sieci parków, terenów rekreacyjnych i zielonych korytarzy społeczno-ekologicznych, które łącznie stanowią 21% terenu zbudowanego. Przestrzeń ta obejmuje wyspy rekreacyjne w fiordzie Oslo, parki i cmentarze (utrzymywane jak parki), tereny sportowe, rekreacyjne i inne. Struktura przywodzi na myśl sieć błękitno-zielonych tętnic ożywiających miasto. Korzyści obejmują usuwanie zanieczyszczeń ze środowiska, adaptację do zmiany klimatu, możliwość prowadzenia miejskiego życia na świeżym powietrzu oraz poprawę zdrowia publicznego. Aby promować ideę błękitno-zielonej infrastruktury, miasto wydało przewodnik „Jak znaleźć rzeki i strumienie Oslo pociągiem, tramwajem, autobusem i metrem" (Johnsen i in., 2019)

strony wspierając lepsze funkcjonowanie przyrody i zachowanie różnorodności biologicznej, z drugiej – pozostawiając bezpieczną przestrzeń na okres wysokiej wody. Jednak doliny rzeczne na terenie miast są często zabudowane i co pozostawia mało przestrzeni samej rzece. Może to prowadzić do podtapiania okolicznych terenów, a także ograniczenia funkcji rzeki jako korytarza ekologicznego i społecznego, zmniejszając jej przydatność jako elementu identyfikacji przestrzennej, potencjalnie atrakcyjnej przestrzeni publicznej i atutu w adaptacji do zmiany klimatu. Taka sytuacja jest więc wyzwaniem przy renaturyzacji rzek miejskich, gdzie istniejąca zabudowa wymaga wieku kompromisów i kreatywnych rozwiązań (tak zrobiono w Radomiu – por. studium przypadku 4) i Łodzi – Jurczak i in., 2015). Przy renaturyzacji rzek położonych bardziej peryferyjnie warto jednak zabezpieczyć odpowiednią przestrzeń dla doliny na etapie planowania przestrzennego (tak jak zrobiono w Oslo czy Krakowie) lub na etapie planowania renaturyzacji rzeki (tak zrobiono w Opocznie, por. rozdział 4). Jeśli jest to możliwe, przy renaturyzacji rzek proponuje się zastosowanie podejścia strefowego (Wagner i in., 2014).

STREFA I: strefa ochrony zachowawczej i regulacji ekohydrologicznej

Strefa I to strefa zielonego korytarza obejmującego koryto i dolinę zalewową rzeki. Powinien w niej obowiązywać całkowity zakaz ingerencji dla ochrony struktury hydromorfologicznej rzeki i jej doliny. Możliwe ingerencje obejmują jedynie rehabilitację, w tym rozwiązania ekohydrologiczne niezbędne do właściwego funkcjonowania rzeki (np. roślinne biofiltry doczyszczające dopływy wód opadowych [rozdział 5], półnaturalne w charakterze „suche zbiorniki" powiększające retencję w dolinie).

Najlepiej, jeśli strefa I obejmuje całą długość cieku dla zapewnienia maksymalnej pojemności retencyjnej (bezpieczeństwo przeciwpowodziowe) oraz ciągłości procesów ekologicznych. Szerokość

zielonej strefy w mieście rzadko odpowiada przestrzennie naturalnej dolinie, częściej jest po prostu pasem wolnym od zabudowy. Można jednak podejmować działania polegające na poszerzaniu pasów zieleni w dolinie przez działania planistyczne lub wykup gruntów. Takie rozwiązanie zastosowano między innymi w Radomiu, przy okazji odtworzenia suchego zbiornika zabezpieczającego przed podtopieniami na rzece Cerekwiance. Proponuje się wyznaczenie granicy strefy I z uwzględnieniem istniejących stref siedlisk podmokłych. Jej zasięg może być określony przy pomocy modelowania hydrologicznego, którego wyniki mogą być podstawą do dalszych decyzji urbanistycznych. Jeśli w wyznaczonej strefie znajdzie się zabudowa, należy wyłączyć ją poza granicę tej strefy i zastosować odpowiednie zabezpieczenia dla ochrony infrastruktury lub wskazać inne tereny w dolinie, które skutecznie przechwycą wodę powyżej (np. suchy zbiornik na Cerekwiance – rysunek 5).

STREFA II: strefa buforowa

Strefa II to strefa pasa buforowego oddzielającego dolinę rzeki (strefa I) od strefy zabudowanej (strefa III). W obszarze tym zaleca się minimalną ingerencję – dozwolone jest rozwijanie lekkiej infrastruktury rekreacyjnej. Może ona obejmować np. lekkie, wąskie, mineralne lub naturalne ścieżki pełniące funkcję dróg rowerowych i spacerowych, o swobodnych, pozbawionych krawężników i nieregularnych brzegach, niewielkie trawiaste przestrzenie do zabaw ruchowych, miejsca piknikowe, małą architekturę rekreacyjną – ławki, elementy zabaw dla dzieci. Ten obszar wielofunkcyjny będzie

źródło: MAU, 2022

Rysunek 8. Wybrane inspiracje do stworzenia parku wzdłuż rzeki Perełki w Piasecznie

stanowił dodatkową pojemność retencyjną rzeki przy ekstremalnych opadach i w razie wysokiego stanu wody w rzece, bufor chroniący ekosystem rzeki przed bezpośrednim oddziaływaniem stresu miejskiego oraz korytarz ekologiczny.

Proponuje się wyznaczenie zewnętrznej granicy strefy II w określonej odległości 50–100 m od granicy strefy I, włączając przy tym w jej zakres granice przyległych obszarów o wysokiej wartości przyrodniczej i przyrodniczo-kulturowej.

STREFA III: strefa niskiej zabudowy

Strefa III to strefa niskiej zabudowy. MPZP, o ile strefa nie jest już zabudowana inaczej, powinny określać minimalną wielkość działki i maksymalną dopuszczalną powierzchnię zabudowy (w dolinie Sokołówki w Łodzi zaproponowano odpowiednio 1500 i 150 m^2), w celu ograniczenia stopnia uszczelnienia tej strefy – powinna ona funkcjonować również jako obszar retencji wód spływających powierzchniowo w kierunku rzeki. Proponuje się określenie typu zabudowy tak, aby nie zaburzała struktury krajobrazu i jego walorów estetycznych, np. dopuszczenie zabudowy jednorodzinnej nieprzewyższającej koron drzew, zastosowanie materiałów i rozwiązań opartych na przyrodzie, wyposażenie budynków w system miejscowego zagospodarowania wód opadowych (rozdział 7), aby łagodzić wezbrania rzeki w okresie opadów i utrzymywać wodę w okresach suchych. Należy korzystać z rodzimych gatunków roślin, zwiększających różnorodność biologiczną i infiltrację oraz retencję wody w zlewni. Proponuje się wyznaczenie granicy strefy III do linii już istniejących zabudowań wysokich i włączenie sąsiadujących z nią terenów zieleni, zwłaszcza obszarów przyrodniczo cennych.

Narzędzia prawne wspomagające kształtowanie korytarzy społeczno-ekologicznych w miastach

O błękitno-zielonej infrastrukturze i powiązanych z nią korytarzach społeczno-ekologicznych można mówić na różnych poziomach organizacji przestrzennej, np. na poziomie kontynentalnym, krajowym, regionalnym czy miejskim (tabela 1). Organizacja takiej infrastruktury na różnych poziomach przestrzennych sprawia, że również jej ustanawianie i funkcjonowanie podlega różnym rozporządzeniom i mechanizmom administracyjnym. W procesie tworzenia i utrzymywania sieci można więc wykorzystywać wiele narzędzi prawnych (tabela 1).

Dla zabezpieczania obszarów najcenniejszych przyrodniczo oraz utrzymywania ciągłości i funkcjonalności sieci należy przyjąć odpowiednią strategię kształtowania krajobrazu na poziomie regionalnym i miejskim. Podstawowym narzędziem jest miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. Realnym gwarantem zachowania najcenniejszych przyrodniczo miejsc jest również kształtowanie odpowiedniej sieci obszarów ochrony konserwatorskiej, które są wyznane w oparciu o przepisy Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Zgodnie z tą ustawą ochrona przyrody polega na zachowaniu, zrównoważonym użytkowaniu oraz odnawianiu zasobów, tworów i składników przyrody. Dotyczy to zwłaszcza cennych siedlisk przyrodniczych, gatunków zagrożonych wyginięciem oraz krajobrazu i zieleni, również w miastach.

Ustawa o ochronie przyrody daje możliwość wypełnienia powyższych celów przez tworzenie obszarowych i indywidualnych form ochrony. Jest ich dziesięć: park narodowy, rezerwat przyrody, park krajobrazowy, obszar chronionego krajobrazu, obszar Natura 2000, pomnik przyrody, stanowisko dokumentacyjne, użytek ekologiczny, zespół przyrodniczo-krajobrazowy oraz ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów. Formy ochrony przyrody są tworzone i zarządzane w oparciu o podstawy naukowe i wieloletnią praktykę. Każda z form pełni inną rolę w systemie i służy innym celom, dlatego charakteryzuje się odmiennym reżimem ochronnym oraz zakresem ograniczeń w użytkowaniu terenu. Poszczególne formy ochrony przyrody powoływane są i nadzorowane przez organy różnych szczebli administracji państwowej i samorządowej, jednak wszystkie mogą występować na terenie miasta i wspomagać osiąganie celów błękitno-zielonej infrastruktury.

Jak zaznaczyliśmy wcześniej, dla błękitno-zielonej infrastruktury szczególne ważna jest ochrona krajobrazu i zachowanie ciągłości korytarzy

Tabela 1. Elementy błękitno-zielonej sieci w różnych skalach przestrzennych

Skala przestrzenna	Elementy błękitno-zielonej sieci
Poziom kontynentalny	Natura 2000 to największa kontynentalna sieć obszarów chronionych ma świecie. Obejmuje 18% powierzchni lądowej UE i ponad 8% jej terytorium morskiego, chroniąc populacje najcenniejszych gatunków oraz siedliska kluczowe dla zachowania różnorodności biologicznej. W UE, w sumie 2842 obszarów Natura 2000 znajduje się przynajmniej częściowo w granicach miast, co stanowi około 10% sieci Natura 2000. Bliskie sąsiedztwo chronionych obszarów poprawia warunki funkcjonowania systemów przyrodniczych miast. Miasta mogą wykorzystywać narzędzia prawne związane z funkcjonowaniem obszarów Natura 2000 dla wzmacniania swoich celów w zakresie ochrony, tworzenia i odtwarzania błękitno-zielonej infrastruktury i korytarzy społeczno-ekologicznych na swoim terenie
Poziom krajowy / Poziom regionalny	System hydrograficzny, czyli system rzek i dolin rzecznych, jest kluczowy dla funkcjonowania błękitno-zielonej infrastruktury, zwłaszcza w obliczu zmiany klimatu. W krajobrazie większości europejskich miast jest obecna co najmniej jedna rzeka lub jezioro (EEA, 2016). W planowaniu renaturyzacji rzek miejskich niezwykle ważne jest zapewnienie ich łączności we wszystkich czterech wymiarach (rozdział 4) i zarządzanie zlewniowe (rozdziały 6 i 7)
Poziom kontynentalny	Korytarze ekologiczne to przestrzeń geograficzna, która jest regulowana i zarządzana w perspektywie długoterminowej w celu utrzymania lub przywrócenia skutecznej łączności ekologicznej. Korytarze ekologiczne nie są prawnie usankcjonowane, o ile nie pokrywają się z siecią Natura 2000 lub innymi obszarami chronionymi
Poziom krajowy	Tereny prawnie chronione na terytorium państwa – w Polsce funkcjonuje krajowy system obszarów chronionych powoływanych zgodnie z przepisami ustawy o ochronie przyrody z 2004 r. Mogą obejmować ochroną zarówno elementy zielonej, jak i błękitnej infrastruktury. Część z nich może być wykorzystywana do celów rekreacyjnych i tworzyć korytarze społeczno-ekologiczne
Poziom regionalny	Układ zieleni regionalnej na terenie województwa, powiatu, sąsiadujących gmin, bezpośrednio determinuje łączność terenów zieleni w mieście z terenami podmiejskimi. Ważne jest zachowane łączności tych systemów w planowaniu przestrzennym i zapobieganie rozlewaniu się miasta oraz zabezpieczenie łączności systemu rzek
Poziom miejski	Układ zieleni miejskiej i dolin rzecznych – ważne jest zachowanie jego łączności w procesie planowania przestrzennego, z wykorzystaniem różnego rodzaju korytarzy ekologicznych i działań renaturyzacyjnych na rzekach (rozdział 4)

ekologicznych. Oznacza to ochronę przed przekształceniem terenów o naturalnie urozmaiconej rzeźbie, przede wszystkim w dolinach rzecznych, w trakcie realizacji nowych inwestycji komunikacyjnych i budowlanych. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego oraz tworzenie form ochrony przyrody to narzędzia, które samorządy powinny wykorzystywać w racjonalnym zarządzaniu krajobrazem miasta w celu przeciwdziałania przerwaniu ciągłości korytarzy ekologicznych i ciągłości hydraulicznej rzek (tabela 2).

Bardzo dobrym narzędziem są strategie tworzone przez poszczególne miasta. Strategia wspierająca tworzenie błękitno-zielonej infrastruktury powinna obejmować dwa uzupełniające się i równorzędne cele: zabezpieczenie najbardziej cennych przyrodniczo obszarów i odtwarzanie przestrzeni wcześniej zdegradowanych. W ramach równolegle prowadzonej ochrony oraz odtwarzania ekosystemów poprawie ulega stan podstawowych elementów środowiska miejskiego, takich jak powietrze, wody i gleby. Utrzymanie naturalnej tożsamości miasta oznacza ochronę najmniej przekształconych fragmentów krajobrazu, zwłaszcza dolin rzecznych, lasów i innych elementów zieleni miejskiej. Szczególne znaczenie dla utrzymania różnorodności biologicznej mają naturalne siedliska – ostoje rodzimych gatunków. Mogą one pełnić rolę „źródeł bioróżnorodności" dla przywracanych i kształtowanych na nowo terenów zieleni miejskiej i miejskich dolin rzecznych (Kiedrzyński i in., 2014). Ważne jest zachowanie zróżnicowanej struktury szaty roślinnej, np. stopnia zadrzewienia czy mozaiki zbiorowisk roślinnych i naturalnych cech hydromorfologicznych rzek. Istotne znaczenie mają procesy zachodzące w strefach buforowych dolin rzecznych. Środowiskowe korzyści z obecności drzew w mieście są powszechnie znane, ale nie wszyscy zdają sobie sprawę, że utrzymywanie ziołorośli nadrzecznych ma duże znaczenie dla poprawy jakości wód.

Przykładem próby wykorzystania różnych narzędzi prawnych dla stworzenia błękitno-zielonej sieci w mieście jest Wizja Rozwoju Śródmieścia – Piaseczno odNowa (por. wyzwanie otwierające rozdział 4). Wypracowana przez miasto wizja wyznacza kierunek działań i stanowi zestaw wytycznych dla kolejnych opracowań planistycznych, strategicznych i konkursowych oraz założenia do projektów wykonawczych dla poszczególnych obszarów miasta. Zadaniem tego dokumentu jest zapewnienie spójności działania i osiągnięcie wytyczonych celów. W procesie wdrażania wizji ważną rolę pełni natomiast zagospodarowanie przestrzenne, a miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego są jednym z głównych narzędzi działania. Dają możliwość efektywnego gospodarowania miastem, zaspokajania potrzeb społecznych z poszanowaniem wartości przyrodniczych i kulturowych i adaptacji do zmiany klimatu. Piaseczno jest nimi pokryte w 97%. Również w Krakowie (studium przypadku 3) skutecznie połączono wiele różnych narzędzi planistycznych dla zabezpieczenia terenów niezbędnych do realizacji parków linearnych, w tym parków rzecznych.

Zakończenie

Mieszkańcy miast, niemający na co dzień dostępu do zasobów przyrody o wysokiej jakości, coraz bardziej świadomie poszukują tego kontaktu. Narastają oddolne oczekiwania w stosunku do włodarzy miast, aby – przynajmniej częściowo – potrzebę tę można było zaspakajać bez konieczności czasochłonnych i kosztownych podróży podmiejskich. Korytarze społeczno-ekologiczne, opierające się na sieci dobrze funkcjonujących ekosystemów wodnych i lądowych, są efektywnym rozwiązaniem zaspakajającym te potrzeby w granicach miasta. Pozwalają też, z wykorzystaniem transportu rowerowego lub piechotą, wydostać się poza miasto, poruszając się przyjaznymi korytarzami zieleni. Istnieje wiele narzędzi i dobrych praktyk, z których władze miast mogą korzystać przy rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury i tworzeniu korytarzy społeczno-ekologicznych. A w nadchodzącym trudnym czasie, kiedy wiemy już, że ogromnej części skutków antropogenicznej zmiany klimatu nie da się uniknąć, stają się one nie tylko obszarem wytchnienia dla ludzi, jak i przyrody zamieszkującej miasta, lecz także podstawą podtrzymania możliwości życia w miastach.

Tabela 2. Oddziaływanie urbanizacji na ekosystemy, ich zdolność do zapewnienia bezpieczeństwa ekologicznego mieszkańcom miast oraz kategorie działań i narzędzi naprawczych w tworzeniu błękitno-zielonej infrastruktury w miastach

	Urbanizacja			
Oddziaływanie na ekosystemy i mieszkańców miast	**Ekspansja przestrzenna**	**Zagęszczanie zabudowy na obszarach zurbanizowanych**		
	WŁĄCZANIE w granice aglomeracji · obszarów rolniczo-leśnych, · obszarów lądowych naturalnych, · rzek i dolin rzecznych, · obszarów zależnych od wód (np. mokradeł)	**FRAGMENTACJA** · ekosystemów lądowych (np. przez rozbudowę dróg i infrastruktury szarej), · rzek (np. przez zabudowę hydrotechniczną)	**PRZEKSZTAŁCANIE** · ekosystemów lądowych (przez zastępowanie zieleni naturalnej zielenią urządzoną), · rzek (np. regulacja, zmiana biegu rzeki, obwałowanie, odcięcie od doliny, zawężenie doliny)	**ELIMINACJA** · ekosystemów lądowych (zastępowanie powierzchniami zabudowanymi – drogi, osiedla, parkingi, place i in.), · rzek (np. włączenie w system podziemnej kanalizacji deszczowej), · mokradeł
	Zmiana struktury ekosystemu (różnorodność biologiczna) → Osłabienie odporności ekosystemu na stres → Gorsze funkcjonowanie ekosystemów w miastach → Osłabienie potencjału do dostarczania usług ekosystemów → Obniżenie bezpieczeństwa ekologicznego mieszkańców			
Działania na rzecz błękitno-zielonej sieci	**OCHRONA** · ochrona ekosystemów lądowych, wodnych i od wód zależnych	**ŁĄCZNOŚĆ** · zapewnienie łączności rzek w czterech wymiarach, · zachowanie i odtwarzanie korytarzy ekologicznych (wodnych i lądowych)	**REHABILITACJA** · renaturyzacja, · restauracja, · rehabilitacja, · remediacja	**ODTWARZANIE** · ekosystemów wodnych (w tym wydobywanie rzek na powierzchnię), · ekosystemów od wód zależnych, · terenów zieleni
Narzędzia	**NARZĘDZIA PRAWNE NA POZIOMIE KRAJOWYM, REGIONALNYM, MIEJSKIM** · Ustawa o ochronie przyrody (wszystkie formy ochrony przyrody), · studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, · MPZP	**STRATEGIE MIASTA** · studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, · miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, · strategie rozwoju zieleni i inne strategie działania tworzone przez poszczególne miasta	**DOBRE PRAKTYKI** · Krajowy Program Renaturyzacji Wód Powierzchniowych, · ekohydrologia, · rozwiązania oparte na przyrodzie, · BZI do zagospodarowania wód opadowych	**DOBRE PRAKTYKI** · odtwarzanie ekosystemów wodnych i od wód zależnych, · odtwarzanie terenów zieleni

Literatura

Bennett, A.F., 1998. *Linkages in the Landscape. The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. IUCN, Gland.

Bergier, T., Kronenberg, J., Wagner, I. (red.), 2014. *Woda w mieście (seria „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania", 5)*. Fundacja Sendzimira, Kraków.

EEA, 2016. *Rivers and lakes in European cities. Past and future challenges*. EEA, Copenhagen.

Frankiewicz, P., Radecki-Pawlik, A., Wałęga, A., Łapinska, M., Wojtal-Frankiewicz, A., 2021. Small hydraulic structures, big environmental problems: Is it possible to mitigate the negative impacts of culverts on stream biota? *Environmental Reviews* 29: 510–528.

Johnsen, T., Løddesøl, J.M., Tibballs, J.E., 2019. *Tour guide. How to find Oslo's rivers and streams by train, tram, bus and Metro*. Oslo Elveforum, Oslo.

Jurczak, T., Wagner, I., Mirosław-Świątek, D., Jaglewicz, M., Kaczkowski, Z., Oleksińska, Z., Łapińska, M., 2015. *System wspierania decyzji w rekultywacji małych zbiorników wodnych*. Uniwersytet Łódzki, Łódź.

Kiedrzyński, M., Kiedrzyńska, E., Witosławski, P., Urbaniak, M., Kurowski, J.K., 2014. *Historical land use, actual vegetation and the hemeroby levels in ecological evaluation of an urban river valley in perspective of its rehabilitation plan*. Polish Journal of Environmental Studies 23: 109–117.

MAU, 2022. *Piaseczno: wizja rozwoju śródmieścia Piaseczna*. Mycielski Architecture & Urbanism, Warszawa.

Wagner, I., Stolarska, M., Szklarek, S., Zalewski, M. 2014. *Koncepcja zagospodarowania dolin rzecznych na obszarach zurbanizowanych z uwzględnieniem zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi, na przykładzie Łodzi*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

Zalewski, M., Wagner, I., Frątczak, W., Mankiewicz-Boczek, J., Parniewski, P., 2012. Blue-green city for compensating global climate change. *The Parliment Magazine* 350: 2–3.

STUDIUM PRZYPADKU 3

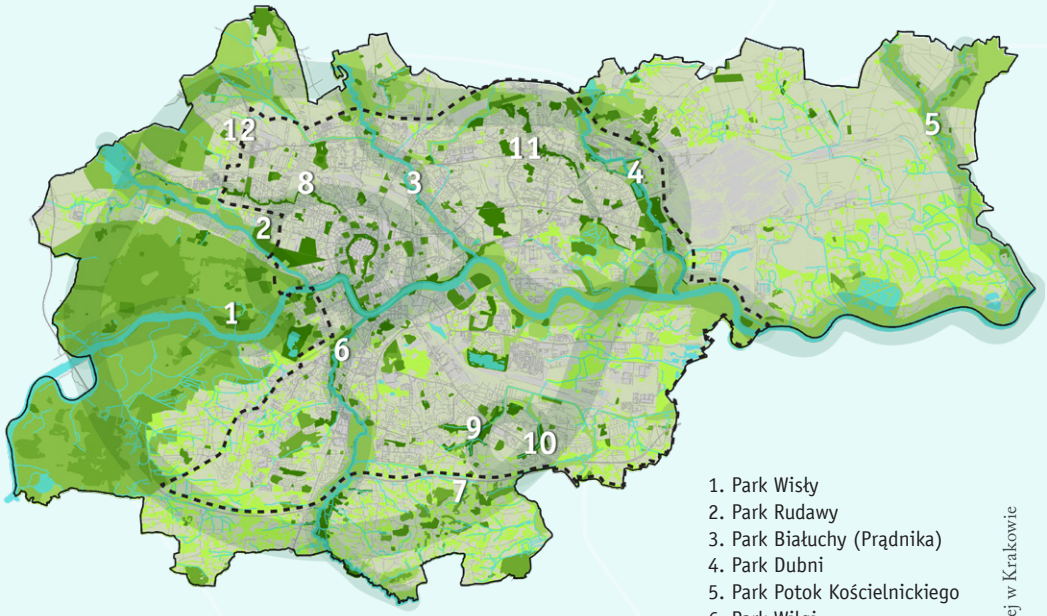
Błękitno-zielona infrastruktura i parki rzeczne w Krakowie

Przyjęte w 2003 r. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Kraków uznaje Wisłę i jej dopływy za czynnik miastotwórczy. Rzeki, ich doliny i połączone z nimi tereny zieleni stały się ważnym elementem kształtowania systemu przyrodniczego miasta i przyjaznych przestrzeni publicznych, które wykorzystywane są do celów komunikacyjnych, rekreacyjnych i edukacyjnych. Dokument ten ustanawia parki rzeczne wzdłuż 11 rzek[2] jako obszary chronione i podkreśla znaczenie zachowania ciągłości systemu przyrodniczego w obrębie miasta i jego połączeń z terenami podmiejskimi.

W Krakowie tereny zieleni publicznej są łączone w jeden spójny system przez układy linearne stanowiące zielone korytarze. Są to parki linearne obejmujące: Zieleń Twierdzy Kraków, Zielony Pierścień Podgórza, parki wzdłuż ciągów komunikacyjnych i parki rzeczne – położone wzdłuż dolin cieków, podobnie jak w Oslo (por. studia przypadku 1 i 7). Parki linearne są równocześnie publicznie dostępnymi ciągami rekreacyjnymi, pieszymi, pieszo-rowerowymi i pieszo-jezdnymi. Ważna jest też ich dostępność dla osób z niepełnosprawnościami. Przebiegają na zróżnicowanych dystansach, bazując na dostępnych korytarzach naturalnych i komunikacyjnych. Układ parków linearnych tworzy trasy o różnym charakterze, łączące w szlak elementy charakterystyczne – widoki, panoramy, parki, zieleńce, zabytki, tereny historyczne itp. Parki rzeczne mają tu szczególne znaczenie, dostarczając mieszkańcom terenów rekreacyjnych i komunikacyjnych, stwarzających możliwość kontaktu z bardziej „dziką" przyrodą, tworząc korytarze ekologiczne dla roślin i zwierząt, stanowiąc ważny element adaptacji Krakowa do zmiany klimatu (rysunek 9).

Sieć BZI w Krakowie zawiera wiele obszarów chronionych i łączy się z terenami podmiejskimi. Na terenie miasta znajduje się pięć rezerwatów przyrody, powstałych w latach 50. i 60. ubiegłego wieku (0,14% powierzchni miasta). W latach 80. XX w., równolegle z rozwojem idei parków rzecznych, powołano trzy parki krajobrazowe, pokrywające 14,6% powierzchni Krakowa. Kolejne elementy to dziewięć użytków ekologicznych powstałych już po roku 2000 (0,3% powierzchni miasta) oraz trzy obszary Natura 2000 (1% powierzchni miasta). Zdecydowana większość wymienionych obiektów

[2] Obszary wzdłuż rzek: Wisły, Białuchy (Prądnika), Rozrywki, Dłubni, Wilgi z dopływami, Rudawy, Potoku Siarczanego, Sudołu, Potoku Kościelnickiego, Drwinki, Malinówki z dopływami i Serafy.



ZARZADZENIE Nr 2282/2019
PREZYDENTA MIASTA KRAKOWA
z dnia 09.09.2019 r.
w sprawie określenia kierunków rozwoju
i zarządzania terenami zieleni w Krakowie na lata 2019–2030

1. Park Wisły
2. Park Rudawy
3. Park Białuchy (Prądnika)
4. Park Dubni
5. Park Potok Kościelnickiego
6. Park Wilgi
7. Park Malinówki
8. Park Młynówki Królewskiej
9. Park Drwinki
10. Park Aleksandry
11. Park Rozrywki
12. Park Tetmajera

źródło: Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie

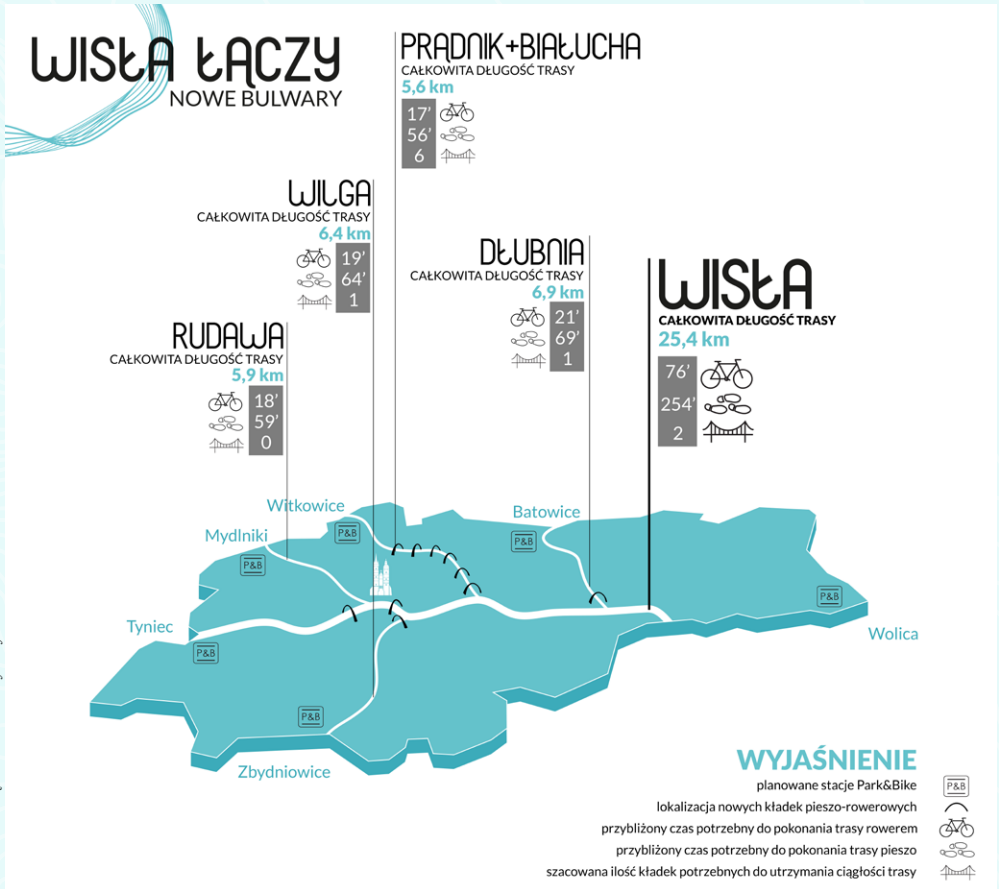
Rysunek 9. Parki rzeczne Krakowa

jest powiązana z obecnością rzek, stawów lub terenów podmokłych.

Parki rzeczne mają bardzo różny charakter. Pierwszy park – Park Rzeczny Młynówki Królewskiej został zbudowany nie wzdłuż naturalnego cieku, lecz historycznego obiektu inżynierskiego zasilającego dawniej młyny w centrum miasta. Park Rzeczny Drwinka jest terenem o bardzo wysokich walorach przyrodniczych – powstał dzięki zaangażowaniu „Stowarzyszenia Drwinka". W 2023 r., w ramach budżetu obywatelskiego, w parku rozpoczął się cykl spacerów badawczych (m.in. herpetologicznych, ornitologicznych, botanicznych), w czasie których mieszkańcy poznają przyrodę pod okiem specjalistów. Park Rzeczny Aleksandry to pierwszy park, przy którego projektowaniu już w dokumentacji projektowej pozostawiono zieleń naturalną i wprowadzono zapisy o podporządkowaniu prac utrzymaniowych wyłącznie warunkom przyrodniczym, co wpisuje się w założenia nowych standardów utrzymania zieleni w Krakowie.

Współpraca i wdrażanie

Łukasz Pawlik, Zastępca Dyrektora Zarządu Zieleni Miejskiej w Krakowie (ZZM), tak mówi o wdrażaniu błękitno-zielonej sieci i parków rzecznych: „Realizacja błękitno-zielonej sieci nie byłaby możliwa bez konsekwentnego planowania urbanistycznego. Kolejne dokumenty Studium i miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego skutecznie



źródło: Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie

Rysunek 10. Założenia Programu Wisła Łączy (ZZM Kraków)

zabezpieczały tereny przyrodniczo cenne i doliny rzek. Obecnie wszystkie parki rzeczne są chronione planami miejscowymi również tymi ochronnymi, czyli uchwałą Rady Miasta Krakowa, wskazującą obszary, które powinny podlegać ochronie ze względów przyrodniczych. Jest to doskonały przykład użycia planów miejscowych jako skutecznego narzędzia do kształtowania błękitno-zielonej infrastruktury. Rola Wydziału Panowania Przestrzennego i bliska z nim współpraca jest kluczowa w powodzeniu tego procesu. W Krakowie to Zarząd Zieleni Miejskiej jest głównym podmiotem odpowiedzialnym za Parki Rzeczne. Ważne są jednak rola Prezydenta Miasta, który zdecydowanie wspiera zieloną wizję Krajowa, oraz duże zaangażowanie i świadomość mieszkańców. Na przykład Park Rzeczny Wilga powstał dzięki staraniom kilku mieszkanek, które doprowadziły do zatrzymania planów budowy kolejnego osiedla w dolinie rzeki. Dzięki takiemu poparciu ZZM planuje nie tylko zakończenie realizacji już rozpoczętych inwestycji, lecz także realizację i udostępnianie kolejnych, m.in. Parku Rzecznego Dłubnia".

Realizacja sieci złożonej z kilkunastu parków rzecznych wymaga długoterminowego działania, zaangażowania wielu podmiotów, mieszkańców i wielu źródeł finansowania. W Krakowie największa część środków pochodziła z budżetu miasta, w ramach którego realizowane są nowe parki oraz projekt Wisła Łączy – Nowe Bulwary (rysunek 10). Ważnym źródłem są też fundusze europejskie, np. pochodzące z instrumentu Zintegrowane Inwestycje

Terytorialne (ZIT), które pozwoliły zrealizować trasę wzdłuż Rudawy. Część prac, np. Park Rzeczny Tetmajera, zostało dofinansowanych z Rządowego Funduszu Polski Ład – Program Inwestycji Strategicznych.

Kluczowym zadaniem na przyszłość wydaje się poszerzenie współpracy z Państwowym Gospodarstwem Wodnym – Wody Polskie. Miasto już współpracuje z PGW–WP przy bulwarach wiślanych, gdzie wspólnie realizuje trasy rowerowe na wałach wiślanych. Potrzebne jest rozszerzenie współpracy na mniejsze cieki i ich renaturyzacja – samo miasto, bez Wód Polskich, nie ma uprawnień do prowadzenia prac na ciekach. Pierwszym krokiem mogłyby być prace na Rudawie, która została wskazana do przeprowadzenia pilotażowych działań renaturyzacyjnych w Krajowym Programie Renaturyzacji Wód Powierzchniowych.

ROZDZIAŁ 4

Renaturyzacja rzek

Ilona Biedroń[1]
Fundacja Hektary dla Natury/Zdrowa rzeka

Po latach regulacji i degradacji rzek ludzie coraz częściej przekonują się, że najwięcej korzyści dostarczają rzeki o naturalnym charakterze. W związku z tym coraz więcej słyszymy o projektach renaturyzacji, czyli przywracania rzekom ich naturalnego biegu i charakteru. Wpisuje się to w szerszy nurt stosowania rozwiązań opartych na przyrodzie. W rozdziale podajemy przykłady, w ramach których również w Polsce tego typu działania już podjęto albo przynajmniej zaplanowano. Sugerujemy również, od czego należy je rozpocząć i jakie najważniejsze aspekty uwzględnić w takich przedsięwzięciach.

Słowa kluczowe: renaturyzacja rzek, zarządzanie zlewniowe, cele środowiskowe, usługi ekosystemów

[1] Cenne uwagi i wskazówki: Paweł Pawlaczyk i Maciej Humiczewski.

WYZWANIE

Opoczno – rzeki dla natury, natura dla ludzi

Miasto Opoczno jako swój strategiczny cel obrało rozwój we wszystkich obszarach, wraz z budowaniem silnej marki, w oparciu o swój potencjał historyczny, kulturowy, gospodarczy i społeczny, który będzie szanował ochronę zasobów przyrodniczych regionu. Miasto zaplanowało i wykonuje szereg przedsięwzięć, które mają realizować cele i założenia ujęte w „Strategii Gminy Opoczno" oraz „Planie Rozwoju Lokalnego". Wśród nich jest „Koncepcja funkcjonalnego połączenia rzek Drzewiczki, Wąglanki i ich dolin z przestrzenią publiczną miasta Opoczno", realizowana w roku 2023.

fot. Ilona Biedroń

Rysunek 1. Wąglanka powyżej połączenia z Drzewiczką. Potrzeby natury (ślady działania bobrów na pierwszym planie) i potrzeba ludzi obcowania z przyrodą – to równoległe, wzmacniające się cele, które realizuje Opoczno

Lokalizacja miasta nad rzekami wiąże się z wieloma korzyściami, które miasto Opoczno dostrzega i podejmuje próby, aby ten potencjał lepiej wykorzystać. Rzeki Drzewiczka i Wąglanka (rysunek 1) na odcinku miejskim mają koryto silnie wyprofilowane, o liniowym przebiegu (bez meandrów i zróżnicowania w przekroju poprzecznym). Uregulowane rzeki zapewniają szybki odpływ wody zarówno w czasie powodzi, jak i w okresach bezopadowych. Takie rzeki stały się miejscem mało atrakcyjnym dla mieszkańców. Woda w nich nie jest dobrej jakości i dodatkowo trafiają do niej liczne odpady z pobliskiego placu targowego. Mieszkańcy i urzędnicy są świadomi, że na rzeki miejskie oddziałują obszary powyżej miasta, które razem z zaniedbaniem obszarów nadrzecznych w samym Opocznie nie sprzyjają spędzaniu czasu nad rzekami.

„Rzeki obecnie nie posiadają wysokich walorów przyrodniczych, niemniej stwarzają dużą szansę, aby stać się silną stroną Gminy" – mówi Dominika Chybowska, dyrektorka Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Miejskiego w Opocznie. Przywrócenie naturalności rzekom, oddanie im przestrzeni w niezabudowanych dotąd fragmentach dolin to szanse, aby mogły być bardziej różnorodne, bezpiecznie wylewać wodę w trakcie wezbrań i jak najdłużej gromadzić ją w środowisku. Podobnie jak zadbanie o obszary mokradłowe (torfowiska) znajdujące się powyżej połączenia obu rzek. Odtworzenie rzek i torfowisk będzie oznaczać zwiększenie bioróżnorodności, bezpieczeństwa powodziowego, łagodzenie skutków suszy i dbałość o zmieniający się klimat. To również szanse na zbliżenie ludzi do rzeki i cennych ekosystemów przez zaplanowanie infrastruktury rekreacyjnej sprzyjającej spędzaniu czasu nad rzeką i obserwowaniu przyrody, wzmocnione działaniami edukacyjnymi.

Niniejszy rozdział wprowadza czytelnika w problematykę renaturyzacji rzek i wskazuje na dobrą praktykę planowania i realizacji takich przedsięwzięć, która przełożyła się na opracowanie koncepcji renaturyzacji rzek w Opocznie.

Dlaczego zdrowa rzeka w mieście jest ważna?

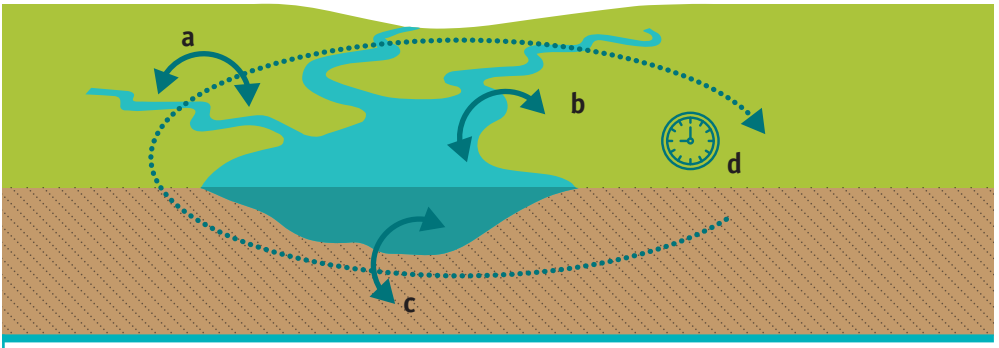
Rzeki stanowią naturalne korytarze ekologiczne, często miejsca największej bioróżnorodności w tkance miejskiej. Naturalne rzeki to zdrowe rzeki. Zdrowa rzeka to taka, w której jest zróżnicowane życie (bioróżnorodność), oparte na gatunkach rodzimych roślin i zwierząt. To rzeka, w której woda jest dobrej jakości, a przepływ wody zróżnicowany. Naturalny reżim przepływu sprawia, że zmienia się on w czasie, powodując, że woda podczas cyklicznych wezbrań wylewa się z koryta na otaczającą je dolinę średnio co dwa, trzy lata. Naturalna rzeka nie jest uregulowanym kanałem, ale zróżnicowanym siedliskiem o niejednolitym kształcie, jej dno i brzegi są naturalne. Charakteryzuje się zagłębieniami, wypłyceniami, odsypiskami, wyspami, podciętymi brzegami; są w niej martwe drzewa, opadłe liście. Na dobry stan ekologiczny rzeki wpływa jej otoczenie. Przepływa przez mokradła, zadrzewienia, lasy. Przybrzeżne drzewa systemem korzeniowym stabilizują linię brzegową, a korony drzew sprawiają, że woda w korycie mniej się nagrzewa. Cień drzew daje schronienie zwierzętom (także ludziom) w czasie upałów i ogranicza nadmierne zarastanie koryta. Najlepszym przykładem definicji zdrowej rzeki jest rzeka swobodnie płynąca (ang. *free flowing river*), której schemat przedstawia rysunek 2. Nie wszystkie te cechy mogą mieć rzeki miejskie, warto jednak, aby miały ich możliwe jak najwięcej.

Zróżnicowane morfologicznie koryto i kontakt rzeki z doliną w trakcie cyklicznych wezbrań wpływają nie tylko na zapewnienie dobrych warunków dla życia biologicznego, lecz także na poprawę jakości wód (procesy samooczyszczania) i obieg wody w przyrodzie, w tym minimalizowanie skutków powodzi i suszy. Przekształcone rzeki tracą te naturalne zdolności, a co za tym idzie – możliwość świadczenia szeregu usług ekosystemów.

Usługi ekosystemów

Rzeka, podobnie jak inne ekosystemy, może świadczyć wiele tzw. usług ekosystemów. Głównymi usługami naturalnych (zdrowych) rzek są wspomniane role regulacyjne i wspomagające obieg wody w przyrodzie, samooczyszczanie wód, a nawet akumulacja węgla, którą zapewniają nadrzeczne tereny bagienne (uwodnione torfowiska). Równolegle do wymienionych zazwyczaj rozwijają się usługi kulturowe – piękno przyrody wabi miłośników rzek, wędkarzy, turystów – np. amatorów spływów kajakowych i innych ludzi lubiących spędzać czas nad wodą. „Ładna" rzeka działa stymulująco na naszą wrażliwość artystyczną, duchową i dobrą kondycję psychiczną.

Istnieje jeszcze jedna grupa korzyści zapewnianych przez rzeki – z rzek pobieramy wodę do picia, dla przemysłu, rolnictwa. Rzeki równolegle stają się odbiornikami ścieków bytowych



Rysunek 2. Cztery wymiary łączności w ekosystemach wód płynących: a) łączność podłużna (koryto ↔ koryto), b) łączność poprzeczna (koryto ↔ równina zalewowa), c) łączność pionowa (koryto ↔ wody gruntowe) oraz d) łączność w czasie (na przestrzeni czasu)

i przemysłowych, wód opadowych. Z rzek pobierany jest piasek i żwir, a koryta rzeczne przekształcane są i poddawane pracom utrzymaniowym w sposób, który m.in. umożliwi zagospodarowanie dolin rzecznych (pod zabudowę, produkcję rolną czy leśną). Traktując rzeki jak „niewolnice", trudno od nich oczekiwać, że będą właściwie regulowały obieg wody czy też ją oczyszczały. Zniewolone rzeki nie są estetyczne, często też nieprzyjemnie pachną, a to sprawia, że nie są ulubionymi miejscami mieszkańców miast. Przeciwieństwem tej niewoli jest renaturyzacja.

Rzeka w mieście nie musi być „problematycznym kanałem"

To, że w minionych czasach przekształciliśmy ekosystemy rzeczne i powiązane z nimi ekosystemy mokradłowe, nie oznacza, iż nie można ich naprawić, tak aby przekształcona rzeka choć w części odzyskała swoje naturalne cechy, a przez to na nowo zaczęła świadczyć mieszkańcom usługi regulacyjne i kulturowe. Tkanka miejska często nie daje możliwości powrotu do stanu rzeki sprzed regulacji (por. przykład rzeki Rudawy w Krakowie, rysunek 3). Niezależnie od skali możliwości zastosowania

Koryto „uregulowane" konarami nasadzonych drzew, progi naśladujące sekwencję „bystrze--ploso"

Zbyt wysoki brzeg, a raczej zbyt niskie dno rzeki, utrudnia korzystanie z niej w celach rekreacyjnych

Pojedyncza, rozłożysta olsza przy kładce przyciąga nie tylko młodzież

Brak umocnień brzegów koryta umożliwia zachodzenie procesów korytotwórczych

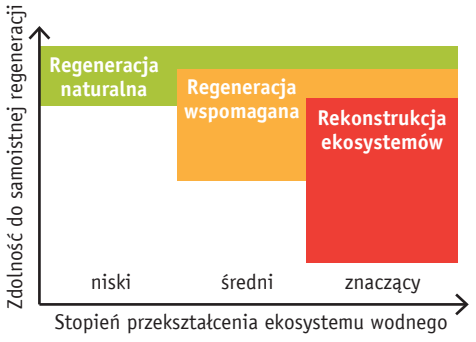
fot. Ilona Biedroń

Rysunek 3. Rzeka Rudawa przepływa przez część miejską Krakowa zmienionym korytem. Przed regulacją, która miała miejsce na początku XX w., rzeka przez miasto przepływała kilkoma odnogami. Obecnie Rudawa, pomimo wąskiego gorsetu z obwałowań, ma wiele naturalnych cech, które zachęcają mieszkańców do spędzania wolnego czasu w jej pobliżu

rozwiązań renaturyzacyjnych, rzekę i jej dolinę należy traktować jako obszar, który ma potencjał, aby stać się cenniejszym ekosystemem. Warto zatem sięgnąć do archiwalnych map i przeanalizować, jak wyglądały rzeki i otaczające je ekosystemy w przeszłości. Porównać te informacje z obecnym zagospodarowaniem i starać się „oddać" rzekom jak najwięcej przestrzeni, którą przez lata utraciły.

Renaturyzacja wód powierzchniowych

Renaturyzacja jest działaniem wspomagającym odtworzenie stanu ekosystemu lub procesów przyrodniczych zachodzących w ekosystemie, który został zdegradowany, uszkodzony lub zniszczony (Gann i in., 2019). Renaturyzacja ekosystemów wodnych wymaga uwzględnienia ich specyfiki, a zakres i dobór możliwych do zastosowania metod jej przeprowadzenia jest zależny od stopnia przekształcenia ekosystemu oraz jego zdolności do samoistnej regeneracji (rysunek 4). Oznacza to, że im bardziej ekosystem wodny jest przekształcony, tym bardziej złożonych działań naprawczych wymaga. Dobrze zachowane ekosystemy rzeczne mają bowiem wysoką zdolność do samoregeneracji. W przypadku ekosystemów, które w przeszłości zostały nieznacznie przekształcone i obecnie nie są poddawane dalszej presji, jedyną właściwą metodą ich odtwarzania jest umożliwienie im naturalnej regeneracji. Ekosystemy te pozostawione bez ingerencji człowieka wraz z upływem czasu będą podlegać spontanicznej regeneracji („samonaprawie"), wywołanej naturalnymi procesami fizycznymi. Są jednak od tego wyjątki. Raz przegłębiona rzeka się sama nie podniesie. Raz zabrany żwir nie odtworzy się w rozsądnym czasie. Raz odwodnionego torfowiska przy rzece nie da się przywrócić do oryginalnej postaci.



Rysunek 4. Schematyczne podejście do renaturyzacji ekosystemów wodnych (oprac. Ilona Biedroń na podst. Pawlaczyk, 2020)

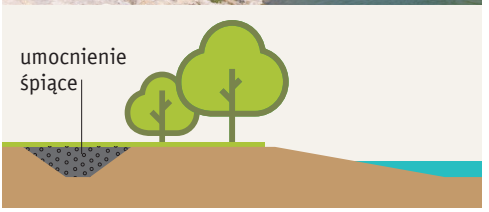
Dla ekosystemów o większym stopniu przekształcenia procesy samoistnej regeneracji będą niewystarczające i muszą być wspierane dodatkowymi działaniami, które wymagają przede wszystkim ograniczenia lub usunięcia występującej presji. Ekosystemy zdegradowane – niezdolne do samoistnej regeneracji – wymagają kompleksowych działań prowadzących do ich odtworzenia. Różnice między potencjałem rzek do samoregeneracji mogą wynikać z dodatkowych czynników. Rzeki nizinne o niskiej energii nurtu regenerują się znacznie wolniej niż rzeki o dużych spadkach, które mają duży potencjał do samoregeneracji, nawet gdy są dość mocno przekształcone.

Przedstawiona na rysunku 4 idea trzech stopni przekształcenia ekosystemów wodnych i sposób doboru działań renaturyzacyjnych stanowi podstawę idei odtwarzania ekosystemów wodnych ujętą w „Podręczniku renaturyzacji wód powierzchniowych" (Pawlaczyk, 2020). Podręcznik ten jest integralną częścią „Krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych", który stanowi kierunkowy dokument do odtwarzania przekształconych rzek, jezior i wód przymorskich w Polsce. Zdefiniowano w nim Obszary Wymagające Renaturyzacji, którym przypisano dedykowane działania naprawcze.

Potrzeba odejścia od kontynuacji destruktywnych dla środowiska wodnego działań i przejścia do stosowania rozwiązań mogących pogodzić oczekiwania społeczne i gospodarcze z dbałością o dobry stan ekosystemów wodnych to istota renaturyzacji. Za podejmowaniem działań renaturyzacyjnych przemawiają nie tylko potrzeby środowiskowe wynikające z obowiązku osiągnięcia dobrego stanu wód[2], ale mierzalne korzyści, jakie dają społeczeństwu ekosystemy wodne utrzymane w dobrym

[2] Wymóg stawiany w Ramowej Dyrektywie Wodnej, wspierany celami „Strategii bioróżnorodności" i „Nature Restoration Law".

fot. Rufus46



oprac. Ilona Biedroń

Rysunek 5. Zrenaturyzowana rzeka Izara. Zdjęcie przedstawia oś produktu turystycznego i miejsce ochłody w centrum Monachium. Schemat prezentuje „śpiące" umocnienia brzegowe rzeki Izary. Po dotkliwej powodzi w 2005 r. władze Monachium podjęły się realizacji zintegrowanego projektu poprawy zarządzania ryzykiem powodziowym i odtworzenia naturalnych siedlisk żwirowiskowych przepływającej przez miasto rzeki Izary. Uregulowane koryto rzeczne przebudowano na dwukrotnie szersze koryto roztokowe, pozwalając następnie na naturalną dynamikę żwirowego dna. Betonowe umocnienia brzegów zostały zastąpione płaskimi, naturalnymi brzegami, a betonowe progi przebudowano na kamienne bystrza. To przykład odtworzenia kompleksu naturalnych siedlisk rzecznych połączonego ze zwiększeniem bezpieczeństwa powodziowego i oddaniem terenu rekreacyjnego mieszkańcom (Climate-ADAPT, 2020)

stanie ekologicznym. Przekształcone rzeki (wyprostowane, o jednolitym kształcie, przegrodzone budowlami poprzecznymi i uniemożliwiające migrację zwierząt, bez roślinności, bez siedlisk i żyjących w nich organizmów, bez naturalnych filtrów [piasek, żwiry, korzenie roślin, małże]) przestają pełnić swe zasadnicze funkcje środowiskowe i społeczne. Tracą naturalne zdolności samooczyszczania wód i są przyczyną pogłębiania problemów związanych z naturalnym obiegiem wody w zlewni. Zbyt szybko odprowadzają wodę ze zlewni, narażając ją na pogłębienie skutków suszy w okresach bezopadowych i zwiększając przy tym ryzyko powodziowe obszarów położonych w dolnych odcinkach biegów rzek. Na przekształcenia koryt rzecznych, ich dolin i zlewni nakładają się negatywne skutki zmian klimatu, które wpływają na zmianę zasobów wodnych.

Renaturyzacja rzek miejskich stanowi duże wyzwanie realizacyjne. Specyficzna zabudowa tkanki miejskiej, mnogość konfliktów interesów różnych grup społeczności lokalnych, uszczuplanie zasobów wodnych – to główne bariery, które mogą ograniczyć sukces pożądanego odtwarzania ekosystemów rzecznych. Podstawową zasadą w planowaniu renaturyzacji jest *primum non nocere* (łac. przede wszystkim nie szkodzić). Kierując się zasadą stosowaną w medycynie przy planowaniu renaturyzacji (Pawlaczyk, 2020), zaleca się dla Opoczna stosowanie m.in. trzech jej podstawowych zasad (por. wyzwanie otwierające rozdział 4):

- wykorzystanie spontanicznych tendencji do unaturalniania się rzek,
- zastosowane działań renaturyzacyjnych we właściwym miejscu i we właściwy sposób, aby uniknąć szkodliwego oddziaływania na środowisko,
- wykorzystanie dotychczasowych tradycyjnych sposobów korzystania z wód, takich jak miejsca rekreacji, kąpieliska i istotnych elementów dziedzictwa kulturowego.

Zasady te zostały z powodzeniem zastosowane w Monachium (rysunek 5) przy działaniach odtworzeniowych rzeki Izary, ale nie udało się w pełni wdrożyć ich w Radomiu (por. studium przypadku 4).

Rzeka w mieście zaczyna się tam, gdzie jej źródła

Zanim zaczniemy planować renaturyzację rzek, musimy pamiętać, że do fragmentu rzeki, który przepływa przez miasto, spływają wody z całej zlewni, a odcinek miejski oddziałuje na rzekę i jej dolinę poniżej. Zlewnia rzeczna zasilana jest wodą opadową. Kształt zlewni, podłoże skalne i sposób jej zagospodarowania, ale też cechy morfologiczne

koryta i jej doliny, w tym powiązanie z wodami podziemnymi, wpływają na to, jak woda opadowa krąży w tym systemie.

Zatem na rzekę, również tę w mieście, należy patrzeć przez pryzmat jej zlewni. Rzeki powyżej miast często bywają już przekształcone, niosą ze sobą zanieczyszczenia, jakie spływają do nich z pól uprawnych czy nieoczyszczonych ścieków. Często nie tylko w mieście, lecz także przed i za miastem dolina rzeczna jest ograniczona obwałowaniem lub na skutek prac regulacyjnych i utrzymaniowych koryta rzek są bardzo głębokie, co sprawia, że w trakcie powodzi do miasta wpływa woda bardziej niebezpieczna, o większej prędkości i większej sile niszczącej. To częsty skutek braku możliwości wylania wód powodziowych na naturalne tereny zalewowe rzek. Taka sytuacja ma miejsce na rzekach przed Opocznem, gdzie wały przeciwpowodziowe chronią pola uprawne będące wcześniej naturalnymi, rozległymi obszarami mokradłowymi.

Gospodarowanie wodami na terenach rolniczych do niedawna oparte było głównie na koncepcji rolnictwa odwodnieniowego. Aby zwiększyć areał gruntów rolnych, osuszano bagna i podejmowano szereg prac hydrotechnicznych i melioracyjnych zmierzających do usunięcia nadmiaru wody zalegającej w dolinach rzek.

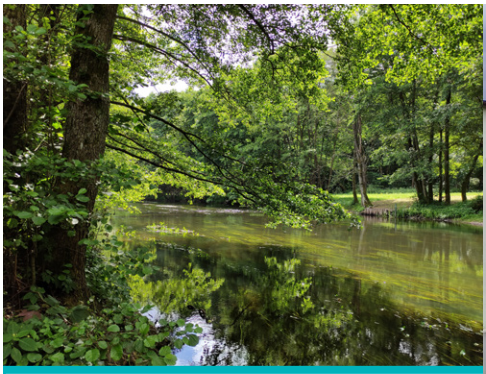
Celem regulacji rzek była także ochrona przed powodzią i dążenie do tego, aby powodzie jak najczęściej mieściły się w korytach rzek. Na skutek szerokiej skali prowadzenia tych działań zredukowane zostały powierzchnie mokradeł – obszarów retencjonujących wodę w sposób naturalny.

Rzeki zostały wyprostowane i pogłębione. Aby zapobiegać ich wylewom, zastosowano szereg rozwiązań inżynierskich – wały przeciwpowodziowe, opaski brzegowe, progi piętrzące czy zapory przegradzające koryta rzek. Przegrody uniemożliwiły naturalną wędrówkę ryb wzdłuż biegu cieków. Zahamowały także transport rumowiska rzecznego w dół rzeki. Działania te w konsekwencji zwiększyły siłę niszczącą wody w trakcie powodzi. Zmiany objęły całe systemy rzeczne, od źródeł po ich ujścia. Celem renaturyzacji jest odwrócenie tych negatywnych procesów.

Dlatego nie da się skutecznie planować poprawy stanu rzek miejscowo, bez szerokiego rozeznania przyczyn problemów i czynników, które je spowodowały. Należy również mieć na uwadze, że rzeki poza miastem mogą, tak jak w przypadku rzek przepływających przez Opoczno, być cennymi siedliskami wodnych roślin i zwierząt. Od kilkunastu lat zgłaszane są postulaty włączenia Drzewiczki z Opocznianką (z wyłączeniem odcinka miejskiego) w sieć obszarów chronionych Natura 2000 z uwagi na występowanie w nich siedlisk m.in. minoga i różanki. Największe korzyści daje zatem zlewniowe podejście do renaturyzacji rzek, jakie zastosowano w zlewni rzeki Drawy (rysunek 6).

W zarządzaniu wodami podstawą podjęcia dobrej decyzji powinno być dokładne zgłębienie i zrozumienie źródeł problemu, który chcemy rozwiązać. Diagnoza ta powinna wskazywać na uzasadnienie działań, jakie należy wykonać. Problemy lokalne powinny być analizowane w skali całego układu rzecznego (zlewni), a rozwiązania należy upatrywać w takich działaniach, które będą ograniczać przyczynę problemu w sposób długoterminowy.

Istotą powinno być każdorazowo krokowe postępowanie w ramach klucza decyzyjnego (Biedroń i in., 2018) opartego na kilku podstawowych pytaniach wpisujących się w cztery zasadnicze elementy przedstawione w tabeli 1.



fot. Ilona Biedroń

Rysunek 6. Zrenaturyzowana rzeka Drawa. Lewe zdjęcie przedstawia wzorcowy odcinek rzeki włosieniczkowej[3] (Drawa w Drawieńskim Parku Narodowym). Prawe zdjęcie przedstawia przegrodę przebudowaną na bystrze sprzyjające zarówno rybom, jak i kajakarzom. Drawa w Złocieńcu. LIFEDrawa to jedyny jak dotąd w Polsce projekt renaturyzacyjny, w którym poprawa stanu ekologicznego siedliska rzek włosieniczkowych objęła cały system rzeczny. Zbiorowiska włosieniczników to siedliska objęte ochroną w sieci obszarów Natura 2000. Renaturyzacja dotyczyła rzeki Drawy i jej dopływów: Płocicznej i Korytnicy. To projekt wyróżniony nagrodą Fish Passage 2020 Distinguished Project Award, jego działania przyczyniają się bowiem do powrotu do dorzecza Odry dwóch gatunków ryb uznanych za wymarłe ponad 50 lat temu – łososia i troci, a pośrednio gatunku sprzed wieku – jesiotra ostronosego. Więcej informacji o projekcie można znaleźć na stronie: http://drawalifeplus.rdos.szczecin.pl/

Tabela 1. Klucz decyzyjny dobrego planowania przedsięwzięć w gospodarce wodnej (na podst. Biedroń i in., 2018)

1. Analiza i diagnoza problemu oraz rozważenie możliwości rozwiązań	Na czym polega problem i jakie są jego pierwotne źródła? Czy dałoby się rozwiązać problem w sposób trwały, a nie tylko objawowo?
2. Ograniczenia prawne i środowiskowe	Czy działanie to jest możliwe do wykonania w świetle obowiązujących ograniczeń prawno-środowiskowych?
3. Opłacalność proponowanych działań	Czy w celu rozwiązania problemu podejmowane działanie ma swoje uzasadnienie ekonomiczne, to znaczy, czy przewidywane korzyści będą znacząco wyższe niż poniesione koszty?
4. Wybór optymalnego rozwiązania	Jak ostatecznie zoptymalizować działanie i jak ono powinno wyglądać?

[3] Włosieniczniki (jaskry wodne) są roślinami zimozielonymi, rosną w rzekach o naturalnych korytach na podłożu kamienistym lub żwirowym.

Od czego zacząć renaturyzację rzek?

Wody powierzchniowe w Polsce są administrowane przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Podstawowymi dokumentami planistycznymi związanymi z zarządzaniem wodami są plany gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy. Opracowanie tych dokumentów wynika z zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej, a ich celem jest dążenie do osiągnięcia dobrego stanu wszystkich części wód przez określenie i wdrożenie koniecznych środków w ramach zintegrowanych programów działań. Podstawowymi jednostkami gospodarowania wodami są jednolite części wód (JCW) i to dla nich dokumenty diagnozują ich obecny stan, cele, zagrożenia i działania naprawcze. Informacje o aktualnych planach publikowane są na stronie administratora wód. Informacje nt. zakresu działań renaturyzacyjnych przypisane do JCW powierzchniowych wyszczególnione zostały w „Krajowym programie renaturyzacji wód", skąd bezpośrednio należy czerpać informacje w tym zakresie.

Drugim kluczowym dokumentem w zarządzaniu wodami są plany zarządzania ryzykiem powodziowym, które również przygotowuje się na poziomie obszarów dorzeczy. Plany te opracowuje się na podstawie zapisów Dyrektywy Powodziowej, która jako cel stawia zmierzanie do zminimalizowania skutków powodzi. Plany te opracowuje się m.in. na podstawie map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego.

Oprócz ww. dokumentów zawraca się uwagę na inne dokumenty służące gospodarowaniu wodami – plany utrzymania wód, plan przeciwdziałania skutkom suszy czy program przeciwdziałania niedoborom wody. Dokumenty te należy przeanalizować w odniesieniu do rzek, które planujemy objąć działaniami renaturyzacyjnymi, oraz do pozostałych wód powierzchniowych i podziemnych, a także ekosystemów zależnych od wód, które są powiązane z tymi rzekami. Podstawowe informacje planistyczne na temat wód publikowane są na geoportalu Hydroportal, który ułatwia dostęp do informacji publicznych.

Planując renaturyzację rzek, należy mieć na uwadze konieczność uzgodnienia koncepcji, a także uzyskanie wszelkich pozwoleń lub zgód z administratorem cieków. Należy zatem zapewnić zgodność planowanych przedsięwzięć z zapisami aktualnych dokumentów planistycznych w gospodarce wodnej.

W przypadku planowania przedsięwzięć renaturyzacyjnych, szczególnie tych wykraczających poza działania regeneracyjne, które będą działaniami inwestycyjnymi, należy uwzględnić to, że administrator wód może wymagać udowodnienia i sprawdzenia skuteczności rozwiązań w kontekście zarządzania ryzykiem powodziowym. W takich przypadkach dla rzek, dla których zostały opracowane mapy zagrożenia powodziowego, należy skorzystać z opracowanych modeli hydraulicznych, a w przypadku ich braku zbudować je od podstaw w standardzie nieodbiegającym od opracowania modeli dla ww. map.

Planując renaturyzację rzek, oprócz wykorzystania rekomendacji wynikających z „Krajowego programu renaturyzacji wód" warto skorzystać z poradnika zdefiniowanego we wcześniej wspomnianym „Podręczniku renaturyzacji wód powierzchniowych" (Pawlaczyk, 2020). W rozdziale 6 tego podręcznika wskazano kluczowe elementy planowania działań odtworzeniowych, które należy uwzględnić w całym procesie, z uwzględnieniem monitoringu skuteczności renaturyzacji. Są to:

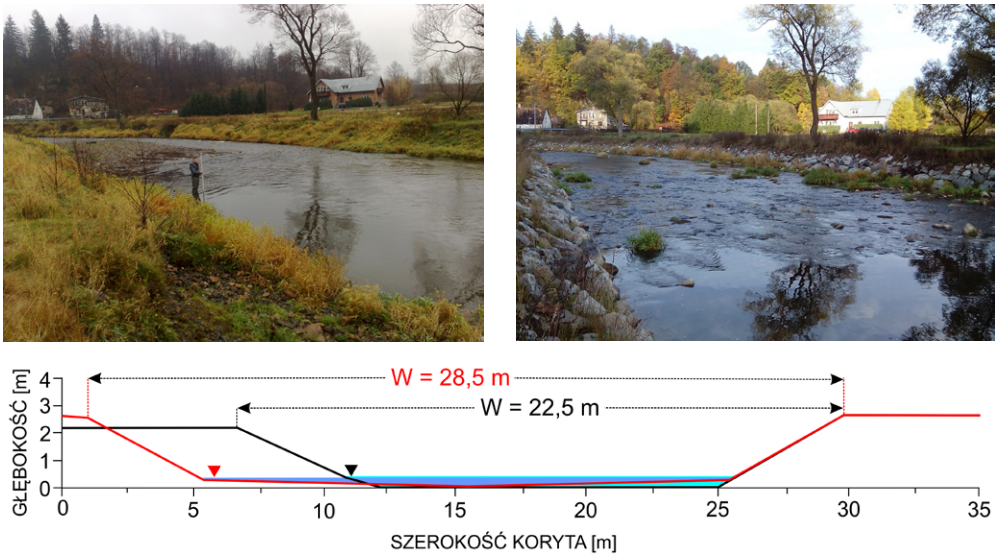
1. Wstępna identyfikacja potrzeby renaturyzacji – zdefiniowanie problemu, analiza dostępnych danych, analiza podobnych przykładów renaturyzacji.
2. Środowisko społeczne i współpraca z zainteresowanymi stronami.
3. Rozpoznanie terenowe.
4. Określenie celów renaturyzacji – wybór odpowiedniego podejścia do renaturyzacji, wyznaczenie celów szczegółowych.
5. Wybór szczegółowych metod i działań.
6. Weryfikacja potencjalnego oddziaływania – analiza problemów i ograniczeń, wpływ na ryzyko powodziowe, analiza kosztów i korzyści, kompleksowa analiza SWOT.
7. Planowanie monitoringu.
8. Poszukiwanie źródeł finansowania.
9. Wdrożenie.
10. Adaptatywne zarządzanie projektem renaturyzacji.

Powyższy schemat został wykorzystany do opracowania koncepcji rozwiązań renaturyzacyjnych dla Obszarów Priorytetowych, których raporty towarzyszą „Krajowemu programowi renaturyzacji wód powierzchniowych". Korzystanie z wypracowanych dobrych doświadczeń i jednocześnie nauka na cudzych błędach to dobra praktyka planowania renaturyzacji.

Społeczności lokalne mają wpływ na rzeki

Przekształcanie rzek to wciąż najczęstszy sposób stosowany w Polsce w walce z powodzią i suszą. Planując dalszą zabudowę rzek, należy jednak kierować się zasadą opartą na mocnych podstawach (dowodach), wskazujących, że działania takie są niezbędne i nie ma innych metod na rozwiązanie problemu. Są nimi przede wszystkim: ograniczenie lub zmodyfikowanie prowadzenia prac utrzymaniowych i robót hydrotechnicznych, z dostosowaniem ich do zdefiniowanych wytycznych (Biedroń i in., 2018). Mimo że realizacja przedsięwzięć hydrotechnicznych nie należy do kompetencji włodarzy miast i gmin to zarówno gospodarze gmin, jak i społeczność lokalna mają realny wpływ na sposób prowadzenia tych przedsięwzięć przez administratora wód. Przykładem takiego działania jest ograniczenie regulacji i zastosowanie przyjaznego środowisku podejścia do ograniczenia ryzyka powodzi rzeki Bóbr w Wojanowie (rysunek 7).

W dążeniu do stosowania rozwiązań opartych na przyrodzie i planowaniu renaturyzacji rzek warto wykorzystać potencjał lokalnych społeczności i organizacji pozarządowych, które często wspierają lub



oprac. Paweł Mikuś, Józef Jeleński

Rysunek 7. Widok na wybrany przekrój regulacyjny rzeki Bóbr w Wojanowie. Zdjęcie po lewej i linia koloru czarnego na schemacie pokazują przekrój naturalny w 2013 r. Zdjęcie po prawej i linia koloru czerwonego na schemacie pokazują przekrój po regulacji polegającej na poszerzeniu i pogłębieniu koryta w rejonie bystrza. Późniejsze wykonanie rampy narzutowej imitującej bystrze przywróciło poprzednią głębokość koryta i poskutkowało zachowaniem podobnej jednostkowej mocy strumienia jak przed regulacją. Rozwiązania techniczne zaplanowane przez administratora wód na rzece Bóbr w Wojanowie nie spotkały się z akceptacją społeczną. W wyniku dialogu zainteresowanych stron i ekspertów z dziedziny hydrotechniki i ochrony przyrody z inwestorem uzgodniono mniej uciążliwe rozwiązania. Zrezygnowano z umocnień gabionami i dennych gurtów. Wprowadzono elementy wspomagające regenerację koryta (patrz schemat). Największe ograniczenie robót nastąpiło na odcinku parku pałacowego, jako skutek oporu właścicieli przybrzeżnych terenów

inicjują taki kierunek działań. Dodatkowo zaleca się nawiązanie współpracy z organizacjami, które mają doświadczenie w ochronie i odtwarzaniu ekosystemów mokradłowych (np. inne organizacje pozarządowe, instytuty badawcze, uczelnie).

Silne, multidyscyplinarne, merytoryczne zespoły i dobrze zaplanowana kampania społeczna włączająca społeczności lokalne na każdym etapie planowania działań odtworzeniowych mogą być kluczem do sukcesu renaturyzacji w myśl idei współtworzenia (ang. *co-creation*). Podejmowanie działań odtworzeniowych nie tylko wymaga bowiem dużego zaangażowania w dobór odpowiednich działań naprawczych, lecz także wiąże się ze zbudowaniem zaufania społecznego do podejmowanych działań. W świadomości społecznej regulacja i utrzymanie rzek, budowa obwałowań przeciwpowodziowych czy zbiorników na rzekach to często jedyne rozwiązania, jakie stosuje się w stosunku do rzek, które „sprawiają kłopoty". Należy mieć na uwadze, że efekty renaturyzacji mogą być widoczne po wielu latach od wykonania działań renaturyzacyjnych. Dlatego praca ze społecznością lokalną na rzecz akceptacji rozwiązań opartych na przyrodzie, w szczególności do akceptacji cyklicznego zalewania dolin rzecznych, może wymagać dużego nakładu sił, czasu i środków.

W Opocznie przed wypracowaniem wariantowej koncepcji możliwych działań renaturyzacyjnych podjęto dialog z włodarzami miasta i mieszkańcami. Przeprowadzono badania ankietowe i warsztaty ze społecznością lokalną celem zdefiniowania oczekiwań mieszkańców względem tego, jak chcieliby, aby wyglądały ich rzeki, a także problemów z rzekami, jakie są widoczne z ich perspektywy. Te pierwsze rozmowy wskazały potencjalny kierunek do opracowania koncepcji: rzeki oddać naturze, a naturę przybliżyć ludziom.

Zakończenie

Potencjał, jaki dają odtworzone ekosystemy rzeczne i ekosystemy z nimi powiązane, mogą być kluczowe w adaptacji miast do zmian klimatu i łagodzeniu skutków zdarzeń ekstremalnych. Pomimo że renaturyzacja rzek nie jest powszechnym środkiem stosowanym w Polsce do łagodzenia skutków powodzi i suszy oraz poprawy bioróżnorodności, to istnieją wypracowane wytyczne i przykłady, z których można skorzystać w planowaniu działań odtworzeniowych. Zrozumienie procesów, jakie zachodzą w ekosystemach rzecznych (zarówno tych, które cechują naturalne rzeki, jak i tych w rzekach przekształconych), należy traktować jako punkt wyjścia. Jednym z kluczowych elementów jest budowanie społecznej akceptacji dla stosowania przyjaznych dla środowiska rozwiązań w kształtowaniu rzek i innych ekosystemów mokradłowych. Współpraca ze społecznością lokalną, dobrze zdefiniowane przyczyny problemów i dobór środków do określonych celów renaturyzacji to zasadnicze, ale nie wszystkie elementy dobrego planowania renaturyzacji rzek. Ochrona i odtwarzanie przekształconych ekosystemów są trudne i każdy przypadek należy traktować indywidualnie. Warto jednak podjąć ten trud dla nas samych i dla przyszłych pokoleń.

Literatura

Bańkowska, A., Sawa, K., Popek, Z., Wasilewicz, M., Żelazo, J., 2010. *Studia wybranych przykładów renaturyzacji rzek*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 9: 181–196.

Biedroń, I., Dubel, A., Grygoruk, M., Pawlaczyk, P., Prus, P., Wybraniec, K., 2018. *Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania*. Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, Warszawa.

Climate-ADAPT, 2020. *Isar-Plan – Water management plan and restoration of the Isar river, Munich (Germany)*. European Commission and European Environment Agency.

Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., Dixon, K.W., 2019. *International Principles & Standards for the Practice of Ecological Restoration*. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.

Jeleński, J. Mikuś, P., 2016. *Zastosowanie przyjaznego środowisku podejścia inżynierskiego do ograniczania ryzyka powodzi na przykładzie regulacji odcinka rzeki Bóbr w Wojanowie*. *Gospodarka Wodna* 4: 101–109.

Komisja Europejska, 2022. *Unijna strategia na rzecz bioróżnorodności 2030. Usuwanie barier dla odtwarzania rzek*. Urząd Publikacji Unii Europejskiej, Luksemburg.

Pawlaczyk, P. (red.), 2020. *Podręcznik dobrych praktyk renaturyzacji wód powierzchniowych*. Państwowe Gospodarstwo Wodne – Wody Polskie, Warszawa.

STUDIUM PRZYPADKU 4

Renaturyzacja rzek w Radomiu

W latach 2015–2022 Gmina Miasta Radomia podjęła próbę utworzenia demonstracyjnej przestrzeni miejskiej w Radomiu o zwiększonej odporności na zmiany klimatu, opartej na podejściu ekosystemowym, w którym uwzględniono działania związane z renaturyzacją wód powierzchniowych – miejskich rzek i zbiornika wodnego. Podjęte działania w ramach projektu LIFE RADOMKLIMA-PL[4] miały na celu ograniczenie ryzyka powodzi i niskich przepływów wody, poprawę jakości wód oraz naturalnych zdolności retencyjnych i samooczyszczania, a także uelastycznienie ekosystemu na stres klimatyczny. W projekcie wykonano m.in. pilotażowe wdrożenie działań służących odtworzeniu naturalnego ekosystemu rzeki Mlecznej z uwzględnieniem wymogów osiągnięcia celów środowiskowych (wynikających z planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy).

„Jednym z zadań projektowych była m.in. remeandryzacja (odtworzenie meandrów) koryta rzeki Mlecznej na odcinku 315 m, zwiększenie retencyjności zlewni rzeki Mlecznej o ok. 5,5 tys. m^3, obniżenie stanów wody w korycie rzeki przy przepływach powodziowych, spowolnienie spływu wód wezbraniowych" – mówi Elżbieta Stanke, odpowiedzialna za projekt w Jednostce Realizującej Projekt LIFE – Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.

Z uwagi na brak zaplanowanych środków na wykup gruntów rozwiązania techniczne musiały być tak zaprojektowane, by zamykać się w granicach istniejących działek gruntu pokrytego wodą (stanowiących własność Skarbu Państwa) oraz gruntów będących własnością Gminy Miasta Radomia. Te uwarunkowania spowodowały, że meandryzację zaprojektowano tylko na odcinku, gdzie istniejące koryto rzeki Mlecznej sąsiadowało z gruntami komunalnymi (rysunek 8 i 9), a na pozostałym odcinku zaprojektowano „meandryzację wewnątrz koryta" (rysunek 9), która nie wymagała ingerencji w grunty przyległe do koryta rzeki.

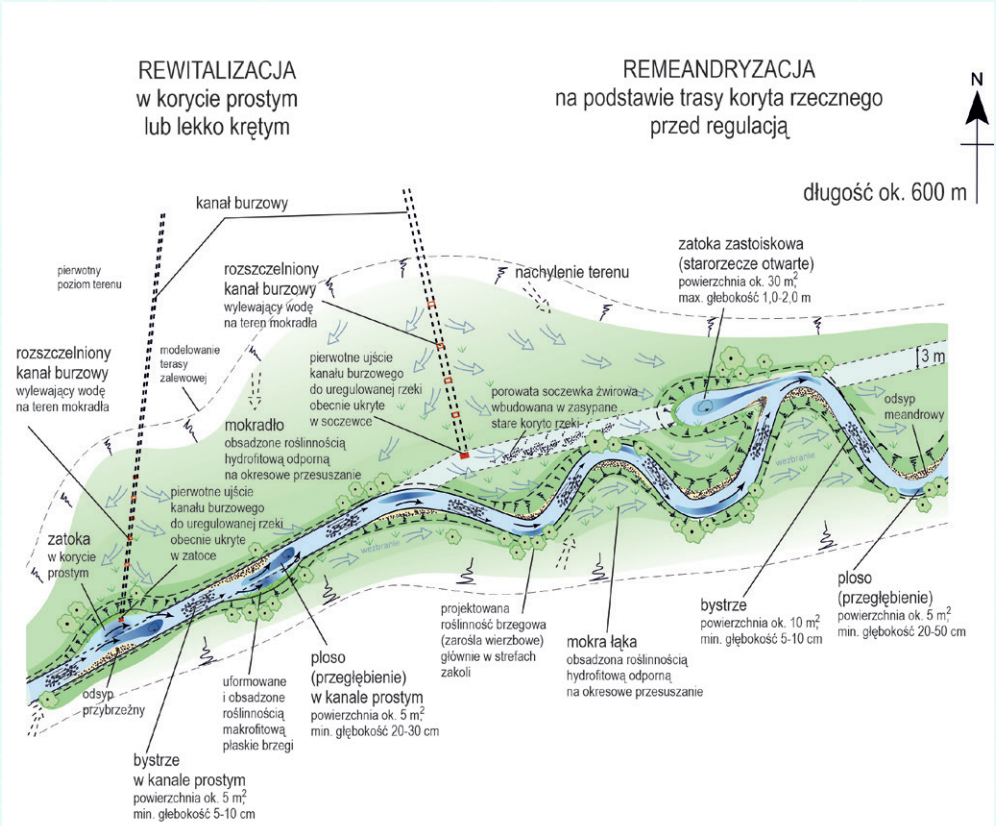
Osiągnięcie oczekiwanego, szybkiego efektu w skali czasowej projektu nie byłoby możliwe przez zalecane inicjowanie meandryzacji od zera, tylko za pomocą deflektorów (elementów kierujących nurt, które stymulują procesy korytotwórcze) w pierwotnie prostym korycie. Odtworzenie meandrów uzyskano zatem przez wykopanie meandrowego koryta, a z uwagi na ograniczoną własność gruntów zdecydowano się na umocnienie fragmentów brzegów z wykorzystaniem naturalnych rozwiązań,

[4] Dot. działań podjętych w ramach projektu LIFE14CCA/PL/000101 pn. „Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia".

Rysunek 8. Odcinek rzeki objęty działaniami projektu LIFE Radom, na górze przed realizacją, na dole po wykonaniu meandryzacji (źródło: Radomski Dron, lista źródeł znajduje się w spisie cytowanych ilustracji na końcu poradnika)

zabezpieczając w ten sposób ingerencję rzeki w tereny prywatne.

Według opinii przyrodnika, Pawła Pawlaczyka, „Dobra renaturyzacja to nie tylko nadanie rzece naturalnego kształtu, ale przede wszystkim odtworzenie naturalnych procesów rzecznych. Ukształtowanie koryta rzeki jako meandrów o umocnionych brzegach, nawet gdy się je obsadzi faszyną i zazieleni, nie jest renaturyzacją rzeki, ponieważ tworzy tylko kształt, ale nie przyczynia się do odtwarzania procesów rzecznych. Może to mieć pewne walory estetyczne, ale ma bardzo umiarkowane walory ekologiczne".



Rysunek 9. Schemat renaturyzacji rzeki Mlecznej. Autor: Małgorzata Łapińska. Źródło: „Koncepcja renaturyzacji i adaptacji rzeki Mlecznej do zmian klimatu" opracowana w ramach projektu LIFE RADOMKLIMA-PL

Meandryzację rzeki Mlecznej, z uwagi na specyficzne uwarunkowania własnościowe gruntów, zrealizowano w oparciu o przepisy Ustawy z dnia 8 lipca 2010 r. o szczególnych zasadach przygotowania do realizacji inwestycji w zakresie budowli przeciwpowodziowych (specustawa powodziowa). To głównie dlatego zdecydowano się na umocnienia brzegów i skarp, które stały się budowlami regulacyjnymi i tym samym budowlami przeciwpowodziowymi.

„Wykopanie meandrowego koryta i pozostawienie go do dalszego samodzielnego kształtowania byłoby w tym przypadku lepszym środowiskowo i trafniejszym rozwiązaniem. Ochrona przed powodzią to szerokie pojęcie, obejmujące m.in. zapobieganie powodzi, w żadnym razie nieograniczone tylko do wykonywania budowli przeciwpowodziowych; w żadnym wypadku nieograniczone do działań wykonywanych na podstawie specustawy przeciwpowodziowej. Zamiast umacniać brzegi, należało wykonać umocnienia śpiące[5] (rysunek 5) na granicy potencjalnego korytarza migracji rzeki, pozostawiając samo koryto zmeandrowane, ale nieumocnione. Wówczas takie umocnienia byłyby budowlami regulacyjnymi i tym samym budowlami przeciwpowodziowymi" – podkreśla Paweł Pawlaczyk.

[5] „Uśpione" budowle regulacyjne, np. przeciwerozyjne, w postaci wkopanych narzutów kamiennych, które zapobiegną dalszej erozji, gdy rzeka do nich dotrze.

Z kolei Maciej Humiczewski, hydrotechnik, ocenia, że: „Zaproponowane rozwiązania wydłużają drogę odpływu wody i zwiększają objętość odcinka objętego pracami, co należy uznać za zalety niniejszego projektu. Umocnienie brzegów powoduje, że ograniczona jest możliwość połączenia efektów powodziowych i renaturyzacyjnych. Całkowite umocnienie skarp koryta ogranicza zachodzenie procesów korytotwórczych, w tym dostosowania się koryta rzeki do energii prowadzonej wody, zmniejszając tym samym możliwość poprawy warunków hydromorfologicznych. Kwestię wpływu umocnień na potencjał biologiczny minimalizowano, podejmując działania dodatkowe, takie jak tworzenie zatoczek wstecznych, co poprawia potencjał ekosystemu w tym zakresie. Zastosowane wyprofilowanie koryta bez możliwości zmiany szerokości i układu w przekroju poprzecznym na łukach powoduje, że największe prędkości nadal kierowane będą ku osi cieku i mogą powodować dalsze obniżanie dna, a co za tym idzie szybszy odpływ wody ze zlewni".

Przykład Radomia wskazuje, że poważnym problemem jest dostosowanie zakresu i nazewnictwa planowanych zadań, określanych często jako „adaptacja, renaturyzacja" do obowiązujących przepisów ustaw, np. celem uzyskania decyzji środowiskowej, pozwolenia wodnoprawnego, pozwolenia na budowę czy zezwolenia na realizację wynikającego ze specustawy powodziowej. W każdej z ustaw, które wymagają powyższych zgód, funkcjonuje inne nazewnictwo. W żadnej z ustaw nie ma takich pojęć, jak adaptacja, modernizacja, renaturyzacja. Dlatego warto skorzystać z wykazu koniecznych do uzyskania zgód dla różnego rodzaju działań, które wskazano w tabeli 27 podręcznika (Pawlaczyk, 2020).

Pilotażowe wdrożenie działań służących odtworzeniu naturalnego ekosystemu rzeki Mlecznej staje się zatem dobrym przykładem do przeanalizowania i wyciągnięcia wniosków, jak udoskonalać kolejne projekty renaturyzacyjne, na co zwracać szczególną uwagę. To ważny przykład dla wszystkich gospodarzy miast i gmin, którzy planują podjąć się wyzwań na rzecz poprawy stanu wód, które przepływają przez ich tereny.

ROZDZIAŁ 5

Zasilanie rzek wodami w obliczu zmiany klimatu

Tomasz Jurczak
Uniwersytet Łódzki

W ostatnich latach obserwujemy w Polsce coraz bardziej poważny problem z zachowaniem przepływu rzek, dochodzi wręcz do okresowego zanikania niektórych cieków, co ma olbrzymi wpływ na życie biologiczne, powodując głębokie, często nieodwracalne zmiany w ekosystemach rzecznych. Problem w sposób szczególny dotyka rzek w obszarach miejskich, które są wyjątkowo wrażliwe na skutki zmiany klimatu i w których na olbrzymią skalę przekształciliśmy lokalny obieg wody i stosunki wodne. W poniższym rozdziale szukamy odpowiedzi na pytanie, dlaczego rzeki wysychają, w jaki sposób można zapewnić im wodę i jakie mogą być alternatywne źródła wody na ten cel, w sytuacji kiedy naturalne procesy hydrologiczne zostały zaburzone przez działalność ludzką i antropogeniczną zmianę klimatu.

Słowa kluczowe: zarządzanie zlewniowe, ilość wody, jakość wody, susza, powódź

WYZWANIE

Zanikający przepływ wody w Strudze Dziekanowskiej w gminie Łomianki

Struga Dziekanowska jest jednym z najcenniejszych na terenie gminy Łomianki przykładów doskonale zachowanego starorzecza Wisły. Liczne stawy, oczka wodne, tereny mokradłowe są potencjalnymi obszarami naturalnej retencji krajobrazowej i zachowania różnorodności biologicznej tego obszaru. Przez wiele lat Struga zbierała wody opadowe i roztopowe ze znacznego terenu, jednakże wieloletnia

fot. Dariusz Dąbrowski

Rysunek 1. Presja zabudowy na dolinę rzeczną Strugi Dziekanowskiej w Łomiankach w wyniku niewłaściwego planowania przestrzennego w gminie przyczynia się do wysuszania terenów

działalność człowieka na tym obszarze oraz coraz niższe stany wód w rzece Wiśle doprowadziły do obniżania się poziomu wód w samej Strudze. Proces ten pogłębia nasilająca się zmiana klimatu, skutkująca coraz częstszymi i dotkliwszymi suszami. Obecnie przez większą część roku oraz na wielu odcinkach Strugi przepływ praktycznie zanika, a Struga funkcjonuje jak suchy rów melioracyjny, co prowadzi do dalszego osuszania tego cennego przyrodniczo obszaru. Przekształcana zlewnia i coraz bardziej zabudowywana dolina rzeczna (rysunek 1) jedynie przyspieszają ten proces.

Narastający z roku na rok problem dostrzegają włodarze gminy Łomianki, którzy chcą podjąć kompleksowe działania renaturyzacyjne. „Borykamy się z powoli przerastającym nas tematem Strugi Dziekanowskiej (starorzecza Wisły), którą chcemy zrewitalizować. W tym celu w pierwszej kolejności podjęliśmy działania związane ze zinwentaryzowaniem tego obszaru, diagnozą problemu i opracowaniem programu rewitalizacji Strugi" – mówi Aleksandra Jankowska – kierowniczka referatu Funduszy Zewnętrznych i Działalności Gospodarczej w Urzędzie Miejskim w Łomiankach, pełniąca również funkcję koordynatorki jednostki „Zintegrowane Inwestycje Terytorialne Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego". Jednakże na problem braku wody w korycie rzeki nie można patrzeć jedynie przez pryzmat samej rzeki i jej doliny, ale należy spojrzeć z perspektywy całej zlewni i wodnej gospodarki zlewniowej.

Problem ilości i jakości wody w rzekach

Pod koniec maja 2021 r. wodowskaz na Wiśle na wysokości bulwarów warszawskich wskazywał poziom 312 cm. Niespełna trzy tygodnie później, w połowie czerwca, poziom ten obniżył się do 82 cm. Sytuacja taka miała również miejsce dwa lata wcześniej, w 2019 r., kiedy poziom wód z 579 cm pod koniec maja obniżył się do zaledwie 42 cm w połowie lipca. Podobne obserwacje w tym czasie poczyniono na wielu rzekach w kraju. W lipcu 2022 r. w mediach pojawiły się niepokojące doniesienia – zaobserwowano, że Jezioro Solińskie wysycha. Przyczyną był brak dopływu wód rzeką San. W szóstej największej rzece kraju zabrakło wody. Na dnie jeziora i rzeki widać było popękaną ziemię, gdzieniegdzie zalegała jeszcze woda.

Problem wysychających rzek zaczął pojawiać się już znacznie wcześniej, szczególnie w przypadku niewielkich cieków miejskich. W roku 2010, kiedy Uniwersytet Łódzki wspólnie z Łódzką Spółką Infrastrukturalną i Miastem Łódź zaczynali duży projekt europejski dotyczący ekohydrologicznej rekultywacji zbiorników rekreacyjnych zlokalizowanych w górnym, źródłowym odcinku rzeki Bzury – zasilającym te akweny, rzeka płynąca przez teren leśny miasta była na tyle szeroka, że niekiedy trudno było ją przeskoczyć. Po opadzie deszczu stawała się wręcz rwącym potokiem górskim. Pięć lat później woda w Bzurze już ledwo co płynęła, by po kolejnych dwóch latach przepływ całkowicie zanikł. Podobny problem obserwowany jest dziś w Strudze Dziekanowskiej w Łomiankach. W tym samym czasie na piezometrach mierzących poziom wód gruntowych w Łodzi w zlewni rzeki Bzury odnotowywano coroczny spadek poziomu tych wód. Wysychające rzeki to problem wielu miast. Z coraz większym zagrożeniem brakiem wody w rzekach obecnie zmaga się wiele gmin w Polsce i na świecie. Obecnie od 51% do 60% światowych rzek charakteryzuje się zanikającym przepływem na co najmniej jeden dzień w roku (Messager i in., 2021). Dlaczego woda przestała płynąć? Czy proces ten da się odwrócić? W jaki sposób zapewnić wodę w rzece? W dobie obserwowanej zmiany klimatu podobne sytuacje mogą mieć miejsce coraz częściej, a okres braku wody w rzekach może być coraz dłuższy. Obecnie w Polsce ok. 92,5% wód rzecznych bezpowrotnie jest tracona w wyniku zbyt szybkiego odprowadzenia ich do Bałtyku. Problem braku wód w rzekach i zbiornikach wodnych najbardziej dotkliwy jest w obszarach miejskich, szczególnie wrażliwych na skutki zmiany klimatu. Co jest tego powodem?

Główną przyczyną jest regulacja systemów rzecznych, szczególnie widoczna w obszarach zurbanizowanych (rysunek 2). Wyprostowane, w wielu miejscach wybetonowane, a niekiedy nawet płynące podziemnymi kanałami rzeki (rysunek 3) zbyt

fot. Sebastian Szklarek

Rysunek 2. Rzeka Karolewka w Łodzi i przelew burzowy bezpośrednio po opadzie 9 września 2019 r. (15 mm/15 min) i kilka godzin później

szybko odprowadzają wody ze zlewni. Ponadto prace utrzymaniowe prowadzone na systemach rzecznych w zakresie pogłębiania koryt czy usuwania barier w postaci roślin spowalniających przepływ wód prowadzą do dalszego obniżania się poziomu wód w rzekach. Z kolei niski poziom wód w rzekach nasila proces odpływu wód ze zlewni. Odprowadzana z obszaru miast woda powoduje, że miasta w upalne dni zaczynają się mocno przegrzewać. Brak wody w gruncie, roślinach przyczynia się do spadku wilgotności w powietrzu, wpływając na mikroklimat miasta i redukując komfort życia mieszkańców. Ponadto do tych niekorzystnych efektów należy dołączyć problem występowania miejskiej wyspy ciepła, wzrost zanieczyszczenia powietrza, wzrost liczby osób borykających się z chorobami astmatycznymi i alergicznymi, pogorszenie się kondycji roślin czy zmniejszenie różnorodności biologicznej.

Wieloletnie działania człowieka, mające na celu kształtowanie środowiska przyrodniczego miast w postaci intensyfikacji procesu ich zabudowy, uszczelniania ich powierzchni i kanalizowania zlewni, ukierunkowane są na znacznie większy odpływ wód niż ich retencji w przestrzeni miasta. Przyczynia się to do obserwowanego w ostatnich latach spadku poziomu wód gruntowych, czego konsekwencją są znacznie niższe poziomy wód w rzekach, a tym samym ograniczona ich dostępność dla systemów przyrodniczych i dla człowieka (rekreacja, mikroklimat). Zmiana klimatu sprawia, że coraz częściej mierzymy się z występowaniem intensywnych, wręcz nawalnych opadów przeplatanych długotrwałymi okresami bezdeszczowymi z wysokimi temperaturami powietrza. Powoduje to, że w jednym momencie wody mamy zbyt dużo, by za chwilę na dłużej cierpieć przez jej brak.

Kolejnym dość istotnym problemem związanym z zasilaniem wodą rzek i zbiorników wodnych jest jej jakość. Woda opadowa, spływając do najniższego miejsca w krajobrazie, transportuje spłukiwane z powierzchni miasta zanieczyszczenia, zwłaszcza w pierwszej fazie opadu (Deletic, 1998), wprowadzając je bezpośrednio do systemów rzecznych. W obszarach miejskich proces ten jest kilkukrotnie bardziej zintensyfikowany w wyniku dużego uszczelnienia terenu. Przy niewielkich zasobach wodnych w rzekach i zbiornikach wielkość

fot. Tomasz Jurczak

Rysunek 3. Rzeka Łódka w podziemnym kanale pod ul. Północną w Łodzi w trakcie remontu ulicy

tych zanieczyszczeń stanowi poważny problem dla jakości wód. Duża ilość substancji biogenicznych wprowadzonych w ten sposób do zbiorników wodnych odpowiada za ich eutrofizację i występowanie m.in. toksycznych sinic.

Zazwyczaj wody opadowe bez odpowiedniego podczyszczenia są kierowane z obszarów utwardzonych miasta bezpośrednio do odbiorników wód opadowych, tj. lokalnych rzek czy zbiorników retencyjnych. Przyczynia się to do pogorszenia jakości wody w rzekach i warunków życia organizmów wodnych. Prowadzi to również do braku możliwości choćby rekreacyjnego korzystania z tych wód z powodu ich złej jakości. Niestety największe tego konsekwencje są związane ze stanem środowiska wodnego i brakiem możliwości uzyskania tzw. dobrego stanu wód wymaganego unijnymi przepisami (Ramowa Dyrektywa Wodna). Czy można temu jakoś zapobiec?

Skąd się bierze woda w rzekach miejskich?

Rzeki w Polsce w 97% zasilane są wodami pochodzącymi z roztopów śnieżnych i opadów deszczu. Okresami, w których ich dopływ jest stosunkowo największy, są: przełom zimy i wiosny, związany z topniejącymi śniegami oraz miesiące czerwiec i lipiec, charakteryzujące się intensywnymi opadami, tzw. deszczami świętojańskimi. Jest to okres

potencjalnej odbudowy zasobów wód gruntowych i możliwości zgromadzenia większej jej ilości przed sezonem letnim, charakteryzującym się w ostatnich latach coraz wyższymi temperaturami i długotrwałymi okresami dotkliwej suszy. Miesiące wczesnowiosenne oraz wczesnoletnie stanowią zatem istotny okres w rocznym bilansie wodnym kraju, gdyż odpowiadają za dostępność wód w drugiej części roku. To od tych wód zależy, jak duży problem z suszą będzie występował w danym roku i na danym obszarze. Tym bardziej że w ostatnich latach, z powodu zmiany klimatu, znaczny spadek ilości dni z pokrywą śnieżną z ok. 75 dni rocznie w latach 80. XX w. do zaledwie 25 dni rocznie obecnie determinuje problem odbudowy wód w okresie wczesnowiosennym, a zbyt intensywne opady w okresie wczesnoletnim (nawet powyżej 50 mm/dobę) powodują, że woda zbyt szybko jest tracona.

Naturalnym źródłem wody w rzekach, również tych miejskich, są wody wydobywające się bezpośrednio z gruntu na powierzchnię ziemi, popularnie zwane źródłami (rysunek 4). Takim przykładem jest niewielki ciek wodny w Zgierzu nazwany Malinka, którego naturalne źródła występują w jednej z dzielnic tego miasta. Innym przykładem jest rzeka Bzura, które swe naturalne źródła miała na terenie Łodzi. Jednakże przez intensywną zabudowę miasta (powstające nowe osiedla czy wybudowanie drogi przegradzającej koryto rzeki Bzury i jej dolinę) człowiek przyczynił się do znacznego ograniczenia jej zasilania w te wody. Znajdująca się kilkaset metrów dalej kaskada niewielkich krajobrazowych zbiorników utworzonych w górnym odcinku rzeki przestała być zasilana tymi wodami. Zbiorniki zaczęły powoli wysychać i zarastać, podobnie jak to jest obecnie obserwowane w Łomiankach. Jeszcze dziesięć lat temu jeden z kaskady zbiorników był zaopatrywany wodą podziemną pompowaną z lokalnej studni głębinowej przez prywatnego właściciela. Tak więc można założyć, że niekiedy wody rzeczne bywają zasilane wodami pochodzącymi z systemów wodociągowych i/lub ujęć podziemnych (studnie głębione), co zdaje się potęgować występujący obecnie problem spadku zasobności wód podziemnych. Najnowsze dane pokazują, że w ciągu 20 lat człowiek przyczynił się do wypompowania na powierzchnię ziemi ponad 2150 gigaton wód, co spowodowało podniesienie poziomu mórz o ponad 6 mm oraz zmianę kąta nachylenia planety o 80 cm na wschód (Seo i in. 2023). Utwierdza to w przekonaniu, że podstawowym źródłem wody w rzekach miejskich powinny pozostać wody opadowe i wody pochodzące z roztopów śnieżnych.

Jednakże w dobie obserwowanej zmiany klimatu sposób dostarczania wód do rzek ze zlewni powinien ulec gruntownej przebudowie. Dziś wydaje się już niedopuszczalne, by wody opadowe przy użyciu systemów kanalizacyjnych, systemów drenażowych czy rowów melioracyjnych punktowo zasilały rzeki, odwadniając tym samym znaczną część zlewni. Powinny one, o ile nie w całości, to w znacznej jej części, być retencjonowane w krajobrazie miasta, by dalej w wyniku infiltracji gruntowej dostawały się

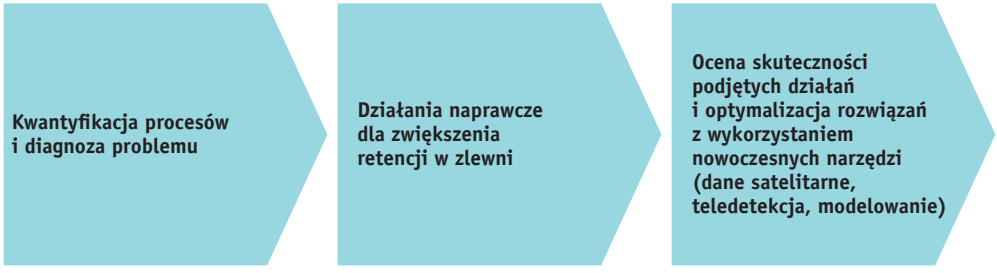
Rysunek 4. Sposoby zasilania rzek w wodę

do rzek i zbiorników wodnych, ale znacznie później. W ten sposób zatrzymywana jest woda w tkance miejskiej, odciążając znacznie system kanalizacyjny odprowadzający wody do rzek. Część tak zatrzymanej wody zostanie wykorzystana przez roślinność, część w sposób naturalny zostanie wchłonięta w grunt i będzie wykorzystywana do odbudowy zasobów wód gruntowych, część przyczyni się do poprawy mikroklimatu w mieście (wzrost wilgotności w wyniku parowania), a część z opóźnieniem w stosunku do opadu zostanie odprowadzona do rzek w wyniku spływu gruntowego, zapewniając tym samym stały dopływ wód do rzeki. Tak więc zagospodarowanie terenu oraz zarządzanie wodami w obszarze całej zlewni ma istotny wpływ na jej dystrybucję w obszarze miejskim oraz transport zanieczyszczeń do ekosystemów wodnych.

Co zrobić, by wysychającymi rzekami znów zaczęła płynąć woda?

Warunkiem pozytywnej odpowiedzi na to pytanie jest zmiana myślenia. Przykładem takiego podejścia jest Zgierz, jedna z podłódzkich miejscowości, w ostatnich latach dotkliwie doświadczana licznymi podtopieniami, występującymi głównie w centrum miasta, najczęściej po intensywnych opadach. Spowodowane jest to faktem, że właśnie w centrum miasta przepływa rzeka Bzura i jest to najniżej położony teren w przestrzeni Zgierza i to tu gromadzi się woda opadowa spływająca ulicami (miasto nie posiada systemu kanalizacji deszczowej) z wyżej położonych, utwardzonych części miasta. Ograniczona dostępność terenów zieleni w górnej części miasta powoduje, że obszar ten jest ciągle odwadniany w wyniku zbyt szybkiego odpływu wód. By rozwiązać ten problem, nie należy szukać sposobu, który będzie w stanie przejąć w całości tę wodę w miejscu, w którym się pojawia w nadmiarze po każdym nawalnym opadzie, a jedynie zagospodarować ją w górnej części zlewni miejskiej, ograniczając jej spływ i/lub spowalniając jej transport do niżej położonych obszarów miasta. Dzięki temu problem podtopień ustąpi lub znacznie zmniejszy swoją skalę. Tak więc zmiana samego podejścia do zarządzania wodą w mieście może znacznie ograniczyć nakłady finansowe niezbędne do poniesienia w celu skutecznej redukcji problemu lokalnych podtopień.

Do zagadnień związanych z zarządzaniem i gospodarowaniem wodami w systemach miejskich należy podejść trójstopniowo (rysunek 5). Po pierwsze trzeba dobrze zdiagnozować i skwantyfikować procesy związane z dostępnością i transportem wody w zlewni i zidentyfikować potencjalne problemy. Ten proces wydaje się być pominięty w gminie Łomianki, gdzie bez diagnozy istniejącego stanu podjęto już pierwsze kroki zmierzające do odwrócenia niekorzystnych zmian. Nakreślono kierunki, które mają w ramach działań rewitalizacyjnych przyczynić się do odbudowy warunków hydrologicznych całego systemu Strugi Dziekanowskiej i usprawnić jego funkcjonowanie, dzięki zwiększeniu przepływu wód. Kanały, rowy melioracyjne oraz urządzenia wodne w postaci rurociągów mają zapewniać przepływ wód na tym obszarze. Jednak pojawia się wątpliwość, jak tymi systemami ma popłynąć woda, której jest niewystarczająca ilość? A nawet jak popłynie, to prawdopodobnie zostanie utracona i przyczyni się to do



Rysunek 5. Proces zarządzania i gospodarowania wodą opadową w systemach miejskich

dalszego odwadniania terenu. Dlatego tak ważnym elementem po wykonaniu diagnozy jest opracowanie i wdrożenie właściwych działań naprawczych prowadzących do zatrzymania jak największej ilości wód opadowych w całej zlewni, w tym na terenach rolnych i zalesionych, co przyczyni się głównie do spowolnienia odpływu wód i zatrzymania jej w dolinie i zlewni, przez co znacznie dłużej utrzyma się wyższy poziom wód również w korycie Strugi. Ponadto właściwe utrzymanie rzek i ich dolin przez ograniczenie wykaszania i pozostawienie ich naturalnym procesom oraz rewitalizacja cieków przez np. podnoszenie dna koryt rzecznych w wyniku tworzenia narzutów kamiennych oraz ochrona i odtwarzanie obszarów wodno-błotnych znacznie wspomoże ten proces. Pomocne z pewnością mogą być nowoczesne narzędzia w postaci zdjęć satelitarnych, lotniczych i modeli hydraulicznych, pokazujących potencjał terenu miejskiego do właściwego zarządzania i gospodarowania wodami.

Poprawa bilansu wodnego zlewni przez zwiększenie retencji wód

Właściwym i koniecznym kierunkiem działań dla zapewnienia przepływu wód, a niekiedy i obecności wody w korytach rzecznych, są wszelkie działania mające na celu poprawę bilansu wodnego zlewni przez zwiększenie retencji wód w krajobrazie, które to opóźnią lub znacznie redukują wielkość odpływu wód z danego obszaru. Wody opadowe czy roztopowe odpływające z terenów utwardzonych miast (dachy, parkingi, chodniki), a być może i podczyszczona woda odprowadzana z oczyszczalni ścieków czy obiektów przemysłowych w pierwszej kolejności

fot. Tomasz Jurczak

Rysunek 6. Przykłady działań adaptacyjnych zrealizowanych w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu w ramach prac utrzymaniowych. Zastosowanie pryzm żwirowych (a), zwiększenie krętości rzeki (b), zastosowanie naturalnych karpowo-kamiennych deflektorów w korycie rzeki Mlecznej (c) dla spowolnienia odpływu wód oraz stworzenie w dolinie przestrzeni dla retencji wód powodziowych (d) to przykłady działań zrealizowanych w Radomiu w ramach unijnego projektu LIFE, którego celem było ograniczenie problemu podtopień w mieście i adaptacja miasta do skutków zmiany klimatu przez zrównoważone gospodarowanie wodami w przestrzeni miasta

powinny być magazynowane w obniżeniach terenu w postaci ogrodów deszczowych, niecek, zbiorników, studni chłonnych czy rowów infiltracyjnych (Wagner i Krazue, 2014), a ich ewentualny nadmiar – dla zachowaniu bezpieczeństwa – odprowadzany do kanalizacji lub przekierowywany w inne obszary. Większa dostępność wody w gruncie oznacza wyższy poziom wody w rzekach i jeziorach, dlatego tak istotne jest, by procesy renaturyzacyjne rzek nie obejmowały ich pogłębiania, przekształcania i oczyszczania z roślin, co dość często ma miejsce w ramach prac utrzymaniowych, a skupiały się na możliwości rozlewania wód w dolinach rzecznych przede wszystkim tam, gdzie jest to jeszcze możliwe rysunek 5 z rozdziału 3 oraz rysunek 7). Ponadto należy pamiętać, że odprowadzanie wód opadowych czy wód oczyszczonych z oczyszczalni ścieków bezpośrednio do systemów rzecznych nie jest najlepszym kierunkiem działań. Wody te z pewnością wymagają dalszego oczyszczania z wykorzystaniem naturalnych procesów i dopiero wtedy mogą być doskonałym sposobem zasilania rzek w sposób pośredni w wyniku ich powierzchniowej dystrybucji w dolinie, tworząc w ten sposób systemy mokradeł.

Właściwe zabiegi utrzymaniowe szansą na większą ilość wód w rzekach

Jednym z głównych powodów braku wody w rzekach miejskich jest zburzenie cyklu obiegu wody spowodowane przekształceniem dolin rzecznych i zabudową zlewni. Odprowadzana z obszaru miasta systemami kanalizacji podziemnych woda trafia do najniższego miejsca w krajobrazie, jakimi są koryta rzeczne czy zbiorniki wodne. Brak wody w glebie w przestrzeni miasta przyczynia się do obniżania lustra wody w rzekach i zbiornikach wodnych. Poziom wód w rzekach jest zależny od ilości wody w glebie w obszarach dolin rzecznych. Jeśli zostały one poddane melioracji i następnie zabudowane, praktycznie bezpowrotnie został utracony naturalny kapitał dla retencji krajobrazowej. Problem ten potęgują coraz dłużej trwające okresy bezdeszczowe i wysokie temperatury, które z kolei przyspieszają proces parowania wód. Nie pomagają również liczne prace utrzymaniowe prowadzone w dolinach rzecznych i samych korytach rzek. Rozwiązaniem na niewielką ilość wody w rzece nie jest jej pogłębienie, które jeszcze bardziej przyczynia się do osuszenia

fot. Paweł Wacławik

fot. Paweł Szałański

Rysunek 7. Rozwiązania z zakresu dużej i małej błękitno-zielonej infrastruktury wdrożonej w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu w latach 2016–2022 dla ograniczenia problemu podtopień i zwiększenia retencji wody w krajobrazie miasta. Wdrożone w skali całego miasta w Radomiu rozwiązania z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury zarówno na systemach rzecznych, jak i w obszarze miejskiej zabudowy przyczyniły się do zwiększenia retencji krajobrazowej wód opadowych o ponad 60 tys. m^3, co w konsekwencji doprowadziło do redukcji obszaru zalewanego w mieście z 378,9 ha w roku 2017 do 319,8 ha w roku 2022. W 2022 r. miasto Radom, dzięki efektom projektu LIFERADOMKLIMA-PL, zostało włączone do Globalnej Sieci Ekohydrologicznych Projektów Demonstracyjnych Międzyrządowego Programu Hydrologicznego UNESCO (UNESCO-IHP) i jest jednym z 37 obszarów demonstracyjnych w 26 krajach na świecie; https://www.unesco.org/en/articles/unesco-approves-8-new-ecohydrology-demonstration-sites (zdjęcia FPP Enviro Sp. z o. o., zdjęcie z archiwum projektu LIFE RadomKlima)

Tabela 1. Lista proponowanych działań renaturyzacyjnych dla rzek (Pawlaczyk, 2020)

Kod	Grupa	Działanie
U0	Modyfikacje renaturyzujące w ramach prac utrzymaniowych	Pozostawienie procesom naturalnym
U1		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja wykaszania roślin z brzegów śródlądowych wód powierzchniowych
U2		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja wykaszania roślin z dna śródlądowych wód powierzchniowych
U3		Zaniechanie, modyfikacja lub ograniczenie usuwania roślin pływających i korzeniących się w dnie śródlądowych wód powierzchniowych
U4		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania drzew i krzewów porastających dno oraz brzegi śródlądowych wód powierzchniowych
U5		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód naturalnych
U6		Usuwanie ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód wynikających z działalności człowieka
U7		Punktowe zasypania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych spowodowanych przez obiekty antropogeniczne
U8		Wprowadzanie substratu mineralnego w celu spowodowania spontanicznego zasypania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych
U9		Zaniechanie lub ograniczenie zasypywania wyrw w brzegach śródlądowych wód powierzchniowych
U10		Zaniechanie lub ograniczenie usuwania namułów i osadów piaszczystych
U11		Zaniechanie usuwania żwirowych osadów dennych
U12		Korekta niewłaściwie wykonanego odmulania – likwidacja brzegowych nasypów uformowanych z usuniętych osadów dennych
U13		Zaniechanie usuwania tam bobrowych
U14		Modyfikacja lub usuwanie tam bobrowych
D1	Działania dodatkowe w ramach zwykłego zarządzania wodami	Nasadzanie drzew i krzewów w strefie brzegowej
D2		Kształtowanie roślinności w strefie zalewowej i na brzegach wód
D3		Bariery denitryfikacyjne
D4		Wprowadzanie elementów kluczowych dla zróżnicowania siedliskowego w korycie
D5		Wprowadzanie pryzm żwirowo-kamiennych naśladujących układy bystrzy i plos lub kierujących przepływ
D6		Wprowadzanie naturalnych deflektorów
D7		Modyfikacje zarządzania wodą, w celu eliminacji antropogenicznych zniekształceń przepływu
T1	Działania techniczne	Inicjacja erozji bocznej koryta
T2		Kształtowanie nowego lub odtwarzanie dawnego koryta o postaci optymalnej ekologicznie
T3		Obniżanie fragmentów terenu przyrzecznego
T4		Odnawianie starorzeczy
T5		Tworzenie quasi-starorzeczy
T6		Odtwarzanie rzędnej dna wraz z przywróceniem równowagi bilansu rumowiska
T7		Likwidacja umocnień brzegów
T8		Zastępowanie umocnień brzegów przez umocnienia śpiące na granicach wyznaczonego korytarza swobodnej migracji rzeki
T9		Przebudowa umocnień brzegów na bardziej naturalne
T10		Unaturalnianie profilu brzegu
T11		Odtwarzanie wysokich skarp brzegowych
T12		Budowle lub struktury kierujące nurt w celu inicjacji renaturyzujących procesów korytowych
T13		Likwidacja lub odsuwanie wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych
T14		Usuwanie lub przekopywanie nasypów brzegowych lub meandrowych
T15		Likwidacja lub przebudowa zabudowy dna

Tabela 1 cd. Lista proponowanych działań renaturyzacyjnych dla rzek (Pawlaczyk, 2020)

Kod	Grupa	Działanie
T16		Likwidacja lub udrażnianie przegród poprzecznych
T17		Przebudowa przepustów
T18		Usuwanie umocnień i odtwarzanie naturalnych procesów w ujściach rzek
Z1	Działania w zlewni	Renaturyzacja mokradeł w zlewni
Z2		Ograniczanie spływu powierzchniowego
Z3		Inne działania poprawiające retencję zlewni
P1	Działania pomocnicze	Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji
P2		Weryfikacja drożności barier (funkcjonalności przepławki)
P3		Uzupełnienie rozpoznania procesów dynamiki fluwialnej
P4		Pozyskanie gruntów
P5		Weryfikacja (wznowienie) granic
P6		Zakazy
P7		Informacja

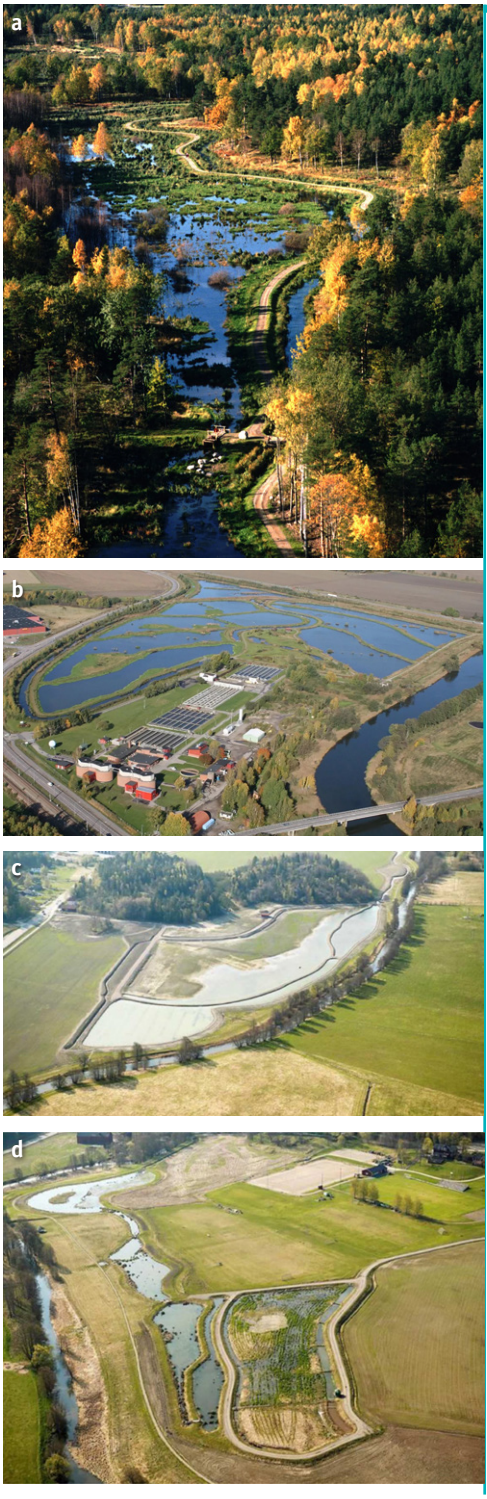
dolin rzecznych i przynosi odwrotny skutek. W ramach prac utrzymaniowych należy podjąć działania mające na celu umożliwienie rozlania się wód transportowanych korytem rzeki, tak by ich nadmiar został zatrzymany w dolinie jak najdłużej. Listę proponowanych działań przedstawiono w tabeli 1. W tabeli zaprezentowano również działania techniczne i dodatkowe działania w ramach zwykłego zarządzania wodami, które spowodują zwiększenie retencji wód na danym obszarze, ograniczą jej odpływ i przyczynią się do podniesienia różnorodności biologicznej.

Ochrona i odtwarzanie obszarów wodno-błotnych

Zabudowa dolin rzecznych i osuszanie naturalnych mokradeł będących „płucami" i ostoją różnorodności biologicznej wielu miast w celu zabudowy miasta i tworzenia nowych osiedli dziś nie powinno mieć już miejsca. Władze Radomia planują właśnie podjąć działania zmierzające do przekształcenia (osuszenia) tak cennego przyrodniczo obszaru podmokłego w okolicach Wacyna w celu stworzenia nowego osiedla mieszkaniowego. Równie cenny przyrodniczo obszar znajduje się w gminie Opoczno i są nim tzw. błonia opoczyńskie (por. rozdział 4). Tam jednak miasto zleciło wykonanie opracowania, które ma na celu ochronę tego terenu i zatrzymanie procesu jego osuszania w wyniku zachodzącej zmiany klimatu. Tego typu obszary mokradłowe znajdują się również w zlewni Strugi Dziekanowskiej. Objęcie ich działaniami ochronnymi w celu zapobieżenia dalszej degradacji jest jednym z najprostszych i najtańszych działań, jakie gmina może podjąć w celu zwiększenia poziomu wód w Strudze Dziakanowskiej. Im bardziej osuszony zostanie ten obszar, tym niższy poziom wód będzie obserwowany w samej Strudze. Prócz działań ochronnych związanych z zabezpieczeniem istniejących terenów mokradłowych należy podjąć te zmierzające do odtworzenia utraconych tego typu obszarów miejskich. W tym celu wykorzystane mogą być na przykład ścieki odprowadzane z lokalnych oczyszczalni (rysunek 8).

Zakończenie

Obserwowana zmiana klimatu przyczynia się do zmiany natężenia i częstotliwości zjawisk ekstremalnych w postaci intensywnych opadów i długotrwałych susz. Wymiernym tego efektem jest problem suszy intensyfikowany przez niewłaściwe zarządzanie zasobami wodnymi, co w konsekwencji generuje problem okresowego braku wody nie tylko w lokalnych ujęciach wodnych, lecz także w systemach rzecznych. Szczególnie jest on widoczny w obszarach zurbanizowanych, gdzie coraz częściej występuje problem wysychających rzek, a poziom wody w wielu zbiornikach znacznie się obniża, zwiększając zagrożenie degradacją tych ekosystemów. Zjawiska te wymagają zintegrowanego



Rysunek 8. Szwedzkie rozwiązania hydrofitowe w oczyszczaniu ścieków odprowadzanych z oczyszczalni: mokradła Brannäs na półwyspie w Örsbaken (a), oczyszczalnia hydrofitowa w Ekeby (b) oraz tereny podmokłe na końcowym etapem oczyszczania wód w Troso (c) i Vagnhärad (d). Systemy mokradeł są świetnym sposobem zwiększenia retencyjności krajobrazowej. Przykładem takich rozwiązań mogą być Mokradła Brannäs (a) znajdujące się na półwyspie w Örsbaken, pomiędzy Oxelösund i Nyköping. Powstały one w 1993 r. na terenie z nisko położonym lasem i starymi gruntami ornymi. Teren podmokły pełni funkcję końcowego etapu oczyszczania biologicznego dla oczyszczalni o równoważnej liczbie mieszkańców (RLM) 14 000. Zastosowana technologia opiera się na dużych płytkich basenach, gęsto porośniętych roślinnością, naprzemiennie napełnianych wodą, co umożliwia zarówno skuteczną nitryfikację, jak i denitryfikację. Proces oczyszczania jest napędzany wyłącznie grawitacją i światłem słonecznym, bez wytwarzania osadu. Dzięki prostej, ale solidnej konstrukcji systemu uzyskiwana skuteczność w oczyszczaniu ścieków powoduje, że gmina – pomimo sporadycznych poważnych zakłóceń w procesach oczyszczania w samych zakładach – odprowadza oczyszczone ścieki spełniające właściwe normy. System ten był pierwszym tego typu rozwiązaniem zastosowanym w Szwecji do oczyszczania ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych. Ponadto, aby dać społeczeństwu możliwość łatwego korzystania z różnorodności biologicznej, jaką oferują tereny podmokłe, wyznaczono około dwukilometrowy szlak turystyczny, który prowadzi pieszych aż do ujścia mokradeł do Morza Bałtyckiego. Podobne podejście mogłoby być replikowane w dolinie Strugi Dziekanowskiej, gdzie dodatkowo wydzielenie obszarów rekreacyjnych zachęciłoby mieszkańców do bliższego obcowania z naturą. Analogiczne rozwiązanie zastosowała gmina Trosa w regionie Sodermanland w Szwecji. Stworzono tam tereny podmokłe (c i d) jako etap końcowy oczyszczania dla dwóch miejskich oczyszczalni zlokalizowanych w Trosie i Vagnhärad o parametrach odpowiednio 4500 i 7000 RLM. W obu przypadkach ścieki są pompowane z miejskich oczyszczalni i pulsacyjnie rozprowadzane po poszczególnych sektorach sztucznych mokradeł i dalej odprowadzane do rzeki Trosaån i do Bałtyku. Stężenia substancji biogenicznych, takich jak fosfor i azot, w miejscach dopływu do rzeki są bardzo niskie. Podobny system funkcjonuje również z powodzeniem w miejscowości Ekeby, gdzie ścieki po procesie oczyszczania przepływają przez tereny podmokłe utworzone w ramach hydrobotanicznej oczyszczalni ścieków, a następnie trafiają do rzeki Eskilstuna (b). (źródło: © WRS, www.eem.se, lista źródeł znajduje się w spisie cytowanych ilustracji na końcu poradnika)

podejścia zlewniowego w celu zarządzania i gospodarowania wodami, uwzględniającego takie elementy, jak jakość i ilość wody, różnorodność biologiczna oraz odporność na skutki zmiany klimatu. Głównym jego założeniem jest zrównoważenie procesów zachodzących w zlewni, przyczyniających się do powolnego odbudowywania ekosystemów wód podziemnych i gruntowych dla odwrócenia niekorzystnych zjawisk, które dziś obserwujemy.

Gmina Łomianki – podobnie jak wiele innych gmin borykających się z problemem wysychających rzek – powinna podjąć natychmiastowe działania zmierzające do zatrzymania i odwrócenia tego niekorzystanego procesu. Właściwa diagnoza sytuacji, w oparciu o kwantyfikację procesów zachodzących w zlewni, z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi w postaci zdjęć satelitarnych, lotniczych i modeli hydraulicznych pokazujących zagrożenia i potencjał terenu miejskiego do właściwego zarządzania i gospodarowania wodami, jest pierwszym i najistotniejszym krokiem do odbudowy zasobów wód w zlewni. Opracowanie i wdrożenie „właściwych" działań naprawczych prowadzących do zatrzymania jak największej ilości wód w całej zlewni przyniesie wymierne korzyści gminie w perspektywie kolejnych lat. Z kolei replikacja podejścia zlewniowego w kolejnych obszarach spowoduje, że w Polsce odnotujemy znaczący wzrost retencji wód opadowych w krajobrazie.

Literatura

Deletic, A., 1998. The first flush load of urban surface runoff. *Water Res.* 32(8): 2462–2470.

Jurczak, T., Wagner, I., Kaczkowski, Z., Szklarek, S., Zalewski, M., 2018. Hybrid system for the purification of street stormwater runoff supplying urban recreation reservoirs. *Ecological Engineering* 110: 67–77.

Jurczak, T., Wagner, I., Wojtal-Frankiewicz, A., Frankiewicz, P., Bednarek, A., Łapińska, M., Kaczkowski, Z., Zalewski, M., 2019. Comprehensive approach to restoring urban recreational reservoirs. Part 1 – reduction of nutrient loading through low-cost and highly effective ecohydrological measures. *Ecological Engineering* 131: 81–98.

Messager, M., Lehner, B., Cockburn, C., Lamouroux, N., Pella, H., Snelder, T., Tockner, K., Trautmann, T., Watt, C., Datry, T., 2021. Global prevalence of non-perennial rivers and streams. *Nature* 594: 391.

Pawlaczyk, P. (red.), 2020. *Podręcznik dobrych praktyk renaturyzacji wód powierzchniowych*. Państwowe Gospodarstwo Wodne – Wody Polskie, Warszawa.

Seo, K-W., Ryu, D., Eom, J., Jeon, T., Kim, J-S., Youm, K., Chen, J., Wilson, C.R., 2023. Drift of Earth's Pole Confirms Groundwater Depletion as a Significant Contributor to Global Sea Level Rise 1993–2010. *Geophysical Research Letters* 50: e2023GL103509.

Szklarek, S., Wagner, I., Jurczak, T., Zalewski, M., 2018. Sequential Sedimentation-Biofiltration System for the purification of a small urban river (the Sokolowka, Lodz) supplied by stormwater. *Journal of Environmental Management* 205: 201–208.

Wagner, I., Krauze, K., 2014. Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne. W: Bergier, T., Kronenberg, J., Wagner, I. (red.), *Woda w mieście (seria „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania", 5)*, Fundacja Sendzimira, Kraków, s. 75–93.

STUDIUM PRZYPADKU 5

Podczyszczanie wód deszczowych w górnym odcinku Bzury w Łodzi

Zastosowane w Arturówku w Łodzi w górnym odcinku rzeki Bzury demonstracyjne ekohydrologiczne rozwiązania z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury zintegrowane z rozwiązaniami hydrotechnicznymi skutecznie zatrzymują transportowane z miasta wraz z wodą opadową zanieczyszczenia. Tego typu sekwencyjne systemy sedymentacyjno-biofiltarcyjne (rysunek 9) oraz systemy hybrydowe (rysunek 10) (Jurczak i in. 2018, Jurczak i in. 2019), wdrożone w ramach projektu LIFE, zostały w 2018 r. nagrodzone przez KE wyróżnieniem Best of the Best.

Istotą tych innowacyjnych metod było wykorzystanie właściwości ekosystemów jako narzędzia do poprawy stanu środowiska i zwiększenia ich odporności na stres antropogeniczny. W myśl tej koncepcji infrastruktura hydrotechniczna pozwala na sterowanie parametrami biologicznymi rzeki czy zbiornika, kontrolując jakość obecnych tam wód. Z kolei modyfikowanie elementów biologicznych w systemie pozwala na zmianę – i w ten sposób zarządzanie – obiegiem wody. Takie podejście nie jest powszechnie stosowane w obszarach zurbanizowanych, gdzie tradycyjnie korzysta się jedynie z rozwiązań inżynierskich, w których możliwość sterowania cyklami naturalnymi jest silnie ograniczona z uwagi na ogromny wpływ człowieka na środowisko.

Integracja metod hydrologicznych i biologicznych może skutecznie ograniczać dopływ zanieczyszczeń do zbiorników wodnych i redukować problem występowania sinic. Przykładem takiego połączenia są zastosowane w zbiorniku Arturówek górny oraz w zbiornikach Bzura-7 i Bzura-17 sekwencyjne systemy sedymentacyjno-biofiltracyjne (SSSB) (rysunek (9A-C). Prototyp tego typu systemów wdrożono na rzece Sokołówce w Łodzi w ramach projektu SWITCH w latach 2006–2011 (rysunek 9D) (Szklarek i in., 2018).

Zastosowany w Arturówku naturalny system filtracyjny, umiejscowiony w czaszy zbiornika w miejscu dopływu rzeki (rysunek 9C) jest podejściem wykorzystującym stosowany w oczyszczalniach sekwencyjny proces oczyszczania wód. Stworzone strefa sedymentacji, strefa adsorpcji zanieczyszczeń w strukturach geochemicznych oraz strefa asymilacji zanieczyszczeń w strukturach roślin poprawiają jakość wód, redukując od 50% do 90% substancji biogenicznych i zatrzymując nawet 90% zanieczyszczeń w postaci zawiesiny transportowanej rzeką do zbiornika (Jurczak i in., 2019). Rozwiązanie takie z powodzeniem może być wykorzystane w gminie

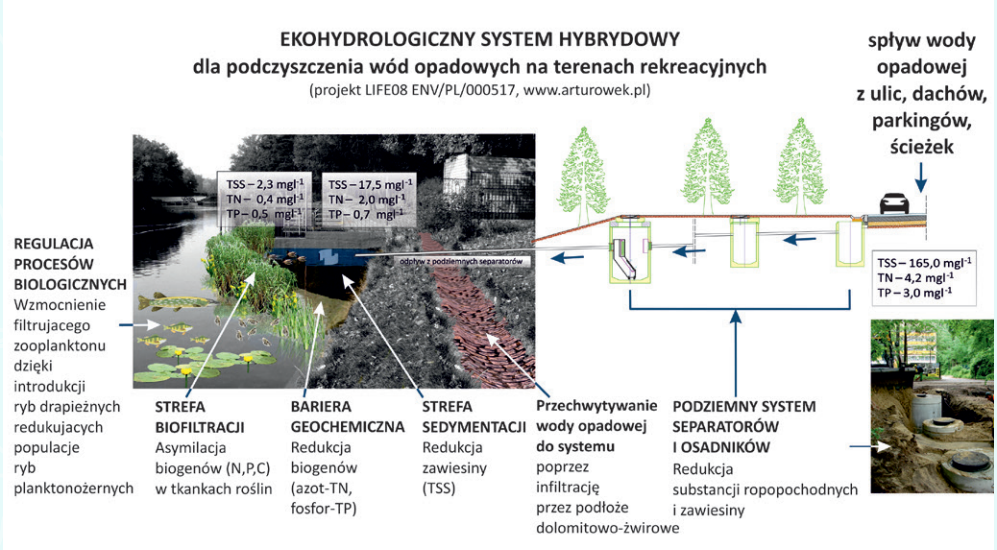
fot. Tomasz Jurczak

fot. Tomasz Jurczak

fot. Tomasz Jurczak

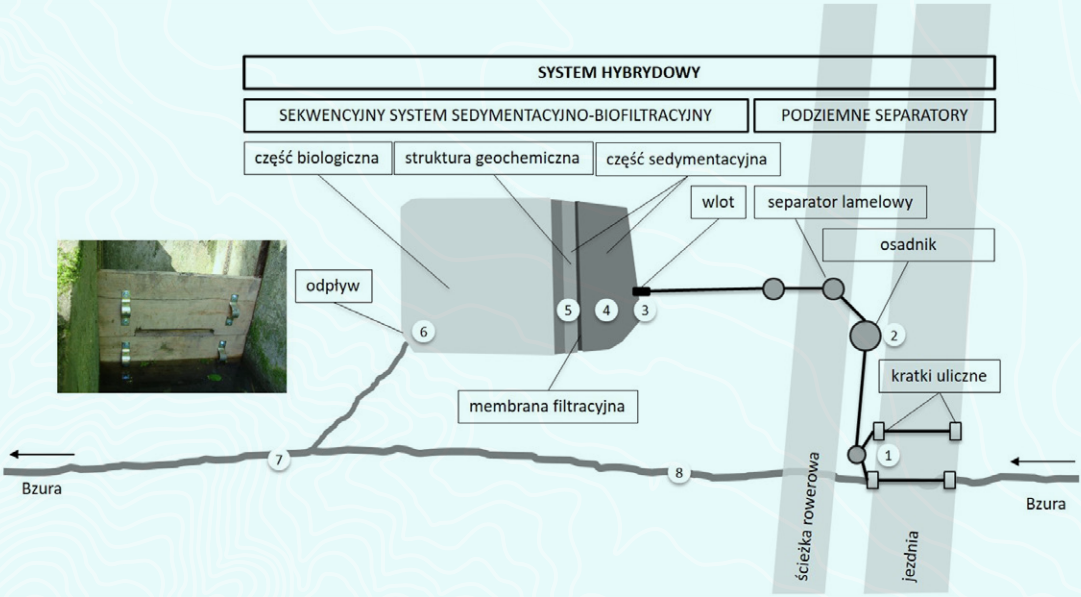
fot. Sebastian Szklarek

Rysunek 9. Sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny (SSSB) skonstruowany w czaszy akwenu w miejscu dopływu rzeki Bzury do zbiornika Bzura-7 (a), Bzura-17 (b) i zbiornika Arturówek górny (c) oraz prototyp tego systemu zainstalowany na lewym brzegu rzeki Sokołówki do retencjonowania i podczyszczania wód burzowych (d)



oprac. Tomasz Jurczak, Małgorzata Łapińska

Rysunek 10. Schemat systemu hybrydowego do oczyszczania wód deszczowych transportowanych z terenów utwardzonych miasta do jednego ze zbiorników rekreacyjnych w górnym odcinku Bzury w Łodzi



oprac. Tomasz Jurczak

Rysunek 11. System hybrydowy zainstalowany w Łodzi do retencjonowania i podczyszczania wód odpadowych odprowadzanych z ul. Wycieczkowej

Łomianki nie dla zwiększenia przepływu w rzece, odprowadzając podczyszczoną wodę z oczyszczalni ścieków bezpośrednio do koryta, a tworząc obszary mokradłowe (rysunek 8), dystrybuując ją powierzchniowo w dolinie rzecznej.

Z kolei na istniejących kolektorach deszczowych odprowadzających wody opadowe z obszaru miasta zainstalowano podziemny układ osadników i separatorów zatrzymujących zawiesinę transportowaną z terenu miasta, a w miejscu wlotu wody do zbiornika skonstruowano dodatkowo specjalny system doczyszczający, zapobiegający transportowi zanieczyszczeń rozpuszczonych w wodzie, tworząc tym samym układ hybrydowy (rysunek 10).

Skuteczność takich hybrydowych systemów w oczyszczaniu wód dochodzi nawet do 97% (Jurczak i in. 2018). Rozwiązania te, ze względu na umiejscowienie elementów technicznych pod ziemią, powodują że nie są one widoczne i nie szpecą krajobrazu miasta. Dziś już wiadomo, że rozwiązania te, o ile poprawiają jakość wody odprowadzanej z miasta do rzeki czy zbiornika wodnego, o tyle nie przyczyniają się do zwiększenia retencji wód w krajobrazie, co w konsekwencji nie zapobiegło zanikowi przepływu wód w Bzurze, o czym wspomniano wcześniej.

Dostępność terenów w obszarach zurbanizowanych pozwala z kolei na zwiększenie retencyjności wód. Przykład takiego systemu wdrożono poniżej ul. Wycieczkowej w Łodzi (rysunek 11), gdzie woda opadowa zamiast być bezpośrednio wprowadzana do rzeki Bzury, jest w całości przekierowywana do istniejącego w dolinie rzeki zbiornika (może to być naturalne zagłębienie terenu) w celu zgromadzenia jej nadmiaru w trakcie opadu. Zbiornik przebudowano i połączono z ulicą, konstruując dodatkowo układ podziemnych osadników i separatorów, zwiększając jego zdolność do oczyszczania tych wód. System ten skutecznie łagodzi występujące w rzece, w trakcie nawalnych opadów, intensywne przepływy wody, w znacznej części zatrzymując ją w utworzonym systemie (Jurczak i in., 2018).

Rozwiązania te z powodzeniem mogą zostać wykorzystane również w miejscach gromadzenia się wód opadowych odprowadzanych z obszarów utwardzonych w gminie Łomianki, z jednej strony w celu podczyszczania tych wód, z drugiej dla dalszego ich rozlewania w dolinie rzecznej, poprawiając tym samym bilans wodny tego terenu, czego nie wdrożono w projekcie łódzkim. Integracja metod hydrologicznych i biologicznych może skutecznie ograniczać dopływ zanieczyszczeń do zbiorników wodnych i redukować problem spadku jakości tych wód i/lub występowania sinic, co w szczególności istotne, jeśli zbiorniki te mają być wykorzystywane również rekreacyjnie, jak w przypadku tej gminy.

ROZDZIAŁ 6

Odtwarzanie rzek miejskich

Andrzej Mikulski
Monika Sysiak
Uniwersytet Warszawski

Cuda się zdarzają! Rzeki, które już dawno zniknęły z przestrzeni miejskiej, a w związku z tym również z powszechnej świadomości, mogą jeszcze wrócić. Potrzeba do tego szczególnie dużo determinacji i wysiłku, ale przykłady, które pokazujemy w tym rozdziale, mogą być bardzo ważnym źródłem inspiracji. Najbardziej znany i niesamowity jest w tym kontekście przykład odtworzenia rzeki Cheonggyecheon w Seulu. Omawiamy różne sposoby odtwarzania rzek, w zależności od dostępnej przestrzeni i innych ograniczeń.

Słowa kluczowe: rzeki ukryte pod ziemią, kanały, otwieranie, renaturyzacja, rewitalizacja

WYZWANIE

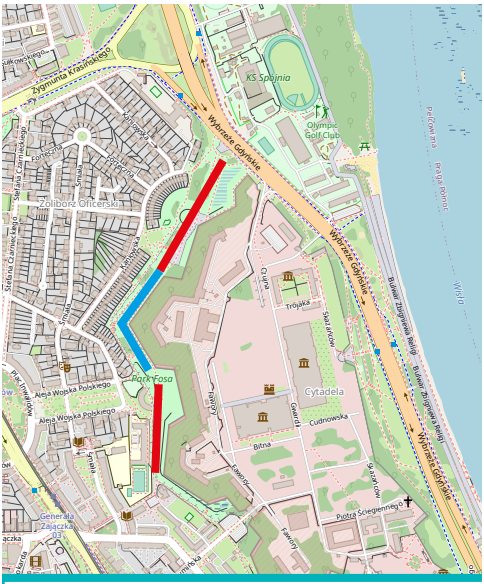
Renaturyzacja odcinka rzeki Drny w parku Fosa i Stoki Cytadeli w Warszawie

„Rada Dzielnicy Żoliborz w obliczu narastającego kryzysu klimatycznego wyraża wsparcie dla idei renaturalizacji Drny". Stanowisko rady z 31 sierpnia 2022 r. dotyczy odcinka rzeki w parku Fosa i Stoki Cytadeli w Warszawie, gdzie płynie ona częściowo w formie odkrytego cieku, a częściowo podziemnego kanału (rysunek 1). Odkrycie rzeki i poprowadzenie w kontrolowany sposób jej meandrów mogłoby uregulować stosunki wodne na tym terenie i zwiększyć jego bogactwo przyrodnicze. Stanowisko rady jest również odzwierciedleniem pozytywnego nastawienia lokalnej społeczności do tego pomysłu. To nastawienie wyrażane było między innymi w formie happeningu „Niech płynie Drna – pieszy spływ", towarzyszącego wystawie „Niech płyną – inne rzeki Warszawy" zorganizowanej przez Muzeum Warszawy.

W XIX w. wraz z rozwojem Cytadeli dolny odcinek Drny został przekształcony w fosę, a całą rzekę etapowo chowano w podziemnym kanale. Dziś o kanale Drny wiadomo niewiele, nie podlega fachowej kontroli i konserwacji. Charakter i status prawny Drny są nieuregulowane. Nie można podjąć żadnych działań, w tym formalnych badań niezbędnych dla zaplanowania renaturyzacji rzeki, bez zgody jej administratora, który formalnie nie jest znany. Władze dzielnicy wystąpiły o ustalenie sytuacji prawnej Drny do Państwowego Gospodarstwa Wodnego – Wody Polskie, a te skierowały pismo do Ministerstwa Infrastruktury. Procedury administracyjne są w toku, jak dotąd brakuje instytucji decyzyjnej, co uniemożliwia dalsze działania. Intencje władz miasta są jednak jasne, co znajduje odzwierciedlenie w umieszczeniu pomysłu odkrycia koryta Drny w parku Fosa w projekcie najnowszego „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy".

Przypadek Drny wydaje się bardzo trudny. Opisywane w rozdziale przykłady odkrywania rzek pokazują jednak, że proces ten może zakończyć się sukcesem. Wskazują także, na co należy zwrócić uwagę w tym i innych przypadkach, aby skutecznie odkryć rzekę lub przynajmniej jej fragment. Poza uwarunkowaniami instytucjonalnymi potrzeba wielu innych informacji. W przypadku Drny brak jest informacji o pochodzeniu wody w kanale, jej ilości i stałości przepływów; nie wiadomo, gdzie jest początek Drny, jaki jest jej dokładny przebieg, jak bardzo i czym jest zanieczyszczana. Dopiero po uzyskaniu tych podstawowych informacji można

będzie dobrać odpowiednie rozwiązania inżynieryjne zapewniające zasilanie w wodę i wspomagające jej oczyszczanie. Pozwoli to też na zaplanowanie sposobu aranżacji koryta zapewniającego maksymalną naturalność rzeki na wąskim terenie dawnej fosy przy jednoczesnym zabezpieczeniu przed zalaniem murów cytadeli. Należy zwrócić uwagę na utrzymanie funkcji społecznej tego terenu, np. przez wprowadzenie małej architektury wiążącej przechodniów z rzeką, która ułatwi doświadczanie walorów przyrodniczych i kulturowych związanych z Drną, w tym przybliży historyczne znaczenie tej rzeki dla miasta i jego mieszkańców.



Rysunek 1. Mapa okolicy parku Fosa i Stoki Cytadeli z zaznaczonym kanałem rzeki Drny. Niebieska linia oznacza odcinek kanału na powierzchni, czerwona odcinek podziemny

Odtwarzanie rzek miejskich

Tak jak to zostało już powiedziane w poprzednich rozdziałach, jednym z ważnych skutków urbanizacji była ewolucja roli i charakteru wód powierzchniowych w przestrzeni miejskiej. Dotyczyło to w szczególności niewielkich cieków. Pierwotnie istotnie przyczyniały się one do rozwoju miast lub ich części. Zagęszczająca się tkanka miejska wymusiła procesy prowadzące do tzw. syndromu rzeki miejskiej (ang. *urban river syndrome*), powodowała prostowanie koryt rzecznych, zmniejszenie zasilania i w konsekwencji przepływów, przeciążenie ściekami, ograniczając możliwości samooczyszczania. Malejące możliwości dostarczania usług związanych z funkcjonowaniem ekosystemu połączone ze zwiększaniem się dolegliwości wynikających z zanieczyszczenia wód, a także rosnące zapotrzebowanie na przestrzeń prowadziły do decyzji o umieszczaniu rzek w podziemnych kanałach. Po zniknięciu z powierzchni ziemi rzeki miejskie zaczęły znikać także ze świadomości mieszkańców.

Postępująca urbanizacja doprowadziła w wielu miejscach do znaczącego obniżenia jakości życia mieszkańców. Składał się na to niekorzystny miejski mikroklimat (mała wilgotność i wysokie temperatury), zanieczyszczenie powietrza, korki, brak ciągów komunikacyjnych przyjaznych dla pieszych lub rowerzystów. Problemem były też podtopienia występujące podczas nawalnych deszczy, spowodowane postępującym uszczelnianiem powierzchni oraz niewydolnością kanalizacji deszczowej. Wiele działań mających poprawić sytuację prowadziło do jej pogorszenia. Pod koniec lat 70. XX w. do specjalistów zaczęła docierać myśl o konieczności zmiany paradygmatu dotyczącego zarządzania miastami i cofnięcia procesów, które doprowadziły do kryzysu. Z założenia wiązało się to z próbą zamiany transportu prywatnego na publiczny i odzyskiwaniem powierzchni na tereny zieleni i piesze ciągi komunikacyjne. Stworzyło to przestrzeń dla odtwarzania miejskiej sieci rzecznej i szeregu utraconych w wyniku jej zaniku usług świadczonych przez ekosystem.

Najwcześniejsze udokumentowane projekty wydobycia rzeki z podziemnego kanału były realizowane w Stanach Zjednoczonych, na potoku Strawberry Creek (1987) i w Szwajcarii na potokach w Zurychu (1988) (rysunek 2). O ile projekt amerykański miał na celu przywrócenie integralności ekologicznej rzeki i całej palety usług ekosystemów, pierwotnym argumentem przyświecającym włodarzom Zurychu było pragnienie odseparowania spływów z wody opadowej od ścieków bytowych i zmniejszenie kosztów oczyszczania ścieków. Dopiero potem odkryto szereg dodatkowych korzyści związanych z realizacją tych projektów. Kolejne inwestycje w odtwarzanie strumieni ukierunkowywano na uzyskanie całej palety różnych usług oferowanych przez odtwarzane ekosystemy. W ostatnich latach wydobywanie spod ziemi zakopanych wcześniej cieków (ang. *daylighting*, *deculverting* lub *reopening*) staje się coraz powszechniejszą praktyką towarzyszącą rewitalizacji silnie zindustrializowanych miast (por. np. Pinkham, 2000; Trice, 2016; Wantzen i in., 2022). Zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i w Szwajcarii odkryto koryta kolejnych kilkudziesięciu rzek. Podobne inwestycje pojawiły się już w wielu innych krajach, kolejne są aktualnie dyskutowane (jak choćby Drna) i projektowane. Szczególny wzrost zainteresowania pomysłem obserwowany jest od pierwszej dekady XXI w. na skutek promocji dużego projektu zrealizowanego w Seulu (studium przypadku 6).

Jak każda inwestycja, także ta związana z odkrywaniem zakopanych uprzednio koryt rzecznych musi być możliwa do przeprowadzenia i uzasadniona ekonomicznie. Ważne są przewidywane zyski z inwestycji, a więc zmniejszenie kosztów obsługi systemu kanalizacyjnego i oczyszczalni ścieków oraz zaprezentowany w drugiej części rozdziału cały wachlarz usług, które mogą potencjalnie być świadczone przez zregenerowany ekosystem. Niebagatelną korzyścią w wielu miejscach jest ograniczenie występowania miejskich powodzi spowodowanych przeciążeniem lub zatkaniem kanałów deszczowych, a czasem wręcz podziemnych koryt rzek. Decyzja o podjęciu inwestycji i o jej kształcie musi być poprzedzona szczegółową analizą możliwych do realizacji wariantów. Te zaś wynikają z: ograniczeń, które narzuca aktualne zasilanie cieku, możliwości jego dodatkowego zasilania, aktualnego zanieczyszczenia i perspektywy spływu zanieczyszczeń ze zlewni, przestrzeni, w której znajduje się podziemny kanał i przestrzeni wokół, w kontekście

fot. Port(u*o)s

Rysunek 2. Zurych był pierwszym miastem, w którym rozpoczęto kompleksowe wydobywanie spod ziemi miejskich rzek. Umieszczono je tam na przełomie XIX i XX w., część włączając w system kanalizacji. W wyniku tego do ścieków i w konsekwencji oczyszczalni została przekierowana duża ilość wody, która nie wymagała kosztownego oczyszczania, powodując rokrocznie wielomilionowe straty. W latach 80. XX w. władze miejskie postanowiły rozwiązać ten problem, odkrywając i separując potoki od kanalizacji. Większość działań podejmowano na obrzeżach miasta, korzystając z niższych cen gruntów i bardziej rozproszonej zabudowy. Wielu prywatnych właścicieli było zainteresowanych przywracaniem potoków na swoich gruntach w sąsiedztwie budynków mieszkalnych. Do projektu włączyły się typowe dla Szwajcarii stowarzyszenia sąsiedzkie. Aby usprawnić działanie, powołano tematyczną grupę roboczą „Zurich Brook-Team" skupiającą specjalistów – hydrologów, biologów, socjologów, inżynierów, finansistów, prawników, specjalistów od zarządzania informacją, od public relations, formalności administracyjnych, zdobywania środków i od nieruchomości. Do dziś w Zurychu otworzono 62 odcinki zakopanych niegdyś strumieni, w sumie 19,6 km

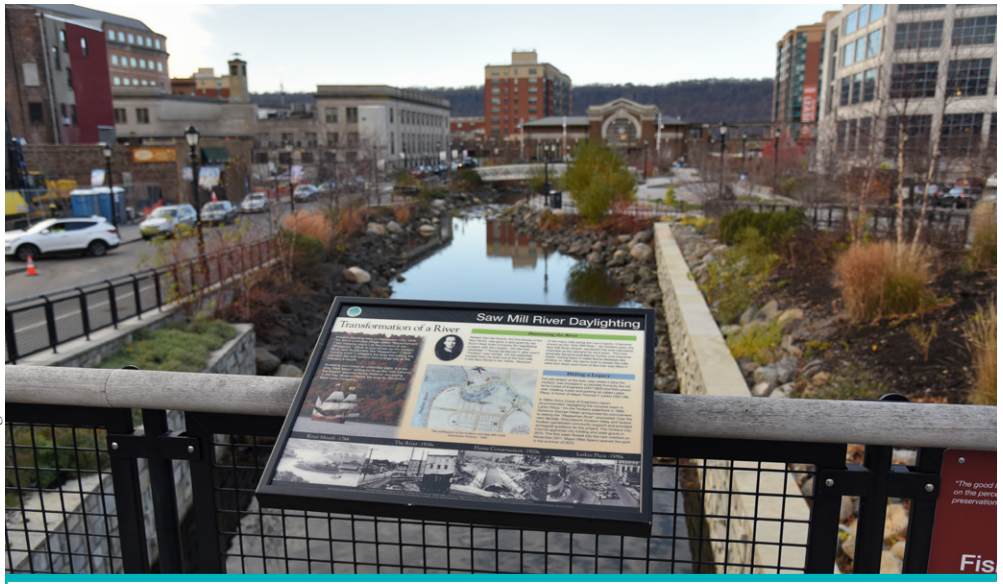
możliwej relokacji koryta. Ważne są prawa własności gruntów i status cieku, co determinuje instytucję upoważnioną do decyzji o podjęciu inwestycji i jej przeprowadzenia.

Rozpoczęcie projektu i jego finansowanie

Zurych jest jednym z nielicznych przypadków, w których projekt odbudowy rzek miejskich został zainicjowany przez władze lokalne (rysunek 2). W niektórych przypadkach, tak jak to miało miejsce w Seulu czy aktualnie w Warszawie, strona społeczna (naukowcy, dziennikarze i przyrodnicy) skupia się wokół pomysłu i tworzy ogólną wizję, do której przekonuje lokalnych decydentów. Często jednak, tak jak w opisanym w tym rozdziale przypadku rzeki w mieście Yonkers (rysunek 3), rozpoczęcie formalnych działań przez lokalny samorząd poprzedzone jest wieloletnimi działaniami organizacji pozarządowych, zdobywających granty na budowanie społecznego poparcia dla inwestycji i badania służące przygotowaniu studium wykonalności oraz samego projektu. Na tym etapie ważne jest też wskazanie potencjalnych beneficjentów. W wielu miejscach bez tych elementów niemożliwe jest zaangażowanie publicznych środków. W przypadku szerokiego grona instytucji skupionych wokół projektu szersza jest też zazwyczaj grupa podmiotów finansujących. Budżet nie ogranicza się wtedy zwykle do środków własnych samorządu, tak jak to miało miejsce w Zurychu i Seulu, ale wsparty jest środkami agencji rządowych, grantami uzyskiwanymi przez organizacje pozarządowe i dotacjami firm prywatnych, które również korzystają z przekształceń miasta. Wieloletnie doświadczenia Zurychu pokazują ponadto, że przy planowaniu kosztów inwestycji należy szczegółowo zaplanować też koszty jej utrzymywania w przyszłości, co czyni problem finansowania bardziej złożonym.

Źródła wody (zasilanie)

Istnieje ogromna różnica pomiędzy miejskimi rzekami wpływającymi w obręb miasta z zewnątrz i takimi, które na terenie aktualnego miasta mają swój początek. Te pierwsze, jak pokazują przykłady Zurychu i Yonkers (rysunki 2 i 3), mają zazwyczaj – przynajmniej w naszej strefie klimatycznej – w miarę stabilne zasilanie. Te drugie, tak jak to ma miejsce w przypadku warszawskiej Drny czy rzeki Cheonggyecheon w Seulu (studium przypadku 5), mogą nie mieć stałego naturalnego zasilania z wód gruntowych lub zyskiwać je okresowo, w zależności od opadów. Mogą też być okresowo zasilane bezpośrednio opadami, zwłaszcza jeśli zostały podłączone do kanalizacji deszczowej. Teoretycznie nie ma powodu, dla którego rzeka miejska nie miałaby być okresowa. Jedynym podnoszonym problemem



fot. Nathan Kensinger

Rysunek 3. Saw Mill to mający 37,8 km dopływ rzeki Hudson w hrabstwie Westchester w stanie Nowy Jork w Stanach Zjednoczonych. Dzięki energii wodnej u jej ujścia od XVII w. rozwijało się przemysłowe miasto Yonkers. Z czasem rzeka została zdegradowana do wąskiego kanału ściekowego i w końcu umieszczona pod ziemią. Pomysł odtworzenia rzeki podchwyciły organizacje pozarządowe, które przez dziesięć lat finansowały i organizowały akcje promujące go wśród mieszkańców i władz, oraz nakreśliły ekologiczne i techniczne ramy dla jego realizacji. Uzyskano wsparcie lokalnych fundacji i agencji rządowych. Zasięg projektu ograniczono do odcinków możliwych do przekształcenia bez likwidacji użytkowanych budynków. Przy odbudowanych odcinkach rzeki pojawiły się atrakcyjne tablice informujące o historii miejsca i odkrywania rzeki. Powstały też bogate materiały dydaktyczne dla nauczycieli z okolicznych szkół. Po kilku miesiącach od uruchomienia nowego koryta wróciło do niego bogate życie biologiczne – ryby wędrowne, żółwie, kraby i ptaki. Pojawiło się dużo gatunków owadów, w tym lądowych (źródło: Saw Mill River Daylighting, Yonkers, New York, 2016)

z tym związanym jest zwiększone ryzyko zaśmiecenia koryta. Można jednak zorganizować koryto odbudowywanej rzeki w ten sposób, aby przepływ powierzchniowy był widoczny jedynie w okresie aktywnego zasilania, ale było ono skonstruowane w sposób umożliwiający efektywną retencję wody, zapewniając warunki dla wegetacji roślinności bagiennej. Można też stworzyć zagłębienia koryta lub drobne zbiorniki umożliwiające przetrwanie roślinności wodnej i wodnych organizmów. Jednym słowem – utrzymywać wodę w korycie lub jego fragmentach przy braku przepływu. Wybór wariantu musi jednak uwzględniać oczekiwania lokalnej społeczności, a te mogą być bardzo różne. Mieszkańcy mogą spodziewać się widocznego przepływu wody, czasem ważniejsze jest, żeby na powierzchni była ona po prostu widoczna, czasem wystarczy stałe zachowanie pasa „świeżej" zieleni wyznaczającego koryto.

W przypadku nieciągłości zasilania lub jego braku można pokusić się o zapewnienie wody z zewnątrz. Naturalnym wyborem są wody gruntowe z funkcjonujących już systemów odwodnienia w mieście. Można też wykorzystać dedykowane zasilaniu rzeki ujęcie wód gruntowych, zwłaszcza jeżeli są one dodatkowo zasilane przez wody opadowe z terenu miasta, wymaga to jednak szczegółowej analizy źródeł i tempa ich odnawiania i należy podchodzić do tego pomysłu z dużą ostrożnością. Teoretycznie możliwe jest też przekierowanie dużej części opadów w mieście do warstw wodonośnych stanowiących pierwotnie główne źródło zasilania odtwarzanego cieku. O ile zasilanie rzek wodami opadowymi poprzez wody podskórne jest praktykowane, to brak jest aktualnie doniesień

o wielkoskalowych działaniach zmierzających do odtworzenia obszarów źródliskowych na terenach miejskich. W tym przypadku należy przede wszystkim przyjrzeć się bezpieczeństwu takiego zabiegu, zwłaszcza pod kątem jego wpływu na stabilność zabudowanych gruntów i ryzyka skażenia wód gruntowych. Kolejnym możliwym źródłem zasilania jest większa rzeka. Rozwiązanie to wymaga jednak tego, aby planowany przepływ odtwarzanego cieku był niewielkim ułamkiem przepływu rzeki-źródła tak, aby nie zaburzyć jej funkcjonowania nawet podczas bardzo niskich stanów wody. Najlepiej, jeśli odtwarzany ciek jest dopływem rzeki mającej być źródłem jego zasilania, tak jak to miało miejsce w Seulu (studium przypadku 5). Więcej informacji na temat zasilania w wodę rzek miejskich znajduje się w rozdziale 5.

Warto wspomnieć o jeszcze jednym aspekcie zasilania rzek o zakrytym niegdyś korycie. Większość rzek w naszej strefie klimatycznej przy średnich i niskich stanach zasilana jest z wód gruntowych spływających do koryta w trakcie ich biegu. Miejscami dopływ gruntowy jest duży i rzeka znacząco „rośnie" pomimo braku powierzchniowych dopływów. Poziom wód gruntowych w mieście obniża się zazwyczaj na tyle, że takie „obszarowe" zasilanie przestaje istnieć. Niemniej niektóre z podziemnych źródeł zasilania funkcjonują nadal, ale mogą znajdować się nie w części pierwotnego obszaru źródliskowego, ale poniżej. Tak jest w przypadku Drny, która prawdopodobnie nie prowadzi wody w swoim górnym odcinku. Wzajemne przenikanie się podziemnego kanału rzeki z siecią kanalizacyjną miasta może prowadzić do sytuacji, w której jest ona zasilana ze źródeł innych niż pierwotnie. W przypadku dawno zakopanych rzek w miastach o burzliwej historii istotnym problemem może być zidentyfikowanie ich aktualnych źródeł zasilania w wodę. Może to znacząco utrudnić planowanie i rozpoczęcie działań.

Przestrzeń

Rekonstrukcje rzek miejskich są bardzo trudne również ze względu na ograniczenia przestrzeni. Są one zazwyczaj pierwotnie zabudowane ciągami komunikacji pieszej, a potem drogowej, co jest naturalną konsekwencją zachodzącego w trakcie rozwoju miasta lokowania prostowanych koryt rzek wzdłuż dróg lub tworzenia dróg wzdłuż rzek. Utrzymanie takiego stanu stwarza stosunkowo duże możliwości działania. W niektórych przypadkach jednak, takich jak przytoczony już przykład Drny, już po zakryciu rzek dochodzi do znaczącej przebudowy miasta i zmiany układu ulic. Wówczas często nie ma dokładnej dokumentacji przebiegu podziemnego koryta i cały projekt należy rozpocząć od dokładnego jego zlokalizowania. Jeżeli nad podziemnym korytem znajdują się budynki lub inne trwałe konstrukcje, należy sobie przede wszystkim zadać pytanie, czy ich wyburzenie jest możliwe i uzasadnione także innymi względami niż odtwarzanie rzeki, np. złym stanem technicznym lub brakiem aktualnej użyteczności, tak jak to ma miejsce w przypadku zlikwidowanych zakładów przemysłowych. Przykład Seulu pokazuje, że odtwarzanie rzeki może stać się pretekstem do znacznych zmian w zabudowie miasta i zapoczątkować jego gruntowną rewitalizację. Teren po wyburzonych zakładach przemysłowych lub innych elementach trwałej infrastruktury może być miejscem utworzenia parku, którego centralną osią będzie zrekonstruowana rzeka, tak jak stało się to np. w Saw Mill (rysunek 3). Można wydzielić kilka zasadniczych scenariuszy odtwarzania rzek w zależności od dostępnej przestrzeni (tabela 1, rysunek 4).

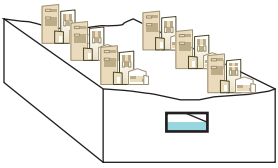
Należy podkreślić, że odtwarzanie rzeki jest zazwyczaj operacją hybrydową i rozłożoną na etapy. Można odkrywać koryto stopniowo, dostosowując sposób aranżacji kolejnych odcinków do możliwości i potrzeb lokalnej społeczności. Dobrym przykładem jest odtwarzanie potoku w Seulu, które dzięki rozbiciu na trzy różnie potraktowane odcinki, zaspokoiło różne, często sprzeczne ze sobą postulaty. O ile realia na to pozwalają, warto – podobnie jak w Seulu – umieszczać odkryte, bardziej naturalne fragmenty w dole cieku, co zapobiegnie spływowi organizmów w wyniku tzw. dryfu na obszary niekorzystne siedliskowo i osłabieniu ich populacji.

Odcinkowy i hybrydowy sposób odtwarzania rzeki nakazuje uwzględnienie zasady ciągłości, a więc wnikliwą analizę konsekwencji sposobu odtwarzania kolejnych odcinków na funkcjonowanie odcinków

Tabela 1. Sposoby odtwarzania rzek miejskich w zależności od występujących ograniczeń

Ograniczenia	Możliwości
Na rozpatrywanym odcinku otwarcie koryta nie jest możliwe, gdyż nad nim znajduje się zwarta zabudowa miejska, która nie może być rozebrana	Odtworzenie istnienia rzeki w świadomości mieszkańców przez zainstalowanie tablic informacyjnych, najlepiej ze zdjęciami przedstawiającymi pobliskie miejsce w okresie przed zamknięciem koryta (rysunek 4b); ten element powinien być uwzględniony przy każdej, także pełnej odbudowie rzeki. Alternatywnie można próbować relokować koryto rzeki na tym odcinku, przesuwając je w miejsce dogodne – ma to sens wówczas, gdy sąsiednie odcinki mogą być odkrywane swobodnie. Warto pamiętać, że w wielu przypadkach podziemny przebieg rzeki odzwierciedla jej przebieg po pierwotnej regulacji i prostowaniu, a nie przebieg oryginalny. Teoretycznie możliwe są przypadki, gdy relokacja koryta podczas jego odtwarzania przywróci rzekę na pierwotne miejsce
Na rozpatrywanym odcinku jest wolna przestrzeń, ale woda nie płynie i nie podjęto decyzji o próbie odtworzenia rzeki	Symboliczne zaznaczenie na powierzchni przebiegu koryta za pomocą form z betonu, kamienia lub roślinności (np. pasa niebieskich traw) (rysunek 4c)
Na rozpatrywanym odcinku pełne otwarcie koryta nie jest możliwe, bo zaburzyłoby to ruch pieszy lub drogowy (np. koryto przebiega pomiędzy dwoma położonymi blisko siebie budynkami)	Otwarcie fragmentów koryta pod kratownicami umożliwiającymi ruch na powierzchni; alternatywnie – zastosowanie kładek, loggii, podwieszanych chodników; aranżacja udostępnionej części w sposób atrakcyjny wizualnie, w tym rozważenie podświetlenia; zainstalowanie tablic informacyjnych; sztuczne wymuszenie zróżnicowania przepływu w przekroju i uczynienia go turbulentnym za pomocą wkomponowania w dno elementów blokujących i przekierowujących wodę, np. kamieni (rysunek 4d). Tam gdzie się da, warto choć małe fragmenty pozostawić całkiem otwarte (rysunek 4e)
Na rozpatrywanym odcinku istnieje możliwość otwarcia koryta, ale zbyt wąskiego pasa, aby utworzyć koryto mogące przyjąć bezpiecznie duże fale wezbraniowe	Zwiększenie powierzchni przekroju koryta przez jego obniżenie lub poszerzenie pod ciągami komunikacyjnymi; poprowadzenie koryta obok podziemnego kanału przeznaczonego do przejęcia ponadwymiarowych przepływów (rysunek 4f) lub ponad tym kanałem. Wydaje się, że takie „rezerwowe" koryto może być przydatne w wielu sytuacjach, w których koryto odtwarzane na powierzchni byłoby wrażliwe na zbyt intensywne przepływy
Na rozpatrywanym odcinku istnieje możliwość otwarcia koryta, ale dostępna przestrzeń (szerokość pasa) jest zbyt mała, aby odtworzyć naturalne, meandrujące koryto	Utworzenie funkcjonalnej warstwy dna ze strukturami ograniczającymi erozję i toczenie osadów w dół cieku – pozwoli to na efektywne funkcjonowanie systemu, przynajmniej przy niskich i średnich przepływach (rysunek 4g)
Na rozpatrywanym odcinku istnieje możliwość pełnej renaturyzacji rzeki	Wszystkie dostępne w katalogu prac renaturyzacyjnych, w tym przywrócenie pełnej łączności z wodami podziemnymi i odtworzenie terenów zalewowych (więcej w rozdziale 4), jednak z uwzględnieniem specyfiki miasta (zwiększonych spływów zanieczyszczeń, zwiększonego parowania, zwiększonej bezpośredniej antropopresji) oraz reżimu przepływu narzuconego przez zastosowane źródła zasilania (rysunek 4h)

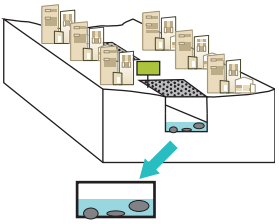
(a) Brak przestrzennych możliwości odtworzenia ani zaznaczenia przebiegu rzeki w przestrzeni miejskiej



(b) Na rozpatrywanym odcinku otwarcie koryta nie jest możliwe, gdyż nad nim znajduje się zwarta zabudowa miejska, ale możliwe jest symboliczne oznaczenie przebiegu rzeki

(c) Na rozpatrywanym odcinku jest wolna przestrzeń, ale woda nie płynie i nie podjeto decyzji o próbie odtworzenia rzeki

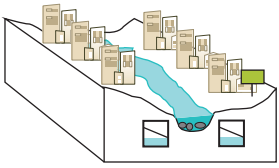
(d) Na rozpatrywanym odcinku pełne otwarcie koryta nie jest możliwe, bo zaburzyłoby to ruch pieszy lub drogowy, ale możliwe są zmiany przepływu wody



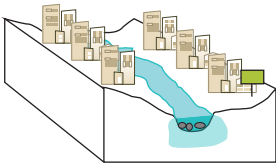
(e) Na rozpatrywanym odcinku pełne otwarcie koryta nie jest możliwe, bo zaburzyłoby to ruch pieszy lub drogowy, ale możliwe jest odsłonięcie fragmentów rzeki

(f) Na rozpatrywanym odcinku istnieje możliwość otwarcia koryta, ale zbyt wąskiego pasa, aby utworzyć koryto mogące przyjąć bezpiecznie duże fale wezbraniowe

(g) Na rozpatrywanym odcinku istnieje możliwość otwarcia koryta, ale dostępna przestrzeń (szerokość pasa) jest zbyt mała, aby odtworzyć naturalne, meandrujące koryto



(h) Na rozpatrywanym odcinku istnieje możliwość pełnej renaturyzacji rzeki



Rysunek 4. Różne opcje odtwarzania rzek w zależności od dostępnej przestrzeni (opis w tabeli 1)

poniżej i powyżej. Wieloletnie doświadczenia Zurychu wprost sugerują, że cały korytarz potoku wraz z nadbrzeżem należy traktować jako jeden funkcjonalny system, zarówno w odniesieniu do funkcjonowania ekosystemu, jak i struktury miasta, w tym ciągów komunikacyjnych. W zależności od wybranego sposobu podejścia do odtworzenia rzeki pojawia się kilka odrębnych kategorii korzyści (tabela 2).

Zakończenie

Aktualne trendy urbanistyczne prowadzić będą do głębokiej rewitalizacji przestrzeni miejskiej, nadając jej bardziej pierwotny, naturalnych charakter. Jednym z ważkich etapów takiej rewitalizacji jest odtwarzanie miejskiej sieci rzek i odzyskiwanie szeregu oferowanych przez nie usług ekosystemów. Działaniom takim sprzyja rozwój naukowy i technologiczny, pozwalający z jednej strony docenić

Tabela 2. Korzyści wynikające z odtwarzania rzeki w mieście

Korzyść	Opis
Identyfikacja i integracja mieszkańców z miastem lub dzielnicą i wzrost ich motywacji do podejmowania nowych aktywności związanych z tą sferą	Odtworzenie świadomości istnienia rzeki i jej roli w kształtowaniu miasta w przeszłości sprzyja identyfikacji z miejscem i przywiązaniu do niego. Cel ten jest możliwy do osiągnięcia nawet przy braku możliwości odtworzenia rzeki. Tablice informacyjne wraz z fizycznym zaznaczeniem w przestrzeni miejsca przebiegu koryta, np. za pomocą pasa zieleni lub wyróżniającej się nawierzchni czy efektów dźwiękowych
Rzeka jako oś terenu rekreacyjnego lub pieszo-rowerowego ciągu komunikacyjnego	Aby zrealizować ten cel w minimalnym zakresie, wystarczą działania opisane w poprzednim punkcie. Idąc dalej, można odtworzyć obrośnięty roślinnością fragment koryta rzeki w zagłębieniu pośrodku zagospodarowanego terenu. Może być to tzw. suchy potok, suchy potok łączący drobne zbiorniki wodne lub wydłużony zbiornik stojącej wody imitujący kształtem koryto. Oczywiście im pełniej zostanie zrekonstruowany ciek, tym lepszy efekt zostanie uzyskany
Poprawa mikroklimatu	Im większą powierzchnię będzie miała płynąca woda, im będzie jej więcej, im jej przepływ będzie bardziej turbulentny, w im większym stopniu płynąć będzie przepływem pod powierzchnią dna, im będzie bardziej zarośnięte nadbrzeże i im mniej będzie przeszkód poprzecznych w korytarzu aerodynamicznym wzdłuż koryta, tym silniej odtwarzana rzeka będzie oddziaływać na klimat, obniżając temperaturę i zwiększając wilgotność
Poprawa jakości wody	Odkrycie zakopanego koryta umożliwia wykrycie nielegalnych zrzutów ścieków i łatwą kontrolę dopływu pozostałych zanieczyszczeń. Pozwala też na rozwój w korycie roślin i zwiększenie efektywności struktur tworzonych przez mikroorganizmy, wzbogacając je o korzystające z energii słonecznej glony. Kluczowa dla procesu samooczyszczania jest strefa denna. To ona działa jak filtr i przez liczne mikro- i makroorganizmy, które ją zasiedlają, asymiluje, rozkłada i wbudowuje w żywą biomasę zanieczyszczenia płynące wodą. Dodatkowo do samooczyszczania ważne są: (1) objętość płynącej wody, (2) turbulentność przepływu, pomagająca natlenić wodę i skutecznie rozcieńczyć zanieczyszczenia, oraz (3) bogactwo roślinności w korycie i obok niego
Zwiększenie retencji	Zwiększenie retencji wody w korycie skutkuje skuteczniejszym jej zatrzymywaniem w mieście i stabilizuje przepływy poniżej – zapobiega podtopieniom i wysychaniu rzeki. Otwarcie rzeki i unaturalnienie koryta zawsze prowadzą do spowolnienia odpływu. Siła oddziaływania w tym zakresie zależy od krętości koryta, ilości i charakteru rumowiska dennego i turbulentności przepływu. Sensowne wydaje się lokowanie wokół odtwarzanych rzek terenów zalewowych z fragmentami stale podmokłymi lub drobnymi zbiornikami zatrzymującymi część wody z wezbrań
Wzrost bioróżnorodności w korycie i jego sąsiedztwie	Wydobycie koryta rzeki na powierzchnię zwiększa radykalnie bioróżnorodność w nim samym i w jego okolicy. Rzeka jest miejscem rozrodu, odżywiania się i źródłem wody dla dużej liczby organizmów lądowych. Także zmiany mikroklimatu i zmiany szaty roślinnej związane z odtworzeniem rzeki czynią miasto przystępniejszym dla dzikiej flory i fauny. Bioróżnorodność jest w znacznej mierze pochodną jakości siedlisk i ich różnorodności, a ta warunkowana jest w rzece przez zróżnicowany i turbulentny przepływ, zróżnicowane strukturalnie i efektywnie funkcjonujące biologicznie osady denne. Przy odtwarzaniu ekosystemu rzecznego należy korzystać z rodzimej roślinności i, jeżeli to możliwe, dostosować okolice koryta do okresowych podtopień, których występowanie powinno być traktowane jako stan normalny
Usprawnienie działania kanalizacji deszczowej i zarządzania wodą w mieście	Odtwarzanie rzek miejskich jest w stanie odciążyć kanalizację deszczową i zmniejszyć koszty zarządzania deszczówką. Zabezpiecza też przed podtopieniami, jakie mogą być spowodowane przeciążeniem lub zanieczyszczeniem tradycyjnych instalacji. Umożliwia stosunkowo łatwe zarządzanie naturalnymi i seminaturalnymi obiektami retencyjnymi, takimi jak drobne zbiorniki i tereny podmokłe

Tabela 2 cd. Korzyści wynikające z odtwarzania rzeki w mieście

Korzyść	Opis
Zmiany społeczne	Zarówno tworzenie wokół odtwarzanych rzek terenów zieleni i atrakcyjnych ciągów komunikacji pieszej i rowerowej, jak i wyraźna lokalna poprawa jakości i temperatury powietrza powodują, że możliwe jest odtworzenie naturalnej, społecznej roli rzeki. Oś rzeki może stać się miejscem przemieszczania się mieszkańców, ich spotkań i odbudowy relacji. Może spowodować też powrót ludzi do miejsc historycznie i kulturowo ważnych, zarówno tych, które dotrwały do współczesności, jak i tych zrekonstruowanych lub oznaczonych symbolicznie. Może odtworzyć tradycyjny fundament tożsamości grupy mieszkańców i uspołecznić jej funkcjonowanie
Jakość życia	Większość szczegółowych, opisanych wyżej korzyści dostarczanych przez rzeki prowadzi do kolejnej, którą jest podniesienie jakości życia i zdrowia mieszkańców. Wynika ono nie tylko ze zmniejszenia natężenia większości szkodliwych skutków nadmiernej urbanizacji, ale także pośrednio – przez zwiększenie ich aktywności fizycznej na świeżym powietrzu i tworzenie warunków sprzyjających rozwijaniu kontaktów i relacji. Ważne w tym kontekście jest dbanie o to, by korzyści odnosiło jak najszersze grono mieszkańców, z zachowaniem powszechnej dostępności do nowych przestrzeni publicznych i przede wszystkim utrzymaniem ich publicznego charakteru
Powrót mieszkańców do dawnych miejskich centrów i wzrost wartości gruntów	Jak pokazuje wiele przykładów (także te zamieszczone w tym rozdziale), odtwarzanie miejskich rzek może zainicjować spontaniczną rewitalizację zdegradowanych fragmentów miasta, uczynić je atrakcyjnymi dla mieszkańców i zachęcić do osiedlania się. Również w tym kontekście bardzo ważne jest, by możliwości korzystania z nowych przestrzeni oferować wszystkim mieszkańcom, zapobiegając gentryfikacji i prywatyzacji korzyści przez uprzywilejowane grupy społeczne

zyski płynące z istnienia rzek w mieście, z drugiej – skutecznie zniwelować część z powodów, dla których rzeki w miastach były kiedyś regulowane i zakopywane – zabezpieczyć mieszkańców przed powodziami, utrzymać rzeki czystymi i ograniczyć migrację ich koryta przy zachowaniu funkcjonalności ekosystemu. Odtwarzanie rzek jest procesem bardzo kosztownym. Zwiększa to wagę rzetelnej analizy skutków inwestycji. Dobrym przykładem jest Seul, gdzie naukowy monitoring skutków inwestycji był elementem projektu. Zaowocowało to wzrostem akceptacji mieszkańców dla innych projektów rewitalizacji miasta, ułatwiło planowanie kolejnych etapów odtwarzania rzek. W efekcie monitoringu powstało wiele opracowań i publikacji stanowiących bezcenny materiał dla ludzi zaangażowanych w podobne projekty na całym świecie. Społeczne zaangażowanie, akceptacja i duma zarówno z projektu, jak i jego realizacji są w stanie znacząco zwiększyć płynące z niego korzyści, zwłaszcza w sferze funkcjonowania miasta i dobrostanu jego mieszkańców.

Literatura

Hong, N.S., 2016. *Cheonggyecheon restoration: A process of paradigm shift in urban environment of Seoul*. Global Designing Cities Initiative, New York.

Kang, M., 2017. *Cheonggyecheon (stream) restoration* (seria wykładów z transkrypcją). Seoul Solution, Seoul. https://seoulsolution.kr/en/content/7479.

Pinkham, R., 2000. *Daylighting: new life for buried streams*. Rocky Mountain Institute, Colorado.

Trice, A., 2016. *Daylighting streams: Breathing life into urban streams and communities*. American Rivers, Washington.

Wantzen, K.M., Piednoir, T., Yixin, C., Vazhayil, A.M., Tan, C., Kari, F.G., Lagerström, M., Gerner, N.V., Sommerhäuser, M.M., 2022. Back to the surface – Daylighting urban streams in a Global North–South comparison. *Frontiers in Ecology and Evolution* 10.

STUDIUM PRZYPADKU 6

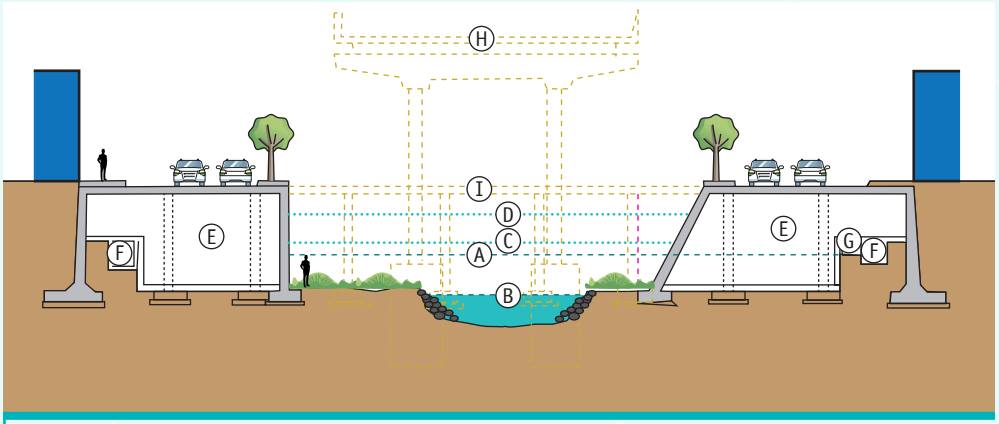
Odtwarzanie rzeki Cheonggyecheon w Seulu

Historia

Cheonggyecheon to mająca pierwotnie ok. 11 km rzeka, biorąca swój początek w okolicach Seulu. Od końca XIV w. stanowiła oś rozwoju tego miasta, a dziś jest centralnym elementem śródmieścia. Wraz z dopływami odwadniała jego obszar oraz stanowiła główne źródło wody dla lokalnych społeczności. Z czasem zamieniła się też w główny odbiornik ścieków miejskich. Z uwagi na klimat monsunowy latem gwałtownie wylewała, powodując powodzie, a zimą podsychała. W 1958 r. rozpoczęto kompleksowe prace przykrywające ciek. W ramach trwającego prawie 20 lat projektu Cheonggyecheon został ukryty pod ciągami komunikacyjnymi. Utworzono nad nimi estakadę z autostradą, wzdłuż której zbudowano budynki mieszkalne, targowiska, biurowce i zakłady przemysłowe (rysunek 5). Inwestycja stała się symbolem industrializacji i modernizacji Korei. Po dwudziestu kilku latach okazała się jednak pułapką. Postępująca degradacja środowiska uczyniła tę część miasta trudną do życia. Zanieczyszczenie

fot. 대한민국 국가기록원

Rysunek 5. Dolina rzeki Cheonggyecheon w Seulu przed (a) i po jej odtworzeniu (b)



oprac. wł. na podst. Kang, 2017

Rysunek 6. Przekrój poprzeczny przez koryto rzeki Cheonggyecheon w Seulu po jej odtworzeniu; przerywana niebiska linia wyznacza pierwotny średni poziom wody w rzece (A), a niebieska linia ciągła aktualny średni jej poziom (B); kropkowane poziome linie niebieskie oznaczają poziomy wezbrań z prawdopodobieństwem wystąpienia co 50 (C) i 200 lat (D); duża przestrzeń pod ciągami komunikacyjnymi to rezerwowe kanały mogące przejąć fragmenty ekstremalnych wezbrań (E); tuż obok nich widać kwadratowe w przekroju kanały ściekowe (F) i otwarte separatory wód opadowych (G); żółte linie prezentują orientacyjny schemat rozebranej infrastruktury – pionowe słupy pokazują wysokość estakady rozebranej autostrady (H), a poniżej zaznaczony jest poziom dawnych ciągów komunikacyjnych (I)

powietrza, uciążliwy mikroklimat, zatłoczenie i wszechobecne korki spowodowały odpływ ludności z centrum i jego postępujące podupadanie. Ze śródmieścia wycofywał się też szeroko pojęty biznes.

Decyzja

Na początku XXI w. okazało się, że na skutek oddziaływania wody konstrukcja pokrycia rzeki i autostrada uległy niebezpiecznemu zużyciu. Pojawił się dylemat, czy rekonstruować autostradowe estakady, czy wykorzystać okazję do kompleksowej rewitalizacji tej części miasta. Szczegółowa analiza pozwoliła wybrać to drugie rozwiązanie. Jego realizacja wymagała wielostronnej współpracy oraz pogodzenia licznych, często sprzecznych interesów. Część interesariuszy za najważniejsze uważała stworzenie atrakcyjnych terenów rekreacyjnych, część odbudowę bioróżnorodności. Zaskakująco ważny okazał się obszar historyczno-kulturowy, a więc odbudowa dziedzictwa materialnego związanego z rzeką jako swoistym kręgosłupem historycznego centrum miasta. Wiele osób zwracało uwagę na prawdopodobne problemy komunikacyjne po usunięciu głównej arterii wjazdowej do centrum oraz na ryzyko powodziowe. Podnoszono też kwestię gęstego zaludnienia i zabudowy terenu, braku wody w korycie poza okresem opadów i jej silnego zanieczyszczenia spływami ze zlewni miejskiej. Niebagatelnym problemem było też finansowanie inwestycji. Kompromis osiągnięto w wyniku długiej serii debat z udziałem strony rządowej, naukowców i mieszkańców.

Koncepcja i realizacja

Ograniczona przestrzeń wymusiła techniczne podejście do konstrukcji nowego koryta. Niemożliwe było naturalne wyprofilowanie doliny zalewowej. Dodatkowo powierzchnia, jaką można było oddać rzece, nawet przy zastosowaniu pionowych krawędzi, była miejscami zbyt mała, aby koryto bez ryzyka przyjęło spodziewane wezbrania. Aby poradzić sobie z tym problemem, obniżono dno cieku, a ponadto, w celu zabezpieczenia przed ekstremalnymi przepływami, zdecydowano o utworzeniu pod ciągami komunikacyjnymi dodatkowych przestrzeni mogących przejąć część fali wezbraniowej (rysunek 6).

Aby zapewnić ciągłość zasilania i odpowiednie rozcieńczenie zanieczyszczeń docierających do koryta, zdecydowano się na doprowadzenie do koryta w kilku miejscach wody pochodzącej z górnego biegu rzeki Han (do której wpływa Cheonggyecheon) i z drenażu metra. Do układu pompowane jest ok. 120 000 m^3 wody dziennie, zapewniając przepływ ok. 0,25 m/s przy głębokości 40 cm (Hong, 2016). Ograniczono dopływ zanieczyszczeń do koryta. Ścieki przekierowano do systemu kanalizacyjnego biegnącego wzdłuż rzeki. Ujścia kanalizacji deszczowej wyposażono w system separujący początkowy spływ (silnie zanieczyszczony spłukiwanymi przez deszcz w pierwszej jego fazie zanieczyszczeniami) od znacznie mniej obciążonego zanieczyszczeniami spływu późniejszego. To rozwiązanie zmniejszyło znacząco koszty oczyszczania ścieków deszczowych.

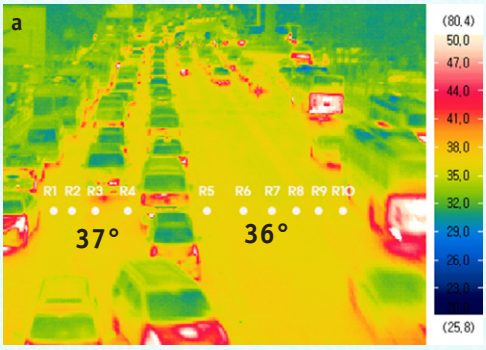
Aby zoptymalizować społeczno-kulturowe i przyrodnicze funkcje inwestycji, podzielono ją na trzy odcinki. W górnej części priorytetem była warstwa kulturowo-historyczna, w której oryginały lub repliki zabytków sprzed wieków zostały zestawione z ultranowoczesnymi formami z betonu i kamienia oraz animacjami świetlnymi. Środkowa część jest mniej „miejska", zielona, a historia prezentowana jest tam osadzonymi w ścianach obrazami z przeszłości i symbolicznymi instalacjami zaznaczającymi dawne funkcje rzeki. Część dolna jest najbardziej naturalna, pełna biologicznego życia, odwołująca się do miejskiej ekologii i ewolucji Seulu w kierunku miasta zielonego. W tej części zrekonstruowano kilka nadrzecznych budynków z okresu sprzed głównej zabudowy rzeki, a w pobliżu wybudowano muzeum prezentujące historię i współczesność Cheonggyecheon.

Jak podaje Bank Światowy, ostateczny budżet projektu wyniósł 323 mln USD. 84 mln USD pochodziło z budżetu przeznaczonego uprzednio na renowację autostrady, drugie tyle zaoszczędzono na mniej pilnych projektach i przez zwiększenie wydajności administracji. Pozostałą kwotę wydzielano z budżetu miasta (109 mln USD rocznie, ok. 1% budżetu).

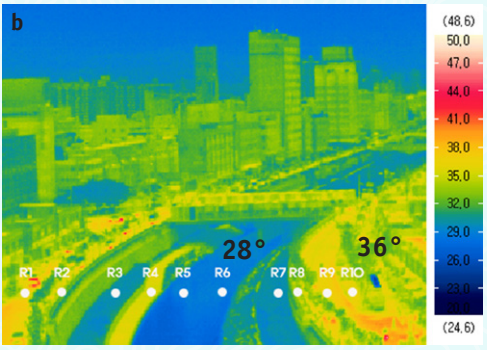
Efekty

Efektem natychmiastowym po odtworzeniu rzeki były zmiany miejskiego klimatu. Temperatura latem spadła średnio o ok. 6°C, porównując temperaturę powietrza nad autostradą i powietrza nad rzeką (rysunek 7). Zmianę tę spowodował zarówno bezpośredni wpływ samej rzeki, jak i zwiększenie o ok. 50% intensywności ruchów powietrza wzdłuż jej biegu.

Publiczna inwestycja w odtworzenie rzeki skutkowała spontaniczną szybką rewitalizacją miasta ze środków prywatnych i boomem inwestycyjnym. Zatrzymano odpływ mieszkańców z centrum. Ceny nieruchomości znacznie wzrosły, zaobserwowano wyraźną gentryfikację.



36,3° – temperatura wokół autostrady



32,7°– temperatura wokół odtworzonej rzeki

Rysunek 7. Temperatura wokół rzeki Cheonggyecheon w Seulu przed (a) i po jej odtworzeniu (b)

Powstała atrakcyjna przestrzeń publiczna szybko stała się miejscem spacerów, spotkań i licznych wydarzeń kulturalnych. Nowy ciąg komunikacji pieszej i rowerowej połączył główne atrakcje miasta. W ciągu pierwszych trzech miesięcy po zakończeniu inwestycji odwiedziła ją jedna czwarta wszystkich Koreańczyków – ok. 10 mln ludzi. Przez pierwsze 10 lat tereny nadrzeczne odwiedziło ok. 200 mln turystów.

Zwiększyła się o rząd wielkości ogólna bioróżnorodność nie tylko w korycie, lecz także w całej okolicy i wzrost ten dotyczył wszystkich badanych grup organizmów. Szczególnie zwiększyła się liczba gatunków lądowych owadów, co może świadczyć o radykalnym wzroście zróżnicowania mikrosiedlisk wokół rzeki.

Obawy dotyczące problemów komunikacyjnych okazały się nieuzasadnione. Dzięki likwidacji autostrady nastąpiła restrukturyzacja ruchu w mieście. Podniesiono opłaty parkingowe i zlikwidowano nielegalne parkowanie. Część ulic zamieniono na jednokierunkowe, wprowadzono buspasy, w wyniku czego prędkość autobusów na niektórych liniach wzrosła dwukrotnie. Zaobserwowano 2,3-procentowy spadek liczby pojazdów wjeżdżających do Seulu, przy równoczesnym wzroście o 1,4% liczby pasażerów autobusów i o 4,3% pasażerów metra. Optymalizacja transportu miejskiego i wzrost liczby pasażerów umożliwiły zmniejszenie dotacji na transport miejski o 421 mln USD.

Plany na przyszłość

Realizowaną na początku tego stulecia inwestycję potraktowano jako wstęp do dalszych działań. Skonstruowano i zatwierdzono tzw. Cheonggyecheon 2050 Master plan. Zakłada on wydobycie spod ziemi i renaturyzację do 2030 r. potoków Baegundongcheon i Junghakcheon, stanowiących główne naturalne źródło zasilania dla Cheonggyecheon. Ma to powiększyć pole oddziaływania projektu i ustabilizować zasilanie odcinka już odbudowanego. Planuje się też sukcesywne zwiększanie pokrycia naturalną roślinnością nadbrzeża, usunięcie jazów, meandryzację, przywrócenie pozostałych nadrzecznych zabytków i dalszy rozwój pieszych ciągów komunikacyjnych.

ROZDZIAŁ 7

Błękitno-zielona infrastruktura jako uzupełnienie sieci hydrograficznej

Tomasz Bergier
AGH w Krakowie

Możliwa jest rezygnacja z kanalizacji deszczowej i zastąpienie jej błękitno-zielonymi systemami, które skutecznie zatrzymują wodę deszczową w miejscu opadu, a tylko jej nadmiar odprowadzają do odbiornika. Dzięki temu tworzy się miejski ekosystem, który pełni rolę małych strumieni i okresowych cieków, rozszerzając i zabezpieczając istniejącą sieć hydrograficzną. Tym samym wprowadzamy w tkankę miejską miejsca dla rozwoju bioróżnorodności, o dużym potencjale rekreacyjnym, poprawiające lokalny mikroklimat i stosunki wodne, dostarczające wiele innych usług ekosystemów.

Słowa kluczowe: błękitno-zielona infrastruktura (BZI), rozwiązania oparte na przyrodzie, miasto gąbka, zrównoważona gospodarka wodą opadową, rekultywacja cieków miejskich

WYZWANIE

Zrównoważona gospodarka wodą deszczową w Gdańsku

Według słów prezesa Gdańskich Wód Ryszarda Gajewskiego, „Gdańsk musiał przyjąć zupełnie nowe podejście do gospodarowania wodą deszczową. Wychodzimy z założenia, że należy traktować ją jak cenny zasób, zatrzymując jej jak najwięcej już w miejscu opadu. Deszczówka powinna być kierowana najpierw na tereny zieleni, a dopiero jej nadmiar – do sieci kanalizacyjnej. Należy wykorzystać tu potencjał danego terenu – zagłębienia i obniżenia to naturalne obiekty małej retencji miejskiej. Wyznaczamy pięć głównych kierunków retencji w Gdańsku: retencję zbiornikową, terenową, uliczną, przydomową i na obszarach zieleni miejskiej. Wszystkie one tworzą błękitno-zieloną infrastrukturę miasta, uzupełniając się tak jak pięć palców jednej ręki" (rysunek 1). Gdańsk konsekwentnie realizuje powyższą śmiałą i światłą wizję, rozwijając całościowy program zrównoważonej gospodarki wodą deszczową w oparciu o system powierzchniowej retencji miejskiej (SPRiM). Zgodnie z nią opracowano gdańską politykę małej retencji miejskiej, wdrożono wytyczne planowania i realizacji inwestycji, a także konsekwentnie zmieniano regulacje i prawo lokalne, w tym miejskie plany zagospodarowania przestrzennego, żeby zachęcić inwestorów do stosowania tych zasad. Wdrożono również tzw. błękitną kartę, służącą ewidencji

źródło: Gdańskie Wody

Rysunek 1. Zintegrowane podejście Gdańska do zagospodarowania wody deszczowej za pomocą zielonej infrastruktury i innych form retencji

obiektów małej retencji miejskiej i generalnie sposobu zagospodarowania wody deszczowej.

Gdańsk rozumie też znaczenie edukacji mieszkańców i inwestorów, udostępnia poradniki i filmy dotyczące lokalnej retencji i zasad tworzenia ogrodów deszczowych, tworzy też instalacje pokazowe. Tego typu kompleksowe podejście, łączące miejskie regulacje i dokumenty strategiczne, wytyczne techniczne oraz dobre przykłady przynosi efekty – wiele inwestycji i osiedli wyposażono

fot. Gdańskie Wody

Rysunek 2. Ogrody deszczowe przy ul. Srebrnej w Gdańsku

w nowoczesne rozwiązania błękitno-zielonej infrastruktury, zapewniające bioretencję i fitoremediację wód opadowych (rysunek 2), skutecznie odciążające kanalizację miejską. W stosunku do 2001 r. udało się już ponad pięciokrotnie zwiększyć pojemność retencyjną miasta.

Choć w Polsce osiągnięcia Gdańska są wyjątkowe, to jednak nawet tam nie udało się jeszcze stworzyć kompleksowej błękitno-zielonej sieci, która zupełnie zastąpiłaby sieć kanalizacyjną i stanowiła uzupełnienie naturalnej sieci hydrograficznej. Ideałem, do którego można dążyć, jest osiedle Ensjø w Oslo, które opisujemy na końcu niniejszego rozdziału (studium przypadku 7). W rozdziale omówimy korzyści płynące ze stosowania tak kompleksowych rozwiązań, wyzwania związane z ich planowaniem i tworzeniem, a przede wszystkim zastanowimy się, jak je realizować w polskich miastach.

Woda opadowa w mieście

Jednym z najważniejszych wyzwań gospodarki wodnej jest wypracowanie i wdrożenie zrównoważonego modelu gospodarowania wodami opadowymi, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych. Konwencjonalny model zakłada jak najszybsze odprowadzenie wody opadowej z terenu miasta, najczęściej za pomocą kanalizacji miejskiej. Jednak postępująca urbanizacja, a szczególnie związane z nią uszczelnianie powierzchni miasta, sprawia, że konwencjonalny model nie sprawdza się. W naturalnych warunkach, tzn. zlewni w większości pokrytej zielenią, woda opadowa w znakomitej większości jest retencjonowana w miejscu opadu (na liściach, korzeniach, w glebie, w płytkich kałużach), jej nadmiar ulega odparowaniu przez rośliny (ewapotranspiracja) lub wsiąka w glebę, tylko niewielki procent (do 10–15%) odpływa w formie spływu powierzchniowego.

Tymczasem na terenach zurbanizowanych spływ powierzchniowy stanowi od 70 do 90% wody, która spadła na teren zlewni w formie opadu atmosferycznego. W związku z tym ilość wód deszczowych spływających z uszczelnionych powierzchni jest bardzo duża, a zbudowanie kanalizacji o przepustowości umożliwiającej jej skuteczne i bezpieczne odprowadzenie jest bardzo trudne i kosztowne (abstrahując od faktu, że przez większość czasu tworzące ją rury o ogromnych średnicach byłyby puste). Te niekorzystne zjawiska, wynikające z uszczelniania zlewni miejskich z jednej strony, a z konwencjonalnego modelu ich odwadniania z drugiej, dodatkowo pogłębia i komplikuje zmiana klimatu, a w szczególności zmiana wzorców opadów. Pomimo tego, że w Polsce suma roczna opadów nie zmienia się w sposób znaczący wskutek zmiany klimatu, to coraz częściej występują zjawiska ekstremalne, w tym opady nawalne, co skutkuje jeszcze większymi falami wód deszczowych i jeszcze większymi problemami z ich skutecznym odprowadzeniem za pomocą konwencjonalnej kanalizacji. Z drugiej strony wydłużają się okresy bezdeszczowe, czyli zwiększa się zagrożenie suszą i niedoborami wody.

Powyżej opisane zmiany lokalnego obiegu wody mają różnorodne i daleko idące konsekwencje dla funkcjonowania miasta i jakości życia jego mieszkańców. Z punktu widzenia zasilania rzek w wodę i szerzej – tematyki naszego poradnika, najbardziej istotne są konsekwencje hydrologiczne. Szczególnie uciążliwe są te wynikające z nadmiaru wody, a szczególnie z niemal natychmiastowego odprowadzenia wód opadowych (wprost wpisanego w model odwadniania miasta). Skutkuje to lokalnymi podtopieniami, powodziami błyskawicznymi i wszelkimi innymi uciążliwościami wynikającymi z obecności wody w miejscach, gdzie to jest kłopotliwe, niepożądane czy wręcz niebezpieczne. W praktyce ulewy prowadzą do lokalnych podtopień, zniszczeń infrastruktury, paraliżu komunikacyjnego, a nawet zagrożenia zdrowia i życia ludzi. W skali ponadlokalnej, szczególnie w skali zlewni rzeki, do której trafiają wody opadowe, konsekwencją jest zwiększenie zagrożenia powodziowego (tzw. powodzie od rzek), gdyż zrzuty wody opadowej na wielu odcinkach rzeki – praktycznie bez opóźnienia – przyczyniają się do formowania fali powodziowej, która stanowi zagrożenie dla terenów leżących nad rzeką.

Druga grupa zagrożeń hydrologicznych to te wynikające z braku wody. Nie niosą one bezpośrednich zagrożeń i w związku z tym są mniej medialne, jednak w dłuższym horyzoncie czasowym są również uciążliwe, szczególnie w czasach, kiedy mamy do czynienia z coraz większymi niedoborami wody. Szybkie i skuteczne odwodnienie miasta powoduje, że problemy z suszą w obszarach miejskich są znacznie bardziej dotkliwe, a czasami występują nawet w okresach, kiedy nie ma niedoborów opadów (zjawisko suszy miejskiej). Wynika to z tego, że zasilanie wód podziemnych, zwłaszcza wód podskórnych, jest istotnie ograniczone na skutek modelu odwadniania miasta (w obszarach ścisłej zabudowy często wyeliminowaliśmy zupełnie infiltrację, a całość wody opadowej jest odprowadzana kanalizacją).

Jednak konsekwencje zmian obiegu wody nie ograniczają się do konsekwencji hydrologicznych. Ściśle z nimi związane są konsekwencje środowiskowe. Z jednej strony szybkie odprowadzenie wody ze zlewni powoduje brak wody dla roślin i dla zwierząt, co ma kluczowy wpływ na ograniczenie bioróżnorodności, utrudnia normalny wzrost i rozwój drzew, które generalnie mają trudne warunki bytowe w środowisku miejskim, przyczynia się do

spadku bioróżnorodności. Z drugiej strony intensywny spływ powierzchniowy prowadzi do wymywania szeregu zanieczyszczeń ze zlewni miejskiej, erozji gleby, co z kolei sprawia, że wody opadowe trafiające do kanalizacji są mocno zanieczyszczone i stanowią zagrożenie dla wód powierzchniowych, zwłaszcza w przypadku stosowania kanalizacji deszczowej. W przypadku kanalizacji ogólnospławnej większość zanieczyszczeń trafia co prawda do miejskiej oczyszczalni ścieków, ale to z kolei generuje spore trudności techniczne i eksploatacyjne, wynikające przede wszystkim z obecności specyficznych związków, zmiennego składu i koncentracji zanieczyszczeń oraz dużej zmienności przepływu. Czynniki te powodują zaburzenia w oczyszczaniu ścieków, zwłaszcza w części biologicznej. Obecnie oczyszczalnie ścieków są zaawansowanymi układami technicznymi, których głównym zadaniem jest wysokoskuteczne oczyszczanie ścieków bytowych (w szczególności usuwanie związków biogennych), a doprowadzanie do nich ścieków deszczowych może zaburzać ich pracę i wpływać na efektywność usuwania zanieczyszczeń. Z tego powodu ich dopływ powinien być mocno ograniczony, a najlepiej zupełnie wyeliminowany. Poza tym bezpośrednie odprowadzanie do rzek wód opadowych z kanalizacji deszczowej, a szczególnie ścieków z przelewów burzowych kanalizacji ogólnospławnej, może mieć znaczący wpływ na jakość wód w odbiornikach.

Szczególnie istotne dla mieszkańców miasta są konsekwencje społeczne zmian w obiegu wody, w tym przesuszenie powietrza prowadzące do alergii i astm, ale również obniżenie estetyki miasta wynikające z braku zieleni i wody w przestrzeni miejskiej czy związane z tym ograniczone możliwości relaksu i rekreacji. Ponieważ ewaportranspiracja jest jednym z najskuteczniejszych i najbardziej zrównoważonych sposobów chłodzenia miasta, szczególnie uciążliwą konsekwencją zaniku roślinności jest intensyfikacja miejskiej wyspy ciepła – przegrzewanie się miasta.

Opisane powyżej konsekwencje konwencjonalnego modelu odwadniania miasta wymagają od nas szukania sposobów naprawy tej sytuacji, zwłaszcza metod zrównoważenia lokalnego obiegu wody i – co szczególnie istotne z punktu widzenia tematyki niniejszego poradnika – przywrócenia naturalnego zasilania rzek miejskich wodami ze zlewni zurbanizowanych, czyli zapewnienia stosunkowo stabilnego dopływu do nich wód opadowych, o jakości niezagrażającej życiu biologicznemu w rzekach i niedegradujących możliwości ich użytkowania (np. ujęcia wody, kąpieliska, hodowla ryb).

Miasto gąbka

Koncepcja miasta gąbki (rysunek 3) powstała w odpowiedzi na wyzwania gospodarki wodami opadowymi opisanymi w poprzednim podrozdziale, a także na inne wyzwania zarządzania miastem wynikające ze zmiany klimatu. Zakłada ona zwiększenie retencji krajobrazowej wody deszczowej jak najbliżej miejsca opadu. Nadrzędną zasadą jest rezygnacja z odprowadzenia wód opadowych do kanalizacji miejskiej, ewentualnie traktowanie tego jako rozwiązania awaryjnego, dopuszczalnego tylko w przypadkach wyjątkowych (np. deszczy długotrwałych lub nawalnych). Nawet wtedy odpływ wód opadowych do kanalizacji powinien następować z opóźnieniem, a tym samym z mniejszym natężeniem, dzięki czemu minimalizowane jest ryzyko przepełniania infrastruktury, podtopień i powodzi, lepsza jest również jakość odprowadzanych wód.

Kluczowe dla realizacji koncepcji miasta gąbki jest zwiększanie pojemności retencyjnej, a także różnorodność techniczna i konstrukcyjna rozwiązań i urządzeń stosowanych w zlewni. Najskuteczniejsze w osiągnięciu tego celu są rozwiązania błękitno-zielonej infrastruktury (BZI), które poza bezpośrednią poprawą lokalnego obiegu wody doskonale równoważą praktycznie wszystkie konsekwencje jego zmian opisane w poprzednim podrozdziale. Pojemność retencyjna może być realizowana w formie odrębnych urządzeń (np. ogrody deszczowe, niecki i zbiorniki bioretencyjne), jak też przez modyfikację istniejących lub nowo tworzonych budynków (np. zielone dachy czy układy wykorzystania wód opadowych do celów o niższych wymogach jakościowych niż dla wody do picia, w praktyce najczęściej do spłukiwania toalet) czy infrastruktury transportowej (np. zielone torowiska, nawierzchnie przepuszczalne, gleby strukturalne). Szczegółowym opisom technicznym rozwiązań BZI poświęciliśmy oddzielny poradnik (Bergier i Kowalewska, 2019).

Rysunek 3. Idea miasta gąbki, w którym woda jest skutecznie zatrzymywana w formie retencji (oczka wodne) i detencji (zielone dachy, ogrody deszczowe, podłoża nawierzchni przepuszczalnych, grunt)

W przypadku planowania urządzeń realizujących koncepcję miasta gąbki, zwłaszcza pod kątem zagospodarowania wody opadowej, kluczowe jest rozróżnienie dwóch rodzajów retencji. Pierwszy z nich to klasycznie rozumiana retencja, polegająca na gromadzeniu wody w sposób trwały, najczęściej w powierzchniowych zbiornikach retencyjnych (wszelkiego rodzaju oczka wodne, naturalne i sztuczne stawy). Woda retencjonowana w tej formie ma istotne znaczenie dla estetyki miasta (błękitne zwierciadło wody), a w okresach suszy pełni rolę schładzającą miasto, stanowi też źródło wody dostępnej dla miejskiej flory i fauny. Jednak ich użyteczność w przypadkach nadmiaru wody jest bardzo ograniczona, gdyż zbiornik czy inne urządzenie wypełnione wodą nie mają możliwości przyjęcia znacznych objętości spływu powierzchniowego. Dlatego w zlewni niezbędna jest obecność urządzeń o objętości magazynowej, które w normalnych warunkach są puste i z których woda stosunkowo szybko odpłynie do dalszych urządzeń, kanalizacji lub wód powierzchniowych czy podziemnych, które też dzięki temu będą gotowe na przyjęcie kolejnej porcji wody. W związku z tym, że zasadniczym zadaniem tego typu urządzeń jest opóźnienie odpływu wody (a nie jej magazynowanie), ten rodzaj retencji będziemy w dalszej części niniejszego rozdziału nazywali detencją[1] (w odróżnieniu od retencji rozumianej w klasyczny sposób). Oba typy pojemności retencyjnej mogą być skutecznie realizowane za pomocą urządzeń BZI i rozwiązań opartych na przyrodzie, a ich seminaturalny kształt i duża różnorodność pozwalają na stosunkowo łatwe i estetyczne spełnienie tych dwóch, pozornie sprzecznych ze sobą założeń (rysunek 4). Oczywiście pojemność retencyjna i detencyjna może być również tworzona za pomocą rozwiązań szarej infrastruktury (np. zbiorniki podziemne, retencja kanałowa), a najlepsze efekty daje łączenie tych dwóch typów infrastruktury, wykorzystywanie ich mocnych stron

[1] Zdecydowaliśmy się na stosowanie tego określenia dla czytelności i uproszczenia narracji, mając pełną świadomość jego kontrowersyjności czy wręcz niezręczności językowej.

Rysunek 4. Zbiornik bioretencyjny na placu Poczdamskim w Berlinie jest przykładem możliwości harmonijnego łączenia pojemności retencyjnej (centralna głęboka część zbiornika, widoczna w głębi zdjęcia), mogącej pomieścić znaczne objętości wody, z pojemnością detencyjną (trzcinowe złoża hydrotifowe w płytkiej strefie przybrzeżnej, widoczne na pierwszym planie), z której woda szybko zostaje odprowadzona, zwłaszcza na drodze ewapotranspiracji przez trzcinę (fot. Potsdamer Platz, lista źródeł znajduje się w spisie cytowanych ilustracji na końcu poradnika)

w celu stworzenia systemu o wysokiej odporności na zmienne warunki, wpływ zmiany klimatu i innych często trudnych do przewidzenia czynników.

Błękitno-zielona infrastruktura kojarzy się często z rozwiązaniami typu ogrody deszczowe, niecki i zbiorniki bioretencyjne, zielone dachy, czyli z konstrukcjami tworzonymi w tkance miejskiej specjalnie w celu retencji wód czy też dostarczania innych usług ekosystemów. Zwykle są to inwestycje w stosunkowo niewielkiej skali, których funkcjonowanie opiera się na wykorzystaniu roślin czy generalnie ekosystemów, jednak mają mniej lub bardziej techniczny charakter. Tymczasem rozwiązania BZI to też lasy i parki miejskie, a więc układy o większych powierzchniach i charakterze znacznie bardziej zbliżonym do naturalnych ekosystemów. Paradoksalnie, poświęca się im znacznie mniej uwagi w przypadku planowania rozwiązań gospodarki wodami opadowymi. Te ekosystemy są jednak obecne w mieście i mają ogromny potencjał w zakresie równoważenia gospodarki wodami opadowymi i innych kluczowych usług ekosystemów omawianych w niniejszym rozdziale. Szczególnie cenne i skuteczne są pod tym względem drzewa funkcjonujące w większych lub mniejszych ekosystemach (poza wymienionymi wcześniej lasami i parkami, również parki rzeczne, drzewa w pasie drogowym lub w szpalerach czy nawet pojedyncze drzewa miejskie). Jednak aby te rozwiązania spełniły swoją rolę w tym zakresie, muszą mieć dostęp do wody opadowej. Kwestia pozornie oczywista, ale w praktyce często zaniedbywana, a i niełatwa do realizacji ze względu na ograniczenia własnościowe, prawne, techniczne czy wreszcie przyzwyczajenia i sposób myślenia. Tymczasem stosunkowo łatwo jest zwiększyć pojemność retencyjną i detencyjną tego typu ekosystemów, podnosząc ich potencjał do zatrzymania nadmiaru wody opadowej i generalnie adaptacji do zmiany klimatu, jednocześnie poprawiając warunki funkcjonowania drzew i innych

fot. Tomasz Bergier

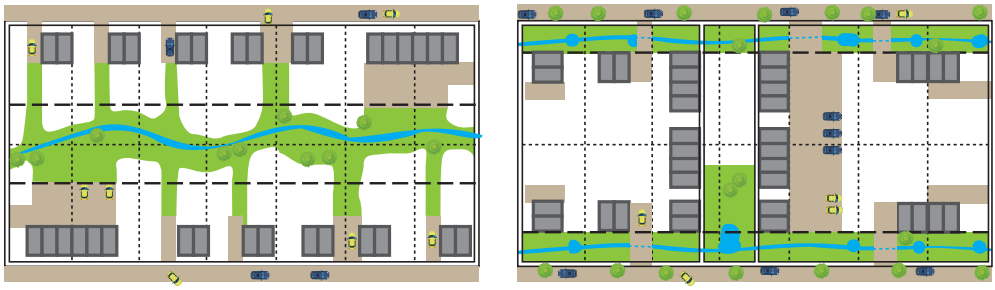
Rysunek 5. Ulica Krupnicza w Krakowie to doskonały przykład tego, że nawet w ścisłym centrum miasta możliwe jest tworzenie kompleksowych i bezkompromisowych rozwiązań zagospodarowania wody opadowej w miejscu opadu. Zastosowano tam ogrody deszczowe, donice zintegrowane ze zbiornikami na deszczówkę, punktowe ogrody fasadowe. Pomimo pozornego braku miejsca i konfliktów z istniejącą infrastrukturą udało się zasadzić tam kilkadziesiąt nowych drzew – część w gruntach strukturalnych, a część bezpośrednio w ogrodach deszczowych, a także kilka tysięcy krzewów i bylin. Niewątpliwie jest to jedna z najbardziej zaawansowanych i odważnych realizacji tego typu w polskich miastach, zwłaszcza biorąc pod uwagę to, że została zrealizowana w terenie mocno zabudowanym i uszczelnionym, pod ochroną konserwatora zabytków, wysyconym wszelkimi typami sieci technicznych, intensywnie użytkowanym przez wiele grup użytkowników o bardzo zróżnicowanych oczekiwaniach

roślin (przez zwiększenie dostępu do wody). Najprościej można to zrealizować za pomocą różnego rodzaju niecek i rowów retencyjno-infiltrujących wkomponowanych w teren zieleni czy nawet zbiorników powierzchniowych i podziemnych. Jednak szczególnie cenne i efektywne jest sadzenie drzew w gruntach strukturalnych, które można realizować również w terenach mocno zurbanizowanych, pozornie gęsto zagospodarowanych (por. krakowska Zielona Krupnicza – rysunek 5), a które doskonale poprawia warunki bytowania drzew w tego typu siedlisku, a równocześnie efektywnie zwiększa pojemność retencyjną i detencyjną danego obszaru (por. Suchocka, 2013).

BZI zamiast kanalizacji deszczowej

W powyższych podrozdziałach przedyskutowaliśmy rolę BZI w realizacji koncepcji miasta gąbki, kluczowej dla zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi i skutecznej adaptacji do skutków zmiany klimatu i ich mitygacji. Wykazaliśmy również, że rozwiązania te są coraz częściej stosowane w praktyce, również w polskich miastach. Jednak niejednokrotnie te interwencje mają charakter miejscowy i/lub doraźny, powstają w miejscach problematycznych lub szczególnie reprezentacyjnych. Rzadko mamy do czynienia z całościowym planowaniem sieci BZI na poziomie całego miasta czy nawet dzielnicy. Nawet jeśli miasta stosują bardziej całościowe programy i strategie, to zwykle skupiają się na wybranych rozwiązaniach (np. program dopłat do zielonych dachów – por. studium przypadku 5.2 w poradniku Jeleński i in., 2020) lub na konkretnym problemie gospodarki komunalnej (np. na odciążeniu istniejącej kanalizacji miejskiej).

Wprowadzanie tego typu punktowych inwestycji BZI ma niewątpliwie istotne znaczenie dla rozwiązywania konkretnych wyzwań miejskich oraz popularyzacji BZI, jednak istotnym wyzwaniem, przed którym obecnie stoimy, jest planowanie i tworzenie kompleksowych sieci BZI, przenikających cały obszar miasta, pozwalających na skuteczne dostarczanie szerokiej gamy usług ekosystemów wszystkim mieszkańcom i tworzenie autentycznych korytarzy społeczno-ekologicznych. Jeśli tego typu układy sieciowe BZI dodatkowo połączyć z miejską siecią



Rysunek 6. Formy integracji liniowych układów BZI z zabudową mieszkaniową, umożliwiające pełnienie przez nie roli kanalizacji deszczowej (oprac. wł. na podst. Huber, 2010)

hydrograficzną, staną się świetną formą ochrony rzek miejskich, gwarantując stabilne ich zasilanie wodami opadowymi, w bezpiecznej ilości i jakości. Tak jak wykazaliśmy w poprzednich podrozdziałach, dzięki detencji, retencji i fitoremediacji wód opadowych zachodzących w rozwiązaniach BZI, ich stosowanie jest doskonałym narzędziem ochrony zasobów wodnych. Dodatkowo infiltracja wód opadowych, nierozerwalnie związana ze stosowaniem BZI, pełni podobne funkcje, tzn. woda, która infiltruje w glebę, przez płytkie złoża wód podskórnych zasila wody płynące (ponownie z odpowiednią detencją i poprawą jakości).

Szczególnie ciekawą i korzystną formą tego typu podejścia jest tworzenie sztucznych seminaturalnych cieków wraz z otoczeniem, wykorzystującym różnorodne, kaskadowo połączone rozwiązania BZI, tworząc wokół cieku bufor (gąbkę), z którego nadmiar wody wypływa do naturalnej sieci rzecznej lub innych wód powierzchniowych. Tym samym powstaje świetnie funkcjonujący i przenikający się układ miasta gąbki ze sztucznie stworzoną siecią BZI i naturalną siecią hydrograficzną. Układ ten z jednej strony jest w stanie skutecznie przejąć rolę klasycznej kanalizacji deszczowej (zupełnie eliminując konieczność jej tworzenia), z drugiej – kompensuje antropogeniczne zmiany w obiegu wody przez odtworzenie naturalnych warunków hydrologicznych, tym samym buduje rezyliencję miasta, tzn. odporność na różnorodne skutki zmiany klimatu. Najbardziej bezproblemowe wydaje się wprowadzenie tego typu sieci w terenie zabudowy jednorodzinnej (rysunek 6), w której i tak zwykle mamy obowiązek zachowania odpowiedniego udziału powierzchni biologicznie czynnej. Jednak istnieją wytyczne, metody i dobre przykłady analogicznych działań w przypadku zabudowy wielorodzinnej, komercyjnej i przemysłowej, a także wzdłuż infrastruktury transportowej czy nawet na wielkoobszarowych parkingach (por. Huber, 2010).

Na pewno czynnikiem sprzyjającym tworzeniu sieci BZI, zastępującej konwencjonalną kanalizację deszczową, jest fakt, że wbrew obiegowym opiniom nie jest to proces kosztowny. Jak wynika z analiz finansowych tego typu inicjatyw realizowanych na świecie, w różnych skalach i w różnych miejscach, zwykle koszty inwestycyjne tworzenia tego typu sieci BZI są kilkukrotnie niższe niż analogiczne nakłady niezbędne do budowy konwencjonalnej kanalizacji, a koszty eksploatacyjne kilkunasto- lub nawet kilkudziesięciokrotnie mniejsze. Poza tym, w przypadku inwestycji w BZI w dużej mierze bazuje się na istniejących zasobach – terenach zieleni miejskiej, również nieformalnych, dotychczas często ignorowanych i niechronionych przed zabudową, poprawiając ich jakość i wartość, przyczyniając się do ich skutecznej ochrony. Dodatkowo obserwuje się pośrednie korzyści ekonomiczne, wynikające z rozwoju lokalnego biznesu, zwiększenia wartości nieruchomości, zmniejszenia ryzyka powodziowego. Oczywiście ten rachunek ekonomiczny nie uwzględnia licznych korzyści pozafinansowych, dostarczanych w formie różnorodnych usług ekosystemów przez stworzone rozwiązania oparte na przyrodzie, również dla innych niż ludzie mieszkańców miast.

Model ten jest zbliżony do tradycyjnego modelu powierzchniowego odprowadzania wód opadowych

fot. Tomasz Bergier

Rysunek 7. Ciekawym przykładem nowoczesnego podejścia do wód opadowych jest inwestycja przy ul. Karlikowskiej w Sopocie, w niewielkiej odległości od plaży i linii brzegowej. Stworzono tam system powierzchniowego zagospodarowania wód opadowych z okolicznych osiedli mieszkaniowych, w formie sztucznego strumienia, którego brzegi częściowo obsadzono drzewami, a częściowo wypełniono kamiennym otoczeniem, tworząc dodatkowy bufor, szczególnie istotny w przypadku intensywnych lub długotrwałych opadów. Woda dostarczana jest do systemu za pomocą powierzchniowych urządzeń (np. odwodnienie widoczne na prawej fotografii) i przelewów z lokalnych krótkich odcinków rurociągów doprowadzających deszczówkę z dachów budynków i parkingów. System zapewnia znaczną objętość retencyjną i detencyjną dla wód opadowych, poprawiając ich jakość, przy okazji stanowi bioróżnorodne siedlisko z dużym potencjałem rekreacyjnym, poprawiające lokalny mikroklimat i estetykę

za pomocą systemu rowów i kanałów, który wciąż jest stosowany w wielu miejscach, zwłaszcza w terenach wiejskich. Choć jest on typowy dla obszarów niezurbanizowanych, częściowo jest stosowany również w miastach. Oczywiście w nowoczesnym podejściu stosujemy szeroki wachlarz dodatkowych rozwiązań BZI, zwiększających objętość retencyjną i detencyjną wokół rowu i w samym rowie, ale model jest podobny, tak więc regulują go stosowne przepisy, a przede wszystkim jest znajomy dla użytkowników i mieszkańców, w tym dla urzędników i służb kontrolnych. Z drugiej strony jest coraz więcej nowoczesnych, zaawansowanych przykładów zagospodarowania wód opadowych za pomocą powierzchniowych liniowych układów BZI (np. przykład z Sopotu – rysunek 7, Ensjø – studium przypadku 7), które mogą być doskonałą inspiracją i wzorcem dla realizacji analogicznych inwestycji, zgodnie z aktualnym poziomem wiedzy i możliwościami technicznymi.

Planowanie i tworzenie sieci BZI wymaga szeregu złożonych interdyscyplinarnych i międzysektorowych działań oraz kompetencji. Są one szczegółowo opisane w poradniku (Jeleński i in., 2020), dlatego tutaj przytoczmy tylko najważniejsze z nich:

- regulacje prawne, europejskie i krajowe, ale przede wszystkim przepisy i regulacje lokalne,
- czynniki finansowe, np. system opłat za deszczówkę lub dopłat do BZI,
- kompetencje techniczne – praktyczna i teoretyczna wiedza na temat tego, jak projektować i tworzyć BZI, zaplecze techniczne, metody obliczania pojemności retencyjnej i detencyjnej oraz ich wpływu na reżim odpływu wód,
- działania edukacyjne i budujące świadomość, np. jasna komunikacja wyzwań oraz korzyści płynących ze stosowania BZI, poradniki i filmy instruktażowe, inwestycje pilotażowe i pokazowe.

Analizując przykłady tego typu inwestycji, które udało się zrealizować na świecie, w tym przykład z Oslo (studium przypadku 7), można zaobserwować, że ich sukces opiera się zwykle na długoterminowej polityce miejskiej (por. studium przypadku 1) i dokumentach strategicznych, ale

także na odpowiednich przepisach szczegółowych i branżowych, w szczególności dokumentach planowania przestrzennego. Podwaliny pod projekt w Ensjø w Oslo stworzyły dwa dokumenty strategiczne, jeden dotyczący przestrzeni publicznych, a drugi – zarządzania wodami opadowymi w celu zminimalizowania szkód spowodowanych powodziami i wodami opadowymi.

Istotną rolę odegrał też obowiązujący w Oslo system blue-green factor (BGF), który w sposób punktowy ocenia wpływ danej inwestycji na szeroko rozumiane aspekty środowiskowe. Wymaga on uzyskania określonej sumy punktów, tak więc z jednej strony inwestor ma możliwość osiągnięcia efektu ekologicznego za pomocą różnych rozwiązań, a tym samym stosunkową swobodę w sposobie zagospodarowania i zabudowy nieruchomości, z drugiej strony mamy pewność, że oddziaływanie środowiskowe inwestycji będzie ograniczone. Punkty BGF uzyskuje się za różne rodzaje pokrycia terenu, a także za różne formy BZI. Za każdy metr kwadratowy terenu zieleni otrzymuje się od 0,8 do 1,4 pkt, w zależności od miąższości gleby, a także rodzaju i wieku roślinności. Dachy zielone dają od 0,3 do 0,9 pkt za metr kwadratowy, w zależności od miąższości warstwy wegetacyjnej. Oczywiście za powierzchnie zabudowane i uszczelnione nie przyznaje się żadnych punktów. Dodatkowe punkty można uzyskać za obecność drzew na nieruchomości, od 20 pkt za drzewo świeżo zasadzone do 70 za drzewo duże (>200 cm obwodu). Szczególnie istotna z punktu widzenia tworzenia błękitno-zielonej sieci jest możliwość uzyskania dodatkowych punktów za połączenie błękitno-zielonej infrastruktury, funkcjonującej na danej nieruchomości, z obszarami sąsiednimi, generalnie za jej rozbudowę, jak również zwiększenie bioróżnorodności i wykorzystanie BZI do równoważenia gospodarowania wodą opadową. Sumę tak uzyskanych punktów[2] dzieli się przez powierzchnię działki wyrażoną w metrach kwadratowych. Minimalna wartość wskaźnika BGF, która umożliwia realizację danej inwestycji, wynosi 0,7 w centrum miasta i 0,8 na pozostałym obszarze Oslo. Zakłada się ciągłą weryfikację systemu, zarówno sposobu wyliczania BGF, jak i wymaganych wartości granicznych, wskutek publicznej dyskusji i analizy wniosków z dotychczasowej jego implementacji.

Istotną rolę dla tworzenia sieci BZI, miało też zastosowanie podejścia opartego na zgodzie i współpracy (ang. *instruments based on agreements and cooperation*) – rozwiązania bardzo rzadko spotykanego w polskich warunkach. Polegało ono na opracowaniu szczegółowej koncepcji rewitalizacji dzielnicy Ensjø, w tym zasad tworzenia zabudowy mieszkaniowej i jej połączenia z przestrzeniami publicznymi oraz siecią BZI, które wypracowało międzysektorowe partnerstwo, obejmujące przede wszystkim reprezentantów władz lokalnych oraz inwestorów, w szczególności deweloperów, a także innych interesariuszy, w tym mieszkańców. Te partycypacyjnie wypracowane zasady stały się prawem lokalnym, dzięki któremu możliwe było stworzenie tak niezwykłej dzielnicy, a w szczególności sieci BZI. Oczywiście wszystkie wypracowane zasady musiały być zgodne z przepisami prawa krajowego i lokalnego, jak również z dokumentami strategicznymi miasta Oslo, jednak opracowanie tak nietuzinkowego rozwiązania wymagało szczegółowych dyskusji i analiz wykonalności oraz dodatkowych regulacji.

Jak widać z powyższego, planowanie i konstruowanie sieci BZI i zastępowanie nią kanalizacji deszczowej nie jest procesem trywialnym ani szybkim, wymaga uważnego planowania i współpracy międzysektorowej oraz międzybranżowej. Jednak dobrym prognostykiem niech będzie fakt, że również w Polsce podejmowane są podobne próby, chociaż na znacznie mniejszą skalę (zwykle pojedynczych działek czy nawet budynków, rzadziej całych osiedli czy kwartałów). Szczególnie Trójmiasto legitymuje się długą tradycją wykorzystywania BZI oraz innych form retencji powierzchniowej do zagospodarowania wód opadowych, przed ich odprowadzeniem do wód powierzchniowych (w tym przypadku Bałtyku lub jego bezpośrednich dopływów). Poza licznymi inwestycjami zrealizowanymi w Gdańsku, o których piszemy wcześniej (por.

[2] W systemie BGF punkty dostaje się również za szereg innych rozwiązań BZI i form pokrycia terenu, tutaj omówiliśmy tylko te istotne z punktu widzenia tematu rozdziału. Szczegółowy opis systemu można znaleźć na stronach internetowych miasta Oslo.

fot. Joanna Rayss

Rysunek 8. Kompleksowy system zagospodarowania wód opadowych na os. Beauforta (Pogórze k. Gdyni) stanowi integralną część zagospodarowania tego terenu, wręcz wyznacznik jego stylu. Został on zaprojektowany przez Joannę Rayss, zgodnie z zasadami SPRiM, o których piszemy na początku niniejszego rozdziału (wyzwanie 7). Szczególnie ciekawym elementem systemu są linearne ogrody deszczowe, częściowo wypełnione wodą, co znakomicie symuluje strumień czy inne formy powierzchniowych wód płynących

wyzwanie otwierające niniejszy rozdział), ciekawe przykłady można znaleźć również w Sopocie (np. przedstawiony na rysunku 7), a Gdynia wydaje się najbliżej realizacji modelu polegającego na budowie powierzchniowego układu zagospodarowania wód opadowych w formie „sztucznych" cieków (np. system BZI, w który wyposażone jest osiedle Beauforta – rysunek 8).

Zakończenie

Jak wykazaliśmy w wielu miejscach tego poradnika (szczególnie w rozdziale 5), kluczowe dla prawidłowego funkcjonowania rzek miejskich jest stabilne i bezpieczne zasilanie ich w wodę, czasami jest to wręcz warunek ich istnienia. Zapewnienie dopływu wody pełni też kluczową rolę dla realizacji skutecznych działań na rzecz naturyzacji rzek (rozdział 4) czy ich wydobywania spod ziemi (rozdział 6). Jedynym racjonalnym źródłem do zasilania wód rzek miejskich jest woda, która w formie deszczu spada na powierzchnię miasta. Jednak na skutek urbanizacji i uszczelniania powierzchni, modelu odwodnienia miasta oraz zmian wzorców opadów spływ powierzchniowy charakteryzuje się olbrzymimi zmianami natężenia dopływu (krótkie fale powodziowe, brak dopływu w pozostałym okresie) i zanieczyszczeniem, tak więc nie zapewnia rzekom miejskim ani stabilnego, ani bezpiecznego zasilania. Niezbędne jest powszechne stosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie, szczególnie w formie układów o złożonej topologii, zaczynając od urządzeń BZI realizujących retencję na poziomie budynku czy nieruchomości (miasto gąbka), połączonych z liniowym układem (sztuczny ciek) otoczonym retencyjnym buforem, który w stabilny i bezpieczny sposób odprowadza nadmiar wody do miejskiej rzeki. Poza eliminacją zawodnej i kosztownej kanalizacji deszczowej taki system dostarcza wielu usług ekosystemów, m.in. schładza miasto i zmniejsza jego wrażliwość na ekstremalne zjawiska pogodowe, poprawia estetykę i bioróżnorodność, tworząc warunki do rekreacji i relaksu.

Literatura

Bergier, T., Kowalewska, A. (red.), 2019. *Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach – katalog techniczny*. Fundacja Sendzimira – Ecologic Institute, Kraków – Berlin.

Bergier, T., Kronenberg, J., Wagner, I. (red.), 2014. *Woda w mieście (seria „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania", 5)*. Fundacja Sendzimira, Kraków.

Huber, J., 2010. *LID: Low Impact Development. A design manual for urban areas*. University of Arkansas, Fayetteville.

Jeleński, T., Bergier, T., Gosk, I. (red.), 2020. *Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach – narzędzia strategiczne*. Fundacja Sendzimira – Ecologic Institute, Kraków – Berlin.

Suchocka, M., 2013. Podłoża strukturalne i inne metody ułatwiające rozwój drzew w trudnych warunkach siedliskowych miast. W: Bergier, T., Kronenberg, J., Lisicki, P. (red.), *Przyroda w mieście – rozwiązania (seria „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania", 4)*. Fundacja Sendzimira, Kraków, s. 38–49.

STUDIUM PRZYPADKU 7

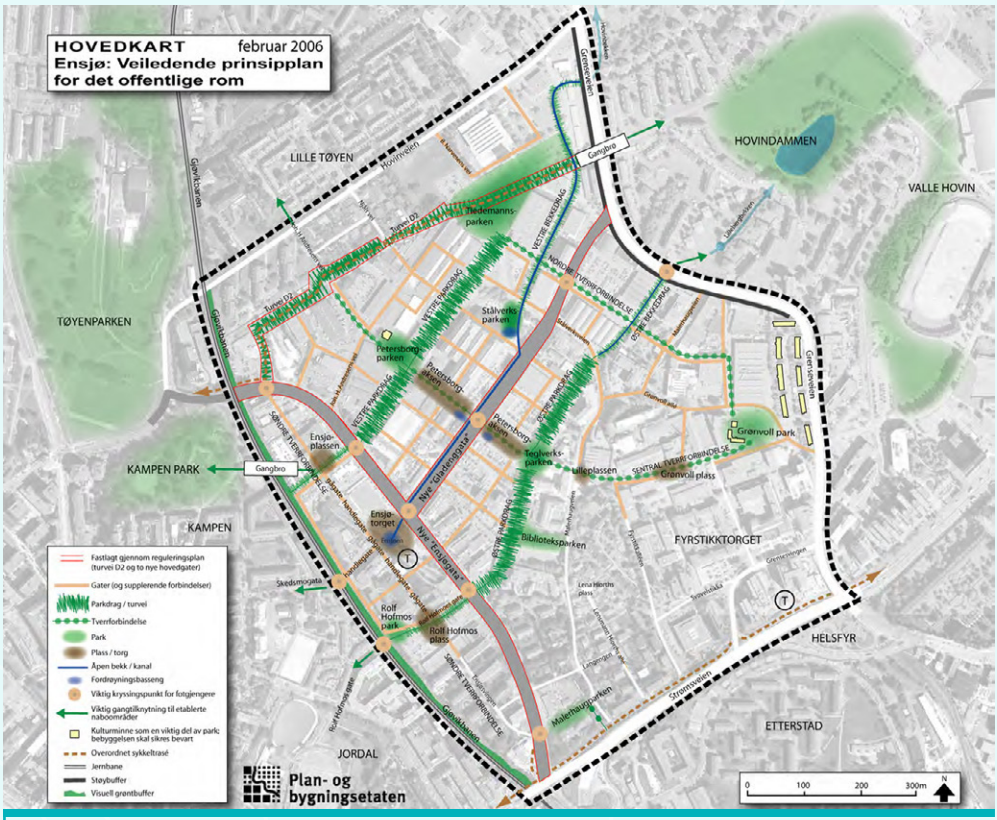
Błękitno-zielona sieć w dzielnicy Ensjø, Oslo[3]

Rewitalizacja poprzemysłowej dzielnicy Ensjø w Oslo to przykład kompleksowego podejścia do tworzenia przestrzeni miejskiej z uwzględnieniem potrzeb wszystkich grup społecznych oraz aktualnych wyzwań cywilizacyjnych, szczególnie tych wynikających ze zmiany klimatu i konieczności adaptacji do nich. Z punktu widzenia naszego poradnika, a zwłaszcza niniejszego rozdziału, szczególnie interesujące jest nowatorskie podejście do zagospodarowania wód opadowych, które wdrożono w trakcie rewitalizacji tej dzielnicy, polegające na zastosowaniu sieci BZI zamiast konwencjonalnej kanalizacji deszczowej.

Ensjø jest atrakcyjnie zlokalizowaną dzielnicą Oslo, w przeszłości silnie zdegradowaną, zdominowaną przez przemysł samochodowy i przestrzenie magazynowe. Realizowany obecnie program rewitalizacji ma na celu przekształcenie jej w nowoczesną dzielnicę miejską, o charakterze mieszkaniowo-usługowym, oferującą wysoką jakość życia, z licznymi przestrzeniami publicznymi i różnorodną błękitno-zieloną infrastrukturą (rysunek 9). Ramowa koncepcja rewitalizacji powstała w 2000 r., formalnie projekt został rozpoczęty w roku 2004, a jego zakończenie planowane jest na rok 2030. Na terenie dzielnicy powstanie docelowo ok. 7000 nowych mieszkań, jak również wiele powierzchni biurowych i usługowych. Koncepcja zakłada harmonijny i spójny przestrzennie rozwój inwestycji na terenach prywatnych (szczególnie zabudowa mieszkaniowa) i publicznych (parki, tereny zieleni, inne przestrzenie wspólne) w oparciu o całościową, wypracowaną partycypacyjnie wizję.

Istotnym elementem strategii tworzenia tego osiedla jest założenie, że wszystkie wody opadowe będą retencjonowane w krajobrazie, w miarę możliwości spiętrzane i magazynowane lokalnie, następnie kierowane do zbiornika retencyjnego przed odprowadzeniem do odbiornika – potoku Hovin, który został zrenaturyzowany (por. rozdziały 4 i 6). Nie przewiduje się w ogóle możliwości odprowadzania wód opadowych do kanalizacji miejskiej. Zasada ta dotyczy wód nie tylko z dachów i placów, lecz także z dróg, parkingów i ciągów pieszych, które to elementy są odwadniane za pomocą otwartych liniowych rozwiązań, w większości wykorzystujących różnorodne formy błękitno-zielonej infrastruktury (rysunek 10). Te inwestycje w gospodarkę wodą opadową są częścią szerszego programu przebudowy i reorganizacji infrastruktury transportowej

[3] Studium przypadku przygotowane we współpracy z Kirsten Paaby (Phronesis SA).



Rysunek 9. Mapa dzielnicy Ensjø objętej programem rewitalizacji, w ramach którego powstała m.in. kompleksowa błękitno-zielona sieć, stanowiąca uzupełnienie i poszerzenie naturalnej sieci hydrograficznej miasta Oslo (źródło: www.ensjo3d.no)

w dzielnicy. Dlatego działania te nie ograniczają się jedynie do remontów dróg dla samochodów, ale obejmują również rozbudowę dróg dla rowerów, uspokojenie ruchu, stworzenie przestrzeni przyjaznych i bezpiecznych dla pieszych i innych niezmotoryzowanych uczestników ruchu. Tego typu zintegrowane podejście pozwala efektywnie osiągać różnorodne cele, a zielone strefy, poza retencją i fitoremediacją wód opadowych, pozwalają stworzyć czytelną strukturę przestrzeni wspólnych, podkreślić walory środowiskowe i estetyczne, wykreować tożsamość dzielnicy.

Niewątpliwie na pochwałę zasługuje podejście zakładające okresową retencję wód opadowych na terenie dzielnicy, jak najbliżej miejsca wystąpienia opadu, jak również konsekwentne stosowanie w tym celu różnorodnych form błękitno-zielonej infrastruktury, dostosowanych do kontekstu miejsca i dostępnej przestrzeni. Jednak tego typu działania są coraz powszechniej stosowane, również w polskich miastach. Tym, co wyróżnia dzielnicę Ensjø i decyduje o innowacyjności tego przykładu, jest zaplanowanie i zbudowanie sieci BZI obejmującej całe osiedle. Dzięki tak kompleksowej konstrukcji i ciągłości sieć ta jest w stanie przejąć rolę kanalizacji deszczowej, dodatkowo dostarczając wielu cennych usług ekosystemów, zwiększając jakość życia w dzielnicy, poprawiając mikroklimat, zmniejszając wrażliwość na ekstremalne zjawiska pogodowe, wspierając bioróżnorodność. Sieć ta stanowi też wzorcowy przykład uzupełnienia, czy wręcz poszerzenia sieci hydrograficznej miasta. Jak widać na mapie dzielnicy (rysunek 9), linearne błękitno-zielone elementy łączą się z ciekami i zbiornikami wodnymi funkcjonującymi w okolicy. Z jednej strony, gwarantuje to stałe i stabilne zasilanie wód

fot. Kirsten Paaby

Rysunek 10. Kompleksowy system zagospodarowania wód opadowych w Ensjø opiera się na łączeniu różnorodnych rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury oraz konwencjonalnych urządzeń. Pozwala na skuteczną bioretencję wód deszczowych w miejscu opadu, nawet w przestrzeniach mocno zurbanizowanych, w których pozornie brakuje miejsca na wprowadzanie rozwiązań powierzchniowych

powierzchniowych wodą opadową, zapobiegając problemom z zachowaniem odpowiednich przepływów i poziomów wody, z drugiej – zapewnia odpowiedni bufor, retencjonujący okresowo wodę, odprowadzający ją z opóźnieniem, poprawiający jej jakość dzięki fitoremediacji i samooczyszczaniu wód. Wspominany liniowy i ciągły charakter błękitno-zielonej sieci sprawia również, że doskonale uzupełnia ona korytarze społeczno-ekologiczne funkcjonujące w mieście i sięgające poza jego granice (por. rozdział 3).

Stworzenie tego innowacyjnego systemu w dzielnicy Ensjø było możliwe dzięki całościowej polityce zarządzania rzekami miejskimi i zrównoważonej gospodarce wodnej wypracowanej w Oslo (por. studium przypadku 1). Jednak istotną rolę odegrało narzędzie BGF, które jest systemem punktowej oceny inwestycji budowlanych pod względem ich wpływu środowisko, w tym na kwestie hydrologiczne i klimatyczne, bioróżnorodnościowe (szczegółowo omówione w zasadniczej części rozdziału).

Spis cytowanych ilustracji

[dostęp 13 października 2023 r.]

Rozdział 1, rys. 3, str. 13: Gjenåpning av elver og bekker i Oslo, Oslo kommune, 2022: https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13461306-1661931566/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Milj%C3%B8%20og%20klima/Vannmilj%C3%B8%20og%20overvann/Vann-%20og%20avl%C3%B8p_Gjen%C3%A5pning%20av%20bekker%20og%20elver_innmat_nettversjon.pdf

Rozdział 2, rys. 1, str. 19: Koncepcja zagospodarowania rzeki Warty w Poznaniu, MPU, 2021, str. 8: https://www.poznan.pl/mim/wortals/mpu/-,p,57004,59203,59205.html

Rozdział 3, rys. 3, str. 38: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Łodzi, Prognoza oddziaływania na środowisko – system przyrodniczy, 2010: https://mpu.lodz.pl/files/mpu/public/STUDIUM/archiwum/2010/2010_SUIKZP_kier_rys_5_struktura_systemu_przyr.pdf

Rozdział 4, rys. 5, str. 61: autor: Von Rufus46 – Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27242645

Rozdział 4, rys. 8, str. 69: Radomski Dron, https://life.radom.pl/pl/galeria/38-galeria/331-meandryzacja-rzeki-mlecznej

Rozdział 5, rys. 8, str. 84: © WRS, www.eem.se: https://wrs.se/projekt/vatmark-oxelosund/, https://www.eem.se/globalassets/privat/vatten-och-avlopp/ekeby-flygbild.jpg?width=980&quality=80, https://wrs.se/projekt/vatmarkerna-i-trosa-och-vagnharad/, https://wrs.se/arbetsomraden/lakvatten/

Rozdział 6, rys. 5, str. 102, zdjęcie z lewej: autor: 대한민국 국가기록원, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheonggye_overpass_1969_1.jpg

Rozdział 6, rys. 5, str. 102, zdjęcie z prawej: https://www.flickr.com/photos/25869929@N03/2468502996

Rozdział 7, rys. 4, str. 113: Potsdamer Platz Facebook: https://www.facebook.com/potsdamerplatz/

FUNDACJA SENDZIMIRA

Cykl poradników dotyczących usług ekosystemów, skierowanych do pracowników administracji samorządowej, organizacji pozarządowych oraz wszystkich zainteresowanych zielenią miejską, tworzeniem błękitno-zielonych sieci, podnoszeniem jakości życia i przestrzeni publicznej w polskich miastach.

Międzysektorowa współpraca na rzecz zieleni w mieście

Praktyczny poradnik dotyczący zarządzania zielenią, z zaangażowaniem interesariuszy publicznych, prywatnych, jak również mieszkańców miast.

Woda w mieście

Poradnik prezentuje rozwiązania techniczne, planistyczne i systemowe, pozwalające na wprowadzenie do przestrzeni zurbanizowanej ekosystemów wodnych różnej skali.

Przyroda w mieście. Rozwiązania

Poradnik przedstawia praktyczne i szczegółowe zagadnienia związane z zarządzaniem przyrodą w mieście, dzieląc je na rozwiązania techniczne i organizacyjne.

Poradniki są dostępne do pobrania w wersji elektronicznej na stronie Fundacji: www.sendzimir.org.pl/publikacje

Iceland
Liechtenstein
Norway grants

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

Publikacja wydana w ramach projektu „Miejskie ekosystemy dolin rzecznych. Potencjał usług ekosystemów w obliczu antropogenicznych zmian klimatu”, dofinansowanego z funduszy EOG, w ramach Programu Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu; obszar programowy: Środowisko naturalne i ekosystemy.