

Woda w małym mieście

Anna **Januchta-Szostak**

**Rekomendacje dla samorządów lokalnych w zakresie
zarządzania zasobami wodnymi wobec zmian klimatu**



autor



Prof. dr hab. inż. arch. Anna Januchta-Szostak – jest naukowcem i nauczycielem akademickim w dyscyplinie architektura i urbanistyka na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej i członkiem Interdyscyplinarnego Zespołu Doradczego ds. Kryzysu Klimatycznego przy Prezesie PAN, Rady Klimatycznej UN Global Compact Poland, Komitetu Klimatologii, Zasobów Wodnych i Ochrony Powietrza PAN w Poznaniu oraz zespołu ekspertów wodnych OEES WaterLab i Retencja.pl.

Zajmuje się zagadnieniami zintegrowanej gospodarki wodnej w mieście i adaptacji do zmian klimatu. Jest ekspertem w zakresie kształtowania urbanistycznych standardów miejskiej polityki klimatycznej, projektowania miast wrażliwego na wodę oraz zrównoważonego rozwoju obszarów nadwodnych i jakości przestrzeni publicznych.



Publikacja powstała w ramach projektu „Obywatele dla Wody” realizowanego przez Fundację Greenmind, kolektyw Siostry Rzeki i Towarzystwo na rzecz Ziemi z dotacji programu Aktywni Obywatele – Fundusz Krajowy finansowanego przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię z Funduszy EOG.



<https://greenmind.pl/>

Warszawa, 2022

© Fundacja Greenmind

Zdjęcie na okładce: Photorama, Pixabay

Spis treści

1. WYZWANIA POLSKICH MIAST WOBEC ZMIANY KLIMATU	4
1.1. Globalne i regionalne wyzwania klimatyczne	4
1.2. Konieczność mitygacji i adaptacji	5
1.3. Wodne zagrożenia miast	6
2. DZIAŁANIA ADAPTACYJNE – ROZWIĄZANIA BLISKIE PRZYRODZIE	10
2.1. Uszczelnienie a zieleń	11
2.2. Mała retencja i ograniczanie zanieczyszczenia wody	18
2.3. Rzeka w mieście	23
2.4. Zintegrowane działania	28
Bibilografia	31

1. Wyzwania polskich miast wobec zmiany klimatu

1.1. Globalne i regionalne wyzwania klimatyczne

Najnowszy, szósty raport (AR6) Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2021) nie tylko potwierdził, że zmiana klimatu jest efektem działalności człowieka, na co wyraźnie wskazywały już w poprzednie raporty, ale włączył „czerwony alarm dla ludzkości”! Ostatnie 50 lat (od roku 1970) to okres najszybszego wzrostu uprzemysłowienia na świecie i najszybszego wzrostu średniej temperatury na Ziemi. Skala przekształceń środowiska, wywołanych procesami urbanizacji i industrializacji, rabunkową eksploatacją zasobów naturalnych, zanieczyszczeniami i emisją gazów cieplarnianych, spowodowała globalne skutki ekologiczne i klimatyczne, które zmieniają warunki życia w różnych regionach naszego globu. A odpowiada za to przemysłowy model naszej cywilizacji. Obecna dekada jest kluczowa dla przetrwania ludzkiej cywilizacji. Globalny wzrost średniej temperatury przekroczył już 1,1°C w stosunku do ery preindustrialnej, a w miarę bezpieczny próg wzrostu na poziomie 1,5°C (IPCC, 2018) możemy przekroczyć już w następnej dekadzie. Oznacza to spadek szans na zatrzymanie ocieplenia! Bez radykalnych redukcji emisji CO₂ i metanu (głównie z rolnictwa, odpadów i paliw kopalnych) grozi nam przekroczenie tzw. punktów krytycznych, które uruchomią pętle sprzężeń zwrotnych, a wówczas nie da się zatrzymać dalszego wzrostu temperatury. W ciągu najbliższych 10 lat rozstrzygnie się czy antropogeniczna zmiana klimatu spowoduje kryzys, czy katastrofę klimatyczną.

Globalne ocieplenie dotyka całej Ziemi, ale anomalie i ekstrema pogodowe mogą mieć odmienną postać i natężenie w różnych regionach świata, a skutki tych zjawisk mogą być różnie odczuwane w odmiennych środowiskach, np. na wybrzeżach, w obszarach subtropikalnych czy silnie zurbanizowanych. Wyraźnie zauważalny jest wzrost średnich temperatur, zwłaszcza w regionach północnych (im dalej na północ naszej planety, tym klimat ociepla się szybciej). Wzrost poziomu mórz i oceanów jest znacznie szybszy niż początkowo prognozowano, co zagraża wybrzeżom. W Polsce średnia temperatura wzrosła już o 2°C, a każda kolejna dekada jest cieplejsza od poprzedniej. Zmianom tym towarzyszą częstsze i coraz bardziej ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak fale upałów i susze sprzyjające pożarom, tornada i burze oraz ulewne deszcze powodujące powodzie. Zmiany klimatu powodują nie tylko bezpośrednie zagrożenie zdrowia i życia ludzi oraz straty materialne i zaburzenia w funkcjonowaniu gospodarki i ekosystemów. Wywołują też szereg pośrednich negatywnych skutków, do których należą m.in. zagrożenia zwią-

zane z rozprzestrzenianiem się chorób wektorowych, konflikty zbrojne i katastrofy oraz związane z nimi migracje ludności, czy przerwanie łańcuchów dostaw żywności i surowców. Działania adaptacyjne miast i regionów muszą zatem uwzględniać wszystkie rodzaje zagrożeń i poszukiwać efektu synergii we wdrażanych rozwiązaniach.

Polska jest krajem o dużym zróżnicowaniu regionalnym, toteż rodzaje i skala zagrożeń związanych z antropogeniczną zmianą klimatu różnią się w zależności od położenia geograficznego miast, regionalnych warunków klimatycznych oraz wielkości i struktury przestrzennej miast. Miasta nadmorskie są dodatkowo narażone na powodzie sztorowe w związku z podnoszeniem się poziomu morza i tzw. cofki w ujściach rzek. Miejscowościom górskim zagrażają gwałtowne wezbrania rzek i osuwiska na skutek wzrostu intensywności opadów szybko spływających po górskich zboczach, zwłaszcza w rejonach pozbawianych ochronnej pokrywy lasów. Natomiast miasta nizinne w środkowej i zachodniej Polsce silniej odczuwają deficyty wody. Eksperti Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN podkreślają, że ekstremalne zjawiska pogodowe, specyficzne dla danego regionu, mogą być dodatkowo wzmacniane przez lokalne cechy klimatu miejskiego. Najbardziej charakterystyczne jest **zjawisko miejskiej wyspy ciepła (MWC)**, polegające na relatywnym podwyższeniu temperatury w mieście w stosunku do terenów otaczających, oraz **błyskawiczne powodzie miejskie**, wynikające nie tylko ze wzrostu intensywności opadów, ale też z uszczelniania powierzchni miast. Dodatkowo zaobserwowano, że miasta mogą powodować zwiększenie częstości i intensywności opadów nawałnych oraz burz, wpływać na wilgotność powietrza, warunki wietrzne i jakość powietrza. Istnieje szereg czynników wpływających na to, jak silnie miasto modyfikuje lokalne warunki klimatyczne, ale w szczególności zależy to od wielkości i struktury przestrzennej miasta. Zjawisko MWC jest najsilniejsze w dużych metropoliach, ale intensyfikacja opadów nawałnych powoduje powodzie i podtopienia również w miastach średnich i małych, których w Polsce jest najwięcej.

1.2. Konieczność mitygacji i adaptacji

Mitygacja – działania mające na celu łagodzenie zmiany klimatu poprzez zapobieganie lub ograniczanie emisji gazów cieplarnianych. Działania te koncentrują się w głównej mierze na poprawie efektywności energetycznej, zwiększaniu udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto, sekwestracji (wychwytywaniu i bezpiecznym składowaniu CO₂) jak również zmniejszeniu energochłonności sektorów gospodarki. [KLIMADA2 <https://klimada2.ios.gov.pl/mitygacja/>]

Adaptacja – działania podejmowane w celu redukcji negatywnych skutków zmian klimatu dla gospodarki, społeczeństwa i środowiska. Adaptacja jest procesem przystosowywania się do zmieniających się warunków klimatycznych, w sytuacji, gdy wiemy, że bez względu na wysiłki podejmowane na rzecz łagodzenia zmian klimatu, zjawiska klimatyczne będą dla nas coraz większym zagrożeniem. [KLIMADA2 <https://klimada2.ios.gov.pl/adaptacja/>]

Podejmowanie działań mitygacyjnych ma znaczenie globalne, ponieważ warunkuje łagodzenie zmiany klimatu. Natomiast działania adaptacyjne wiążą się z przystosowaniem do regionalnych zmian warunków klimatycznych i odpowiadają na lokalne zagrożenia.

Miasta znacząco przyczyniają się do nasilania antropogenicznej zmiany klimatu, gdyż globalnie odpowiadają za 70% zużycia energii i 75% emisji związków węgla. Z drugiej strony, są obszarami wyjątkowo wrażliwymi na skutki tej zmiany, ze względu na wysoki poziom zainwestowania, znaczne nagromadzenie infrastruktury i duże zagęszczenie ludności (Komunikat 04/2021). Nawet jeśli uda się zredukować emisje gazów cieplarnianych, klimat nadal będzie się ocieślał ze względu na dużą inercję systemu klimatycznego Ziemi. Dlatego działania adaptacyjne należy podejmować równolegle z działaniami mitygacyjnymi. Rozwiązania bliskie naturze (Nature-based Solutions, NbS), związane z wdrażaniem błękitno-zielonej infrastruktury (BZI) mają kluczowe znaczenie dla adaptacji miast do zmiany klimatu, ale są istotne również w procesie łagodzenia tych zmian.

W drugiej części szóstego raportu IPCC (2022), która dotyczy skutków zmiany klimatu, możliwości adaptacji i podatności narażonych systemów ludzkich i naturalnych, eksperci podkreślają, że musimy chronić przyrodę, by zatrzymać katastrofę klimatyczną. Tempo zmiany klimatu przekracza możliwości dostosowywania się do niej ekosystemów. A to z kolei zmniejsza zdolność przyrody do świadczenia podstawowych usług, od których zależy nasze przetrwanie, takich jak m.in. zaopatrzenie w żywność, oczyszczanie wody, gleby i powietrza, magazynowanie wody i ochrona przed erozją, czy regulacja klimatu poprzez wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla. Wpływ na to ma rabunkowa gospodarka zasobami przyrody, zanieczyszczenie środowiska, likwidacja lub fragmentacja siedlisk w wyniku ekspansji miast lub pozyskiwania gruntów dla zabudowy i produkcji rolnej. Z tego względu, bardzo istotne jest powstrzymanie zjawiska suburbanizacji (ang. urban sprawl – rozlewanie się miast) oraz przyrodnicza regeneracja wewnętrznych struktur miejskich. Aby przetrwać ekstrema pogodowe, nasze miasta muszą przejść przyrodniczą transformację, co podkreśla raport „BiodiverCities by 2030” (WEF, 2022).

1.3. Wodne zagrożenia miast

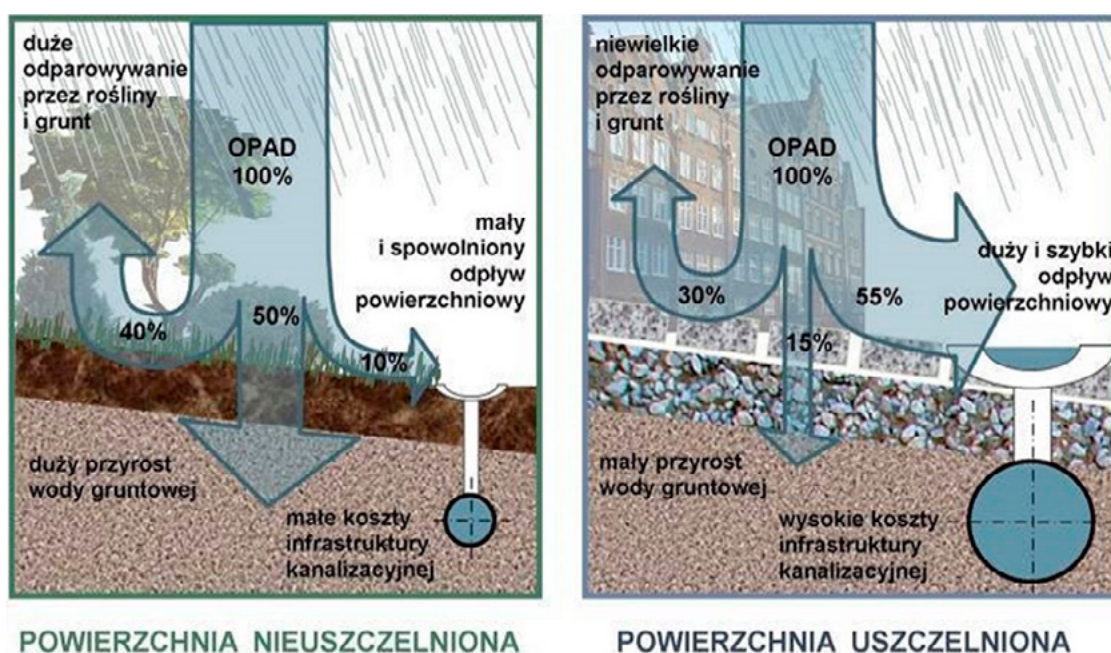
Zmiana klimatu będzie miała znaczący wpływ na stosunki wodne w Polsce (Komunikat 01/2020) – może zwiększyć ryzyko deficytów wody (zwłaszcza w sezonie wegetacyjnym) i pogorszyć bezpieczeństwo wodne. W Polsce już zaobserwowano zmiany rozkładu czasowego opadów, w szczególności wzrost sumy opadów zimą (przy deficycie pokrywy śnieżnej) oraz ujemny bilans wodny latem, a także wzrost częstotliwości występowania i nasilenie zjawiska suszy. Wydłuża się czas między opadami i zwiększa się ich intensywność, co może skutkować gwałtownymi powodziąmi (zwłaszcza w miastach), a także wzrostem zanieczyszczenia wód. Z powodu zmiany klimatu, **trzy kluczowe problemy związane z wodą: problem deficytu wody (suszy), jej nadmiaru (powodzi), oraz zanieczyszczenia wód mogą się w Polsce znacząco wzmóc.**

W ostatnim ćwierćwieczu Polskę nawiedziły liczne **susze** o dużym zasięgu (2000, 2003, 2006, 2008, 2011, 2015, 2018-2019), których konsekwencją były nie tylko straty w rolnictwie, ale również ograniczenia poboru wody w ponad 300 polskich małych miastach i gminach. Oprócz katastrofalnych powodzi rzecznych (1997, 2001, 2010), zdarzają się powodzie regionalne, a ostatnio co roku dochodzi w miastach do **powodzi błyskawicznych i podtopień** w wyniku gwałtownych sptywów opadowych i przeciążenia systemów kanalizacji zbiorczej. Ryzyko suszy i powodzi, rozumiane jako iloczyn

prawdopodobieństwa i negatywnych konsekwencji, jest funkcją trzech wielkości: **zagrożenia** (prawdopodobieństwa wystąpienia niekorzystnej sytuacji), **narażenia** (ekspozycji) i **wrażliwości** (względnie podatności na pogłębienie się negatywnych konsekwencji) (OEES 2021).

Powódź błyskawiczna („flash flood”) jest szczególnym przypadkiem powodzi opadowej o lokalnym zasięgu, bardzo szybkim przebiegu i krótkim czasie trwania (zwykle mniej niż 6 godzin). Najczęściej jest wywołana opadami deszczu o dużej wydajności, często o charakterze burzowym, występującym na relatywnie małym obszarze. Powódź błyskawiczna może zdarzyć się w każdym miejscu, a czynnikami determinującymi jej wystąpienie są nachylenie powierzchni terenu, użytkowanie gruntów, typ gleby oraz pokrycie roślinnością. Częstotliwość powodzi tego typu wzrasta w rejonach górskich i podgórskich. Tego rodzaju zdarzenie może być również wywołane awarią urządzeń hydrotechnicznych, przerwaniem zapory lub wału przeciwpowodziowego, a także nagłym uwolnieniem wody zatrzymanej przez zator lodowy. Ze względu na dużą prędkość przemieszczania się wody, powodzie błyskawiczne są bardzo niebezpieczne. Silny nurt z łatwością przenosi samochody, powala drzewa, podmywa grunt, a czasem porywa całe budynki (IMGW, 2021).

Powódź miejska („urban flood”) – miasta tworzą sprzyjające warunki do powstania powodzi opadowych ze względu na uszczelnienie dużych powierzchni. Ze względu na brak możliwości magazynowania wody i jej wsiąkania do gruntu, niemal cała objętość gwałtownych opadów musi być w mieście odprowadzona do wód powierzchniowych lub do kanalizacji deszczowej. Jeżeli systemy te są niesprawne bądź ich wydajność jest zbyt mała, wówczas woda zaczyna gromadzić się na ulicach i wdzierać się w niżej położone miejsca (tunele, piwnice itp.). Powodzie miejskie destabilizują funkcjonowanie miasta i życie mieszkańców na skutek zablokowania przez wodę ciągów komunikacyjnych oraz powodują dotkliwe straty materialne w infrastrukturze i zabudowie publicznej i prywatnej. Mogą powodować problemy z dostawą energii elektrycznej i innych mediów, a także



Rysunek 1. Obieg wody na powierzchniach nieuszczelnionych i uszczelnionych (Januchta-Szostak 2011, s. 84)

z dostępem do niektórych usług. Poza szczególnymi przypadkami, związanymi z dużymi spadkami terenu, przybór wody w trakcie powodzi miejskiej jest zazwyczaj dość wolny, a prędkość jej przepływu jest niewielka. Dlatego nie zagraża ona życiu ludzi tak bardzo jak powódź błyskawiczna (IMGW, 2021), ale w miastach zdarzają się coraz częściej powodzie błyskawiczne. Na skutek rosnącego uszczelnienia gruntów oraz intensyfikacji opadów w wyniku zmiany klimatu dochodzi do **miejskich powodzi błyskawicznych**. W 2021 roku burze z tzw. oberwaniem chmury wystąpiły m.in. w Poznaniu, Swarzędzu, Kołobrzegu, Krakowie, Zielonej Górze, Szczecinie i Białymstoku. Szczególnie zagrożone są miejscowości o dużych spadkach terenu (górskie i podgórskie), w których dochodzi do kumulacji sptywów powierzchniowych i szybkiego przyboru wody w dolinach i zagłębieniach terenu. Powodziom mogą towarzyszyć osuwiska. Aż 95% zdiagnozowanych w Polsce osuwisk i terenów zagrożonych osuwiskami występuje na terenie Karpat Zewnętrznych (Pogórze, Beskidy oraz Bieszczady), a miejscowości w województwach: małopolskim i podkarpackim są narażone na największe straty powodziowe. Mniejsze miejscowości są bardziej wrażliwe na zjawiska pogodowe ze względu na słabszą infrastrukturę i niższe zasoby finansowe.

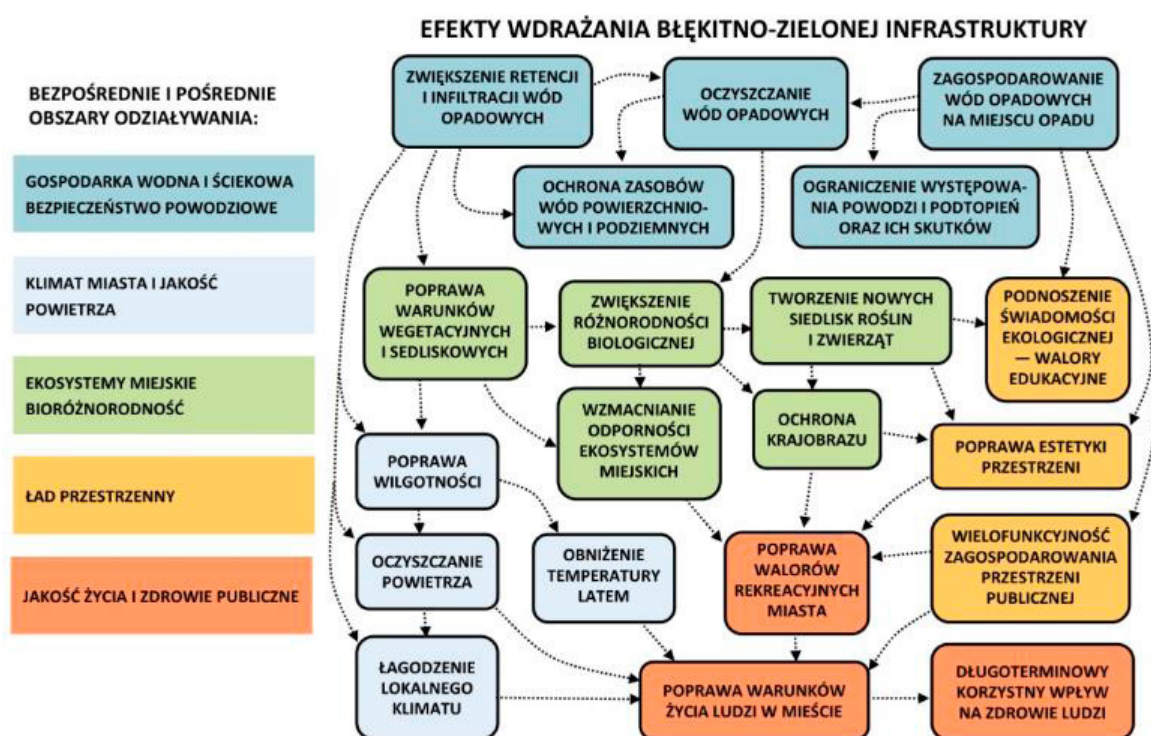
Susza w mieście wydaje się mniej uciążliwa niż na terenach wiejskich, ale w powiązaniu z falą upałów, może być zagrożeniem dla zdrowia i życia mieszkańców, powodować znaczne pogorszenie warunków vegetacyjnych i mikroklimatu w miastach, wysychanie małych cieków i płytkich ujęć wody oraz ograniczenia dostępności wody dla ekosystemów i różnych sektorów gospodarki miejskiej. Susza w trakcie upałów powoduje wzrost zużycia wody pitnej (o ile nie wprowadzono ograniczeń) i kosztów utrzymania terenów zieleni. Na uszczelnionych i zdrenowanych terenach miejskich zaledwie 10-15% wód opadowych ma szansę wsiąkać w ziemię i zasilać wody gruntowe (rys. 1). Powoduje to wyraźne pogorszenie warunków vegetacyjnych w miastach, większą podatność roślin na choroby i ich mniejszą żywotność. Pozostałe zasoby wody są zbyt szybko odprowadzane „z chmury do rury” i spływają rzekami do Bałtyku. Pokrycie powierzchni miast betonem i asfaltem nie tylko wzmacnia problemy z niedoborem i nadmiarem wody, ale również intensyfikuje zjawisko miejskiej wyspy ciepła. **Retencja, czyli magazynowanie wody** daje szansę zmniejszenia ryzyka suszy i powodzi miejskich, poprzez zatrzymanie nadmiaru wody i wykorzystanie jej w okresach niedoboru, a **retencja naturalna/zielona**, czyli gromadzenie wody w krajobrazie, zwiększa też udział zieleni w powierzchni miasta, dzięki czemu łagodzi skutki upałów i miejskiej wyspy ciepła oraz umożliwia poprawę jakości powietrza i wód powierzchniowych.

Zanieczyszczenia wód powierzchniowych w miastach były w przeszłości powodem wielkich epidemii, a w XX wieku – przyczyną odwracania się miast tyłem do rzek lub kanalizacji małych cieków pod ziemią i katastrofalnych skutków dla środowiska. Pomimo wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej, stan wód powierzchniowych w Polsce jest daleki od zakładanych celów. Według raportu GIOŚ z 2020 roku **w złym stanie jest 91,5% rzek** (monitorowanych JCWP rzecznych), **88,1% wód jeziornych i 100,0% analizowanych części wód przejściowych i przybrzeżnych**. Niskie oceny stanu lub potencjału ekologicznego rzek wynikają przede wszystkim z zasolenia wód (37,7% przypadków) oraz zawartości substancji biogennej (35,6% przypadków). Głównymi źródłami zanieczyszczeń są ścieki rolnicze, przemysłowe i komunalne. Spływy z terenów rolnych niosą duże ładunki azotu i fosforu, powodujące eutrofizację wód. Poważnym źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych w miastach (poza nielegalnymi podłączeniami kanalizacji

sanitarnej) są gwałtowne i zbyt częste zrzuty burzowe na skutek przeciążenia systemów kanalizacyjnych. Ponadto deszcze sptukują z terenów miejskich liczne zanieczyszczenia, m.in.: węglowodory mineralne takie jak oleje, smary i paliwa, a także pyły, piasek, cement, sole i środki odladzające, metale ciężkie, starte opony, substancje organiczne (odchody zwierzęce, resztki roślin, liście itp.) oraz śmieci uliczne. Ilość ścieków trafiających do małych rzek miejskich podczas opadów nawalnych wielokrotnie przekracza ich średni przepływ. Postępująca zmiana klimatu i intensyfikacja ekstremów opadowych oraz suszy zdecydowanie nasili ten problem w przyszłości. W przypadku niedostatku wody mamy do czynienia z koncentracją zanieczyszczeń (brak możliwości rozcieńczenia), a w sytuacji nadmiaru – zagrożeniem są zrzuty nieoczyszczonych ścieków i sptukiwanie zanieczyszczeń. Obok „tradycyjnych” zanieczyszczeń organicznych i substancji biogennych, pojawia się szereg nowych, niebezpiecznych substancji (mikroplastik, substancje toksyczne, farmaceutyki, w tym antybiotyki), które wraz ze sptywami powierzchniowymi lub nie w pełni oczyszczonymi ściekami i zrzutami burzowymi trafiają do odbiorników. W ten sposób tworzą zagrożenia dla ekosystemów wodnych, od wody zależnych oraz dla ludzi i wymuszają stosowanie coraz bardziej skomplikowanych, a także kosztownych technologii uzdatniania wody. Wprawdzie duże miasta w większości korzystają z zasobów wód podziemnych, ale małe miejscowości, szczególnie w Małopolsce i na Śląsku, zaopatrują ludność w wodę czerpiąc z ujęć powierzchniowych i nie dysponują zaawansowanymi technologiami oczyszczania ścieków i uzdatniania wody. Niepokojąca jest również skala zaniedbań w zakresie przyłączania nieruchomości do sieci kanalizacyjnych i wysokie ryzyko niekontrolowanego pozbywania się nieczystości ciekłych i zanieczyszczenia środowiska. Do zaspokojenia większości potrzeb komunalnych i gospodarczych nie jest potrzebna woda uzdatniona do celów spożywczych, ale brak powszechnie dostępnych i tanich systemów odzysku i recykulacji wody szarej i deszczowej powoduje nadmierne zużycie wody pitnej (Januchta-Szostak i in., 2020).

2. Działania adaptacyjne – rozwiązania bliskie przyrodzie

W 2019 roku opracowane zostały **miejskie plany adaptacji do zmian klimatu (MPA)** dla 44 dużych polskich miast. W planach tych zdiagnozowano najpoważniejsze zagrożenia klimatyczne, podatność poszczególnych sektorów miast na antropogeniczną zmianę klimatu oraz kierunki działań adaptacyjnych. Do sektorów najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu w Polsce należą: zdrowie publiczne, gospodarka wodna, transport i energetyka; natomiast najbardziej wrażliwe obszary miast to: historyczne centra, tereny intensywnej zabudowy mieszkaniowej, turystyki i rekreacji oraz ekosystemy. **Planów takich wciąż brakuje jednak w miastach średnich i małych**, a każde z nich powinno mieć strategię działań adaptacyjnych i program zarządzania deszczówką. W nowych Założeniach Krajowej Polityki Miejskiej 2030 (2021) zwrócono uwagę m.in. na konieczność ograniczania suburbanizacji i podjęcia działań adaptacyjnych oraz poprawy jakości środowiska przyrodniczego w miastach i ich otoczeniu. Podkreśla się również konieczność integracji działań podejmowanych w ramach różnych polityk sektorowych (podejście zintegrowane) oraz edukacji ekologiczno-klimatycznej.

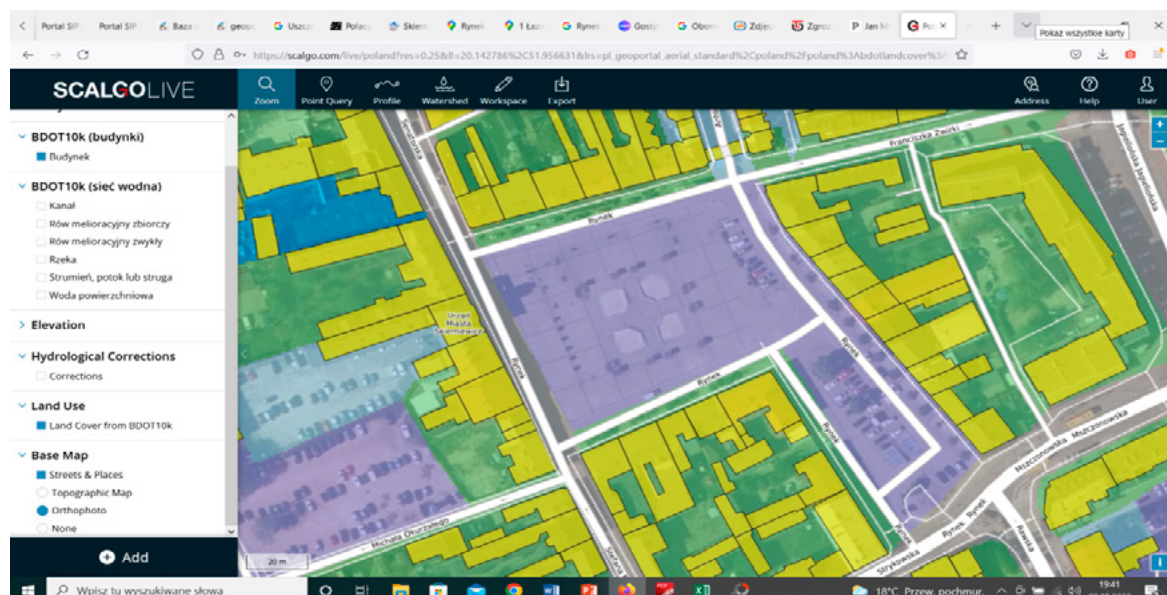


Rysunek 2. Efekt synergii we wdrażaniu błękitno-zielonej infrastruktury (Januchta-Szostak A., 2020)

W interesie polskich miast jest to, żeby zapisy dokumentów strategicznych oraz MPA nie pozostały jedynie w sferze deklaracji, ale znalazły odzwierciedlenie w kształtowaniu polityki miejskiej i struktury przestrzennej miast (Komunikat 04/2021). W działaniach adaptacyjnych i wielofunkcyjnym zagospodarowaniu miast szczególną rolę odgrywa **błękitno-zielona infrastruktura i świadczone przez nią usługi ekosystemowe** (rys. 2), które muszą znaleźć odzwierciedlenie w standardach urbanistycznych, rachunku ekonomicznym inwestycji miejskich oraz wartościach społecznych. Rozwiązania bliskie naturze (NbS – Nature-based Solutions), czyli inspirowane i wspierane przez naturalne procesy przyrodnicze, zapewniają korzyści środowiskowe, społeczne i gospodarcze oraz pomagają budować odporność (rezyliencję) miast i obszarów pozamiejskich.

2.1. Uszczelnienie a zieleń

W latach 70-80. XX wieku większość rynków w polskich miasteczkach przypominała skwery z wysokim drzewostanem. Po 2004 roku możliwości inwestycyjne, związane z wykorzystaniem programów operacyjnych UE, zmieniły sytuację polskich miast. Niestety, w wielu przypadkach projekty rewitalizacji i modernizacji rynków skutkowały utratą zieleni. Polska „betonoza” (Mencwel, 2020), czyli nadmierne uszczelnienie powierzchni miast i utrata drzew, jest główną przyczyną zagrożeń wodnych i termicznych. Stopień uszczelnienia zlewni, określający udział powierzchni nieprzepuszczalnej w całkowitej powierzchni zlewni, jest podstawowym parametrem decydującym o strukturze i czasie odpływu wód ze zlewni. Parametr ten jest szczególnie ważny w zlewniach miejskich o niskim odsetku powierzchni biologicznie czynnej. Problem dotyczy zwłaszcza obszarów śródmiejskich, gdzie na rynkach i ulicach udział powierzchni uszczelnionych dochodzi do 80-90%.



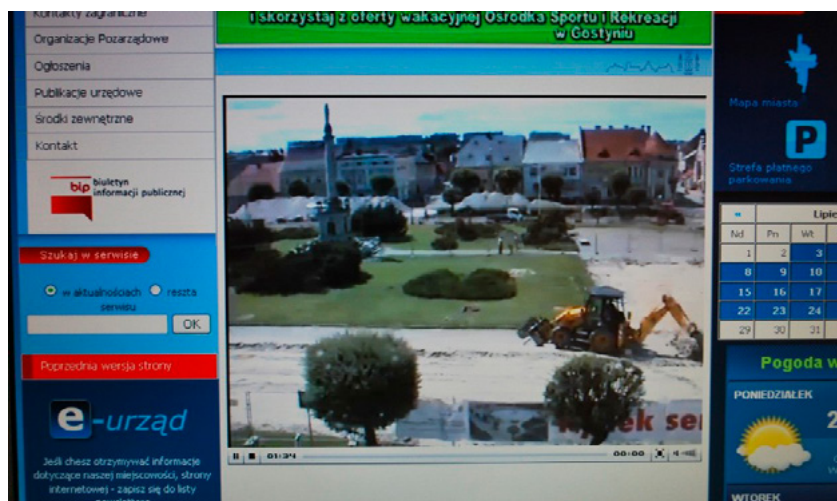
Rysunek 3. Rynek w Skierniewicach na platformie Scalgo Live – widoczny poziom uszczelnienia terenu (kolor szary – nawierzchnie uszczelnione, żółty – zabudowa)

Sztandarowy przykład stanowi rynek w Skierniewicach (rys. 4), który 20 lat temu był wielkim skwerem z rozłożystymi wierzbami. W latach 2005–2006 przeprowadzono modernizację jego płyty wycinając drzewa i likwidując trawniki. O rynku zrobiło się głośno w 2019 roku, gdy w okresie suszy miasto było zagrożone brakiem wody, a upały uniemożliwiały korzystanie z przestrzeni publicznej. Na skutek nacisków mieszkańców w 2020 roku zapadła decyzja o ponownym zazielenieniu rynku, choć nowe nasadzenia nie zrekompensują usług ekosystemowych dużych drzew.



Rysunek 4. Rynek w Skierniewicach zabetonowany w ramach modernizacji w 2005 r. (fot. K. Strojna)

W historycznych częściach miast do 2021 roku obowiązywały ściste i nieadekwatne do współczesnych zagrożeń klimatycznych wytyczne konserwatorskie. To prawda, że rynki pełnią inne funkcje niż parki. Są miejscem integracji mieszkańców, handlu i wydarzeń kulturalnych, ale wiele polskich miast i miasteczek zostało pozbawionych drzew w imię prawdy historycznej, ale za cenę przekształcenia ich w betonowe pustynie. Rynek w Gostyniu jeszcze w 2012 roku porastała zieleń, a mieszkańcy wyczekiwali modnej zmiany i efektów rewitalizacji (rys. 5). Dziś pokryty kamienną kostką rynek (rys. 6), pomimo fontanny i ławek nie zachęca do wypoczynku przy 30-stopniowych upałach.



Rysunek 5. Jeszcze w 2012 roku rynek w Gostyniu porastała zieleń, a mieszkańcy wyczekiwali modnej zmiany i efektów rewitalizacji, źródło: <https://gostyn.nasze-miasto.pl/gostyn-remont-rynku-w-inter-necie/ga/c4-1471345/zd/3039889>



Rysunek 6. Dziś gostyński rynek niemal w całości pokryty jest kamienną kostką (fot. A. Januchta-Szostak 2019)

Nowe wytyczne, wydane w 2021 r. przez Generalną Konserwator Zabytków Magdalenę Gawin, zakładają wyeliminowanie zjawiska usuwania zieleni z rynków miejskich. „Nie-dopuszczalne jest niszczenie w ramach prac rewitalizacyjnych i modernizacyjnych wypracowanych już w okresie międzywojennym koncepcji zazielenienia placów, skwerów, ulic, promenad i bulwarów. Usuwanie zdrowych drzew, które kilkadziesiąt lat temu nasadzano z nadzieją poprawy życia w mieście, i posługiwanie się argumentacją przywracania rynkom i placom ich pierwotnej funkcji wykreowanej w średniowieczu jest działaniem fałszywym, jeżeli efektem końcowym pozostaje betonowy plac”. Rosnąca świadomość ekologiczno-klimatyczna społeczeństwa sprawia, że kolejne projekty degradacji zieleni spotykają się ze sprzeciwem mieszkańców. Pojawiają się budujące przykłady, jak Olecko, w którym przeprowadzono rewitalizację bez degradacji zieleni w centrum miasta, Augustów, Kodeń, Mława, czy Stopnica w województwie świętokrzyskim, której mieszkańcy obronili drzewa na rynku przed wycinką.

Problem usuwania zieleni dotyczy nie tylko rynków. W Polsce w latach 2015–2018 na skutek zmian prawnych (tzw. Lex Szyszko) wycięto tysiące miejskich drzew na terenach publicznych i prywatnych.

Bezpośrednim skutkiem nadmiernego uszczelniania i deficytu zieleni jest:

- wzrost natężenia miejskiej wyspy ciepła (MWC) i zagrożenia związane z falami upałów,
- ograniczenie możliwości wsiąkania wód opadowych do gruntu, co prowadzi do obniżenia poziomu wód gruntowych, zmian struktury gruntów i pogorszenia warunków wegetacyjnych w miastach,
- znaczny wzrost objętości i prędkości odpływu powierzchniowego, który jest przyczyną przeciążeń zbiorczych systemów kanalizacji, podtopień, erozji i osuwisk,
- duże zmiany dynamiki przepływu, szczególnie w obrębie małych cieków (gwałtowne wezbrania i głębokie niżówki, aż do zaniku przepływu w okresach suszy),

- zanieczyszczenie wód płynących i stojących na skutek bezpośredniego odprowadzania opadów z silnie zanieczyszczonych powierzchni (szczególnie uciążliwe są zrzuty burzowe nieczyszczonych ścieków bytowych z systemów kanalizacji ogólnospławnej),
- degradacja ekosystemów wodnych i od wody zależnych,
- powódzie miejskie.

Do długofalowych skutków pośrednio wywołanych uszczelnieniem powierzchni miast zaliczyć można:

- pogorszenie warunków życia w miastach i wzrost umieralności w okresach fal upałów, zwłaszcza wśród seniorów,
- wyludnienie centrów miast i presja urbanizacyjna na tereny podmiejskie (suburbanizacja, eksurbanizacja),
- zanieczyszczenie środowiska (zwłaszcza powietrza i wody),
- utrata siedlisk fauny i flory,
- wzrost zagrożenia powodziowego,
- wzrost zużycia energii i kosztów funkcjonowania miasta.

Tereny zieleni w miastach pełnią kluczową rolę w łagodzeniu skutków deszczy nawalnych oraz suszy i fal upałów. Zieleni nie można rozpatrywać w oderwaniu od wody, toteż tzw. zielona infrastruktura (ZI) określana jest też mianem błękitno-zielonej (BZI).

ZIELONA INFRASTRUKTURA (lub: błękitno-zielona infrastruktura): strategicznie zaplanowana sieć obszarów naturalnych i półnaturalnych z innymi cechami środowiskowymi, zaprojektowana i zarządzana w sposób mający zapewnić szeroką gamę usług ekosystemowych. Obejmuje ona obszary zielone (lub niebieskie w przypadku ekosystemów wodnych) oraz inne cechy fizyczne obszarów lądowych (w tym przybrzeżnych) oraz morskich. Na lądzie zielona infrastruktura jest obecna na obszarach wiejskich i w środowisku miejskim.

[Zielona Infrastruktura – zwiększanie kapitału naturalnego Europy, Komunikat Komisji KOM nr 249, Bruksela, 2013]

Usługi świadczone przez ekosystemy przynoszą materialne i niematerialne korzyści, które obejmują cztery główne typy usług¹:

1. podstawowe – podtrzymujące (np. cykle żywnościowe, utrzymywanie różnorodności biologicznej, rozkład materii, funkcje glebotwórcze), niezbędne do świadczenia wszystkich innych usług,
2. dostarczające/produkcyjne (np. żywność, woda, surowce, energia, środki medyczne),
3. regulujące (np. regulacja cykli ekologicznych i ekstremów klimatycznych, jakości powietrza i wody, zapobieganie powodziom i erozji gleby),
4. kulturowe (np. rekreacja i turystyka, estetyka, sztuka, duchowość, nauka i edukacja itp.).

¹ Fundacja Sendzimira, https://uslugiekosystemow.pl/slowniczek/uslugi-ekosystemow__trashed/co-to-sa-uslugi-ekosystemow/

Błękitno-zielona infrastruktura dostarcza korzyści zawartych w każdym z wyżej wymienionych typów usług ekosystemowych, ale jej funkcje regulacyjne (retencyjna, filtracyjna, chłodząca itp.) mają kluczowe znaczenie dla adaptacji miast do zmiany klimatu. Rola ta podkreślana jest w strategiach rozwoju wielu dużych miast, np. Londynu, Singapuru czy Kopenhagi, ponieważ zjawisko MWC jest szczególnie nasilone w metropoliach, ale średnia temperatura rośnie na całym globie, a letnie upały są równie dotkliwe w średnich i małych miastach. Szczególne znaczenie mają miejskie drzewa, których pozytywny wpływ na łagodzenie upałów i efektów MWC wiąże się z zacienianiem i wentylowaniem miast². Nawet niewielkie skupiska drzew w czasie upałów obniżają temperaturę pod koronami o kilka do kilkunastu stopni dzięki odparowywaniu wody, ale miejskie struktury zieleni wykorzystywane są do tworzenia korytarzy przewietrzających, dzięki czemu regulują temperaturę w całym mieście. Mikro cyrkulacja wspomagana jest ruchem powietrza na skutek różnic temperatur powierzchni chłodzących (zielen, woda) i kumulujących ciepło (budowle, nawierzchnie utwardzone).

Zapobieganie problemom wynikającym z **ekstremalnych opadów** (podtopienia, powodzi miejskie, osuwiska) polega na retencji wody oraz spowolnieniu (detencji) spływów burzowych. „Duże drzewo ma możliwości magazynowania wody w obrębie korony średnio w granicach 228 do 455 litrów, w zależności od jego budowy, wielkości i rodzaju ulistnienia, oraz warunków klimatycznych, w tym częstotliwości, gwałtowności i okresów opadów. Nasycenie wodą powierzchni drzewa następuje na ogół wówczas, gdy opady osiągną od 25 do 50 mm” (Xiao i in., 2000). Mały opad rzędu 10 mm może zostać w całości zatrzymany na ulistnieniu drzewa. Woda retencionowana jest również w jego biomasie oraz w obrębie bryły korzeniowej (retencja glebowa zależna od rodzaju podłoża). Podczas okresów suszy drzewa korzystają z tych zapasów, odparowując wodę i zwiększając wilgotność powietrza w miastach. Drzewa przyuliczne umożliwiają zacienianie dróg, oczyszczanie powietrza i retencję wody, ale mają niezwykle trudne warunki wegetacyjne, stąd tak ważna jest infiltracja wody deszczowej do gruntu.

Powszechny wzrost świadomości ekologicznej widać zarówno w decyzjach globalnych – lata 2021-2030 zostały ogłoszone przez ONZ Dekadą Odtwarzania Ekosystemów, jak i w działaniach lokalnych – ochrona przyrody, w tym miejskich drzew, a także naciski na zazielenianie miast to efekt wyraźnych zmian w oczekiwaniach i świadomości mieszkańców.

2 Szerzej: SmogLab, Drzewa zarabiają, a korzystamy wszyscy. Policzono to w dwóch polskich miastach. 5 września 2021, <https://smoglab.pl/drzewa-miasta-zyski/>

REKOMENDACJE DLA SAMORZĄDÓW

- 1. INWENTARYZACJA DRZEW, MONITORING I OCHRONA ZIELENI MIEJSKIEJ.** Zaledwie kilka dużych miast w Polsce (np. Warszawa, Kraków, Wrocław) posiada cyfrową inwentaryzację drzew. Mniejsze miejscowości mają zwykle jedynie fragmentaryczne dane analogowe, które nie są publicznie dostępne. Oby chronić drzewa samorządy muszą mieć aktualne bazy danych nt. zieleni na terenach publicznych i prywatnych, tzw. mapy drzew, oraz zestaw wskaźników umożliwiających ocenę efektywności ekologicznej i retencyjnej zieleni miejskiej (np. wskaźnik BGF³ lub BAF⁴). Wycinanie drzew (również samosiejek) powinno być poprzedzone ekspertyzą dendrologiczną i odpowiednio kompensowane nowymi nasadzeniami w ilości adekwatnej do utraty biomasy.
- 2. PLANY ZAZIELENIANIA** – projektowanie struktur zieleni nie może ograniczać się do rozwiązań miejscowych (parków, zieleńców, ulic itp.). Powinno opierać się na kompleksowej analizie kapitału naturalnego⁵ miasta i jego otoczenia. Kształtowanie struktur zieleni, czyli wprowadzanie do tkanki miejskiej przenikającej ją sieci terenów zielonych i ekosystemów wodnych, musi zapewniać pożądane zmiany ilościowe (zwiększanie udziału zieleni w miastach) i jakościowe, przede wszystkim wielofunkcyjność, łączność struktur przyrodniczych, ich bioróżnorodność i efektywność ekologiczną. Retencja wód opadowych na terenach zieleni jest jednym z najbardziej korzystnych rozwiązań z punktu widzenia adaptacji miast do zmian klimatu.
- 3. STANDARDY UTRZYMANIA ZIELENI** muszą łączyć estetykę, funkcjonalność i trwałość miejskiej zieleni z dbałością o jej funkcje związane z retencją wód opadowych, adaptacją miast do zmian klimatu i ochroną różnorodności biologicznej⁶. Zasady utrzymania zieleni, zakres i częstotliwość czynności pielęgnacyjnych (np. koszenia, przycinania, grabienia liści) różnią się w zależności od przeznaczenia terenu – są ograniczone na terenach o ważnych funkcjach biocenotycznych, a bardziej intensywne na obszarach zabytkowych, reprezentacyjnych, czy komunikacyjnych, choć i w tych miejscach zmienia się podejście do zakresu i częstotliwości koszenia, a trawniki są zamieniane na łąki kwietne. Warto uświadamiać mieszkańcom, że zmiany te nie są wynikiem zaniedbania, ale celowej polityki kształtowania zieleni w mieście. Oprócz tradycyjnych form zieleni miejskiej, jak parki, skwery, zieleńce, czy aleje

3 Wskaźnik BGF (Blue Green Factor) umożliwia ocenę stosunku powierzchni efektywnej ekologicznie (wody i zieleni) do całkowitej powierzchni gruntów i jest stosowany np. w Oslo. <https://oppla.eu/product/2006>, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8921111>

4 Wskaźnik BAF (Biotop Area Factor), stosowany w Berlinie, jest definiowany jako stosunek powierzchni biologicznie czynnej do całkowitej powierzchni terenu, ale bierze też pod uwagę jakość tej zieleni. Wartości mieszczą się w przedziale od 0 do 1, gdzie 0 oznacza brak pozytywnego wpływu na równowagę przyrodniczą, a 1 zapewnienie najlepszych warunków siedliskowych dla roślin. Szerzej: <http://www.strategiezielonychdachow.eu/pl/30-wska%C5%BAnik-powierzchni-biotopu-baf-jako-instrument-planowania-przestrzennego-w-berlinie>

5 Pojęcie „kapitału naturalnego” odnosi się do elementów przyrody, z których ludzie czerpią bezpośrednio lub pośrednio korzyści. Źródło: K. J. Willis, G. Petrokofsky, *The natural capital of city trees*, „Science”, 28 kwietnia 2017, t. 356, nr 6336, s. 374-376, DOI: 10.1126/science.aam972.

6 Standardy Ochrony Drzew opracowano w ramach projektu LIFE15GIE/PL/000959 pt. „Trees for Europe’s Green Infrastructure” <http://drzewa.org.pl/standardy/>. Fundacja Sendzimira również opracowuje uniwersalne Standardy utrzymania terenów zieleni w miastach <https://sendzimir.org.pl/projekty/uniwersalne-standardy/>

drzew, warto pozostawić obszary tzw. „czwartej przyrody”⁷, czyli zieleni nieurządzonej, spontanicznej, która rozwija się samoistnie i niemal nie wymaga pielęgnacji.

- 4. STANDARDY URBANISTYCZNO-BUDOWLANE.** Niedoskonałość polskiego prawa, zwłaszcza Ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, nie zwalnia samorządów z odpowiedzialności za ład przestrzenny i zrównoważony rozwój, w tym działania adaptacyjne. Na podstawie wcześniejszych inwentaryzacji i analiz⁸ można ustalić odmienne standardy zabudowy i zagospodarowania w zależności od funkcji i typu zabudowy oraz lokalnych warunków ekofizjograficznych i hydrogeologicznych. Zaplanowane struktury zieleni miejskiej powinny być uzupełnianie standardami kształtowania zieleni na terenach inwestycyjnych publicznych i prywatnych (standardy dla ulic i terenów zabudowy różnego typu). Zwiększanie wymogów w zakresie powierzchni biologicznie czynnej w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego (MPZP) oraz decyzjach o warunkach zabudowy (WZ)⁹ może motywować inwestorów do redukcji uszczelnień oraz wykorzystania dla zieleni powierzchni dachów¹⁰ i ścian (zielone fasady, pionowe ogrody). Warto uwzględnić również wskaźniki efektywności ekologicznej oraz rodzaje materiałów i technologii ograniczających powstawanie MWC.
- 5. EKO-DEMONSTRATORY,** czyli wdrażane w praktyce rozwiązania bliskie naturze (np. ogrody deszczowe i miejskie mokradła, łąki kwietne, zielone przystanki i torowiska, zielone dachy, ściany i podwórka, naturalne place zabaw itp. realizowane np. w Poznaniu¹¹, Gdańsku¹², Wrocławiu¹³, Krakowie, Bydgoszczy i wielu innych miastach) są szczególnie ważne na terenach zieleni i komunikacji miejskiej oraz w obiektach użyteczności publicznej, jak szkoły czy przedszkola. Stanowią bowiem dowód, że samorządy zaczynają zmiany od siebie. Realizacja i upublicznianie dobrych praktyk (np. tworzenie mapy takich realizacji w mieście), nawet jeśli nie zmieni radykalnie klimatu miasta i pojemności retencyjnej, przyczynia się do budowania świadomości mieszkańców i dumy z inicjatyw lokalnych oraz naśladowania sprawdzonych rozwiązań.

7 Termin wprowadzony do nauki przez niemieckiego badacza, prof. Ingo Kowarika. Oznacza roślinność rozwijającą się samoistnie, w sposób niekontrolowany, bez ingerencji człowieka na opuszczonych, nawet najbardziej zniszczonych terenach. Zagadnienie rozwija Kasper Jakubowski w książce pt. „Czwarta Przyroda”, źródło: <https://naukadlaprzyrody.pl/2020/08/13/czwarta-przyroda-nowa-nadzieja-dla-miast/>

8 Np. analizy potencjału retencyjnego / zdolności retencyjnej zlewni miejskich oraz inwentaryzacji zieleni i oceny kapitału naturalnego miasta lub w oparciu o opracowania ekofizjograficzne przygotowywane na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy.

9 Decyzje administracyjne o ustaleniu warunków zabudowy są nadużywanym i bardzo szkodliwym dla ładu przestrzennego i środowiska naturalnego narzędziem planowania. Ich wydawanie powinno być ograniczane na rzecz uchwalania MPZP.

10 Zielone dachy powinny być obowiązkowe dla nowo budowanych budynków o dachach płaskich.

11 W latach 2018-2020 projektem ekologicznych demonstratorów objęto 41 poznańskich placówek przedszkolnych, instalując łącznie 178 naturalnych elementów eko-edukacyjnych. Szerzej: <https://www.poznan.pl/mim/rewitalizacja/ekologiczne-demonstratory-2021,p,46898,46899,62062.html>

12 Od pierwszych ekoinstalacji w Gdańsku (<https://www.gdansk.pl/wiadomosci/Jak-moga-wygladac-ogrody-deszczowe-w-Gdansk-Zobaczcie-eko-instalacje-na-Jarmarku-Sw-Dominika,a,152640>) do upowszechnienia ogrodów deszczowych minęły zaledwie 3 lata (<https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Kolejny-ogrod-deszczowy-powstaje-na-Siedlcach-n161197.html>). Poradnik – Ogród deszczowy w pięciu krokach: <http://www.gdmel.pl/dla-inwestorow-gdmel/poradnik-ogrod-deszczowy-w-5-krokach>

13 W ramach projektu Grow Green we Wrocławiu powstają m.in. parki kieszonkowe <https://www.wroclaw.pl/growgreen/grow-green-wroclaw>

2.2. Mała retencja i ograniczanie zanieczyszczenia wody

Problemy wodne, te ilościowe i jakościowe, płyną z prądem. Im wcześniej i wyżej zaczniemy im zapobiegać, tym mniejsze będzie ich natężenie w odbiornikach. Zarówno ładunek zanieczyszczeń, jak i zagrożenia powodziowe ze strony małych i większych rzek, jak i podtopienia w wyniku przeciążeń kanalizacji będą mniej destrukcyjne i łatwiejsze do opanowania, jeśli więcej uwagi poświęcimy działaniom prewencyjnym (zapobieganiu problemom) niż reagowaniu na sytuacje kryzysowe. Szybkie odprowadzanie wody to spychanie tych problemów w dół zlewni, czasem poza granice administracyjne miast i gmin.

Jest to szczególnie niebezpieczne w rejonach górskich, gdzie kumulacja szybkich spływów z wyżej położonych terenów może spowodować katastrofalne powodzie w niżej położonych miejscowościach, czego przykładem mogą być powodzie w Małopolsce i na Podkarpaciu w 2019, 2020 i 2021 roku¹⁴. Dlatego tak ważne jest zlewniowe podejście w planowaniu przestrzennym, integrujące działania gmin położonych w obrębie zlewni rzek.

Pierwszy etap działań powinna stanowić diagnoza wyzwań i problemów wodnych, miejsc ich kumulacji oraz obszarów, które nie doświadczają problemów, ale je generują (leżących czasem poza granicami administracyjnymi miast).

Główny kierunek działań, rekomendowanych przez ekspertów gospodarki wodnej OEES¹⁵, polega na zmianie zarządzania spływami opadowymi – odejście od zasady szybkiego odwadniania „z chmury do rury” na rzecz kształtowania „miasta-gąbki” i zdecentralizowanego zarządzania spływami opadowymi. Podejście to opiera się na analizie spływów opadowych oraz możliwości ich retencji i oczyszczania (OEES 2021):

- **„u źródła”** – zwiększanie możliwości retencji, infiltracji do gruntu i wykorzystania wody w miejscu opadu na całym terenie zlewni miejskich w obrębie budynków i działek prywatnych i publicznych oraz infrastruktury drogowej, w tym wprowadzenie wymogu neutralności hydrologicznej¹⁶ nowych inwestycji prywatnych i publicznych,
- **„na ścieżce”** – odchodzenie od „systemów odwodnieniowych” miast na rzecz systemów retencji, modelowanie i modernizacja sieci infrastruktury podziemnej i jej odciążanie przez połączenia z systemami otwartych rowów melioracyjnych, kanałów, małych cieków i zbiorników wodnych, poprawiających elastyczność układu, możliwości retencji i sterowania przepływem w oparciu o plany zarządzania spływami burzowymi,
- **„w odbiorniku”** – ograniczanie zainwestowania terenów zagrożonych podtopieniami i powodziami na rzecz zwiększania retencji korytowej i możliwości podczysz-

14 Np. w maju 2019 zanotowano powodzie na Śląsku, Podkarpaciu, w Małopolsce i woj. Świętokrzyskim (<https://dziendobry.tvn.pl/newsy/powodz-2019-podtopienia-na-poludniu-polski-da304117>), a w czerwcu 2020 r. w wyniku gwałtownych burz i ulewnych długotrwałych deszczy na terenie województwa podkarpackiego doszło do nagłych wezbrań rzek, co spowodowało podtopienia i zalania w wielu miejscowościach regionu (<https://www.zpp.pl/arttykul/1852-bilans-tragicznej-powodzi-w-województwie-podkarpackim-caly-czas-mozna-wlaczac-sie-w-pomoc>). W lipcu 2021 powodzie błyskawiczne w Nowym Sączu, w Malawie, Boguchwale i Chmielniku (<https://dobrapogoda24.pl/arttykul/pogoda-zalania-podtopienia-powodz-blyskawiczna-18-lipca-2021-malopolska-podkarpacie>)

15 Open Eyes Economy Summit https://oees.pl/wp-content/uploads/2020/07/Alert-WODNY_3.pdf

16 Neutralność hydrologiczna inwestycji polega na zachowaniu odpływu powierzchniowego wody w ilości nie większej niż dla stanu sprzed zainwestowania. <https://blog.retencja.pl/2020/03/13/finansowac-inwestycje-wodach-opadowych/>

czania spływów burzowych (parki buforowe), ale również poprawy łączności, bioróżnorodności i warunków rekreacji; konieczność opracowania standardów zabudowy i zagospodarowanie terenów narażonych na ryzyko powodzi w powiązaniu z systemem ubezpieczeń powodziowych. Zalecane jest także zabezpieczenie otoczenia przelewów burzowych jako infrastruktury krytycznej i dostosowanie ładunku zanieczyszczeń do możliwości zachowania dobrego stanu odbiornika.

Problemy hydrauliczne „na ścieżce” wynikają przede wszystkim z przeciążenia systemów kanalizacyjnych w okresach szczytowych natężeń przepływu, czyli podczas deszczy nawalnych. Znaczne ilości wody z powierzchni uszczelnionych spływają wówczas w krótkim czasie do kanalizacji, powodując jej niewydolność i powódzie miejskie. Aby im zapobiegać, warto wprowadzić w mieście standardy zabudowy i zagospodarowania terenu określające większy udział powierzchni biologicznie czynnej (np. 30-70% w zależności od typu zabudowy i lokalizacji, patrz tabela 1) oraz opłaty za uszczelnienie gruntu, które będą motywować inwestorów do rozszczelniania powierzchni.

Już samo odprowadzanie opadów ze zwłoką czasową (detencja) może zmniejszyć szczytowe natężenia przepływów, choć nie poprawia bilansu wodnego zlewni. Wymóg zagospodarowania na terenie działki określonej wysokości opadu (przynajmniej 30 mm) umożliwi zmagazynowanie i wykorzystanie wody (np. do podlewania lub innych celów gospodarczych) lub jej stopniowe przesiąkanie do gruntu w nieckach lub skrzynkach infiltracyjnych, co pozwoli też odnawiać zasobów wód gruntowych i podziemnych. Stosując szeroki wachlarz rozwiązań błękitno-zielone i szarej infrastruktury (por. tabela 1), możemy zapobiegać problemom „u źródła”.

Dużym wyzwaniem jest retencja wody na terenach komunikacji miejskiej, ale i tu są możliwości wynoszenia powierzchni dróg ponad poziom zieleni przyulicznej, co umożliwi odprowadzanie wód do gruntu oraz stosowania przesiąkliwych nawierzchni, tradycyjnych rowów, czy zatok bioretencyjnych, obsadzonych kompozycjami roślin podczyszczających spływy opadowe. Te rozwiązania wymagają jednak zmiany standardów zimowego utrzymania dróg (zmniejszanie zasolenia) i urządzeń filtracyjnych.

Przekształcenia istniejących, podziemnych systemów kanalizacji deszczowej są kosztowne i powinny zmierzać nie tylko do zwiększania ich przepustowości, ale przede wszystkim do poprawy elastyczności układów i odciążania sieci poprzez budowę kanałów i zbiorników retencyjnych lub retencyjno-rozsączających (podziemnych lub naziemnych) oraz powiązania z siecią małych cieków miejskich, które warto odkrywać i renaturyzować. Działania takie wymagają koordynacji pomiędzy różnymi podmiotami odpowiedzialnymi za ich utrzymanie.

Tabela 1. **Możliwości wykorzystania elementów systemu zagospodarowania wód opadowych w różnych typach przestrzeni miejskiej** (na podst. Januchta-Szostak 2011, s. 257)

Typ przestrzeni miejskiej / typ zabudowy	Wartość współcz. spływu pow. ☒; zalecany udział pbc	Korzyści w zakresie poprawy jakości przestrzeni publicznych i retencji wody	Możliwości wdrażania systemów powierzchniowej retencji	
			Na terenach publicznych	Na terenach prywatnych
Historyczne centra miast/ zabudowa kwartałowa – bardzo gęsta	0,7 ÷ 0,9 Udział pow. biologicznie czynnej trudny do zwiększenia w istniejącej zabudowie historycznej. udział pbc 10 ÷ 30%	Poprawa estetyki reprezentacyjnych przestrzeni publicznych; integracja mieszkańców, rekreacja, eliminacja spływu w.o. do kanalizacji ogólnospławnej, poprawa warunków wegetacyjnych roślin (zasilenie w grunt.), zwiększenie powierzchni zieleni, poprawa mikroklimatu	Ozdobne kompozycje wodne z recyrkulacją na placach, retencja w zbiornikach podziemnych (zalecana) i otwartych (ograniczona), infiltracja za pomocą elementów podziemnych (skrzynki rozsączające, rury drenarskie), wykorzystanie gospodarcze wody do celów p/poż., nawadniania zieleni i sputkiwania ulic	Ograniczone możliwości zastosowania zielonych dachów w historycznych śródmieściach ze względu na ograniczenia konserwatorskie; zbiorniki podziemne, studnie chłonne, systemy recyrkulacji, wykorzystanie gospodarcze w obrębie budynków i kwartałów zabudowy do sputkiwania toalet i nawadniania
Przestrzeń śródmiejska/ zabudowa kwartałowa, zwarta	0,5 ÷ 0,7 pbc 30 ÷ 40%	Poprawa estetyki przestrzeni publicznej oraz możliwości integracji i rekreacji mieszkańców, zwiększanie powierzchni zieleni, ograniczenie spływu powierzchniowego	zw.; wykorzystanie wszelkich powierzchni zieleni publ. (skwery) do retencji i infiltracji oraz wprowadzania elementów małej arch. wodnej i wodnych placów zabaw	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja i oczyszczanie biologiczne w przestrzeni sąsiedzkiej, wykorzystanie gospodarcze w.o. do sputkiwania toalet i nawadniania
Przestrzeń osiedli mieszkaniowych w zabudowie jednorodzinnej / zabudowa wzdłuż ulic, wolnostojąca i szeregowa, luźna	0,3 ÷ 0,5 0,2 ÷ 0,3 pbc 50 ÷ 70%	Potrzeba integracyjnych przestrzeni wspólnych, placów zabaw; ograniczenie spływu powierzchniowego, zwiększenie powierzchni zieleni publicznej, uspokojenie ruchu kołowego	Wykorzystanie elementów wodnych dla integracji mieszkańców zastosowanie małych elementów arch. wodnej i wodnych placów zabaw, ogrodów deszczowych, przyulicznych zatok retencyjno-infiltracyjnych do spowalniania ruchu; niewielkie możliwości tworzenia systemów krajo-brazowych w istniejących osiedlach	Maksymalne zagospodarowanie wody na terenach działek; retencja i infiltracja w prywatnych ogrodach, zielone dachy, wykorzystanie wód opadowych do sputkiwania toalet i nawadniania
Przestrzeń osiedli wielorodzinnych/ zabudowa blokowa, luźna	0,2 ÷ 0,5 pbc 50 ÷ 70%	Indywidualizacja przestrzeni, wykorzystanie elementów wodnych dla integracji mieszkańców, ograniczenie spływu w.o.	Duże możliwości retencji, infiltracji i oczyszczania biologicznego w przestrzeni publicznej z zastosowaniem systemów krajobrazowych, małych elementów arch. wodnej i wodnych placów	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja przez perforowane powierzchnie parkingów; wykorzystanie gospodarcze w.o. do nawadniania zieleni osiedlowej
Przestrzeń obiektów wielkopowierzchniowych / zabudowa przemysłowa, handlowa	0,2 ÷ 0,7 pbc 30 ÷ 50%	Eliminacja spływu zanieczyszczonych w.o., poprawa atrakcyjności wizualnej i funkcjonalnej	Niewielkie obszary publiczne, głównie związane z systemem komunikacji – filtracyjne i sedymentacyjne elementy wodne do oczyszczania spływów z pow. komunikacji i neutralizacji zanieczyszczeń przemysłowych	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja przez perforowane powierzchnie parkingów, elementy filtracyjne i sedymentacyjne; Wykorzystanie gospodarcze zw. oraz w układach dekoracyjno-rekreacyjnych
Przestrzeń parkowa/ rekreacyjna, pomocnicza	0,0 ÷ 0,1 pbc 90 ÷ 100%	Poprawa atrakcyjności i bezpieczeństwa w parkach; podnoszenie bioróżnorodności	Główne obszary aplikacji funkcji retencyjno-infiltracyjnych; możliwość tworzenia zrównoważonych biotopów o dużych walorach krajobrazowych, społecznych i przyrodniczych	

Szczególne znaczenie ma zagospodarowanie wód opadowych w publicznej przestrzeni otwartej. Plac miejski nie musi być betonową pustynią, ale kompozycją przestrzenną atrakcyjną dzięki zmienności stanów napełnienia wodą opadową (np. place wodne w Rotterdamie). Wymaga to jednak odejścia od przyzwyczajęń projektowych (odwadniania placów) i akceptacji czasowego, kontrolowanego zalewania przestrzeni publicznych. Retencja w parkach i skwerach to dobra okazja do uwidaczniania procesów oczyszczania wody i edukacji ekologicznej mieszkańców, tak jak ma to miejsce w Tanner Springs Park w Portland¹⁷, ale również w gdańskich ogrodach deszczowych, czy poznańskim Parku Rataje (rys. 7, 8).



Rysunek 7. Stawy retencyjne i łąki kwietne w Parku Rataje w Poznaniu



Rysunek 8. Projektowany wodny plac zabaw „Kamienny Krąg” w Parku Rataje w Poznaniu

17 W zagospodarowaniu Tanner Springs Park w Portland (proj.: Atelier Dreiseitl, 2003) odtworzono mokradła niegdyś typowe dla tego obszaru. Szerzej: <https://greenworkspc.com/ourwork/tanner-springs-park>

REKOMENDACJE DLA SAMORZĄDÓW

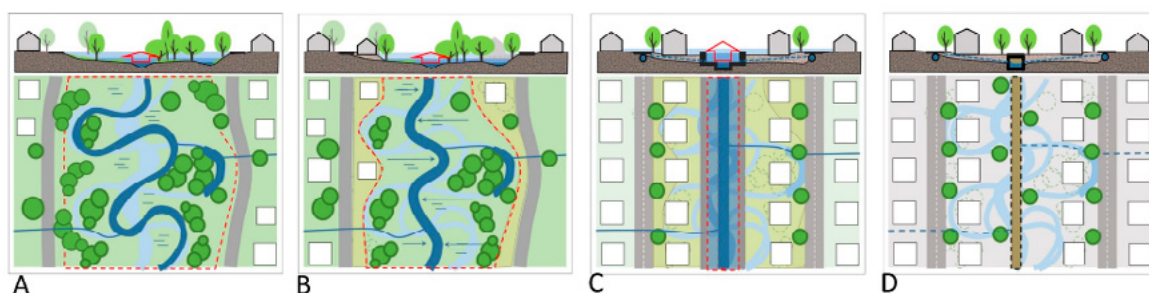
- 1. POTENCJAŁ RETENCYJNY ZLEWNI MIEJSKICH** to niedoceniane bogactwo – tereny przesiąkliwe i zazielenione, a zwłaszcza naturalne mokradła i doliny rzek powinny być chronione przed zabudową i uszczelnieniem. Opłaty z tytułu odprowadzania wód opadowych i roztopowych oraz opłaty za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej to tylko finansowa rekompensata za potencjał utracony. Miasta powinny mieć rozeznanie w zakresie potencjału retencyjnego zlewni, w obrębie których są położone, i nie tylko nie dopuszczać do zmniejszania zdolności retencyjnych i adaptacyjnych, ale sukcesywnie je odbudowywać.
- 2. STRATEGIA GOSPODAROWANIA WODAMI OPADOWYMI I PROGRAM MAŁEJ RETENCJI** umożliwiają kompleksowe i systemowe gospodarowanie wodami opadowymi i roztopowymi w oparciu o rozpoznanie potencjału retencyjnego miasta (w tym cieków i zbiorników oraz struktur zieleni w miastach), inwentaryzację infrastruktury kanalizacyjnej i hydrotechnicznej, a także obliczenia i modelowanie sptywów powierzchniowych i przepływów w sieci kanalizacyjnej. Na tej podstawie można przygotować program działań oraz ocenić ich koszty i skuteczność. Na razie tylko kilka dużych miast podjęło takie wyzwanie (m.in. Bydgoszcz, Gdańsk, Poznań), ale proponowane rozwiązania mogą przecierać ścieżki mniejszym miastom. Działania takie wymagają ścisłej współpracy urzędów miast i gmin z miejskimi przedsiębiorstwami wodno-kanalizacyjnymi oraz PWG Wody Polskie oraz podmiotami odpowiedzialnymi za melioracje i małe ciekі. Warto też zintegrować działania jednostek miejskich odpowiedzialnych za planowanie przestrzenne i architekturę, zarządzanie zielenią, drogami i gospodarką komunalną.
- 3. STANDARDY URBANISTYCZNE I OPŁATY** – wymogi dotyczące zabudowy i zagospodarowania terenu określone w MPZP oraz WZ oraz opłaty za uszczelnienie gruntu powinny motywować inwestorów do zwiększania udziału powierzchni biologicznie czynnej (w zależności od typu zabudowy i lokalizacji), rozszczelniania powierzchni oraz stosowania zielonych dachów i fasad. Należy dążyć do minimalizacji powierzchni nieprzesiąkliwych (np. stosować minimalne wymagane szerokości dróg i chodników, a parkingi i place projektować jako nawierzchnie częściowo przesiąkliwe lub retencyjne). Wymogi w zakresie zagospodarowania wód deszczowych na miejscu opadu powinny zmierzać do osiągnięcia neutralności hydrologicznej wszystkich nowych inwestycji oraz znacznego zwiększenia retencji na terenach już zainwestowanych.
- 4. WIELOFUNKCYJNE REALIZACJE PILOTAŻOWE.** Nic tak nie przekonuje jak sprawdzone realizacje. Samorządy muszą zaczynać od siebie i wprowadzać rozwiązania adaptacyjne, w tym retencyjne, w przestrzeniach publicznych (zwłaszcza na terenach zieleni, ale również na reprezentacyjnych placach miejskich) i we wszystkich obiektach użyteczności publicznej (zwłaszcza szkołach i przedszkolach). W każdej takiej realizacji warto mieć na względzie nie tylko pojemność retencyjną, ale również walory funkcjonalne i estetyczne rozwiązań technicznych i przyrodniczych, ponieważ ich wielofunkcyjność i atrakcyjna forma sprzyjają ich społecznej akceptacji. W ten sposób miasta i gminy mogą budować wiarygodność swoich deklaracji zrównoważonego rozwoju i podnosić świadomość ekologiczną mieszkańców.

5. KATALOGI DOBRYCH PRAKTYK. Nie trzeba wywierać otwartych drzwi. Wiele miast opracowało już katalogi niebiesko-zielonej infrastruktury i standardy zagospodarowania wód opadowych (np. Bydgoszcz, Gdańsk, Wrocław, Łódź, Kraków, Warszawa, Poznań i inne), z których mogą korzystać mniejsze miasta. Rozwiązania takie są też dostępne na stronach internetowych polskich i zagranicznych organizacji proekologicznych¹⁸.

2.3. Rzeka w mieście

Rzeka w mieście to nie tylko źródło zagrożeń powodziowych, jak zwykliśmy ją postrzegać, ale ogromny potencjał kulturowy, przyrodniczy i klimatyczny. Fizjonomia dolin rzecznych i ich funkcje zmieniały się pod wpływem potrzeb żeglugi, przemysłu i urbanizacji, a te zmiany odbywały się kosztem ekosystemów wodnych i od wody zależnych, przyczyniając się nie tylko do wzrostu zanieczyszczenia wody i dynamiki przepływów, ale też obniżenia jakości krajobrazu i jakości życia mieszkańców (Januchta-Szostak 2019).

W procesie regulacji doliny rzek były stopniowo prostowane, zawężane, a nabrzeża umacniane. Tereny zalewowe większych rzek zostały odcięte wałami przeciwpowodziowymi, a większość małych miejskich dopływów skanalizowano pod ziemią, przekształcając je w kolektory ściekowe (rys. 9). Na skutek urbanizacji całych zlewni zwiększał się odpływ powierzchniowy, który nie mieścił się w zawężonych dolinach, powodując powódzie, co skłaniało do podnoszenia wałów. Miasta wpadły w błędne koło hydrotechnicznych działań przeciwpowodziowych.



Rysunek 9. Etapy i skutki kanalizacji małych rzek i strumieni: **A.** Rzeka swobodnie meandrująca w podmokłej dolinie. Zabudowa na terasie ponad zalewowym. **B.** Regulacja rzek, zawężanie i melioracja dolin. Stopniowe zmiany w użytkowaniu gruntów i zagospodarowaniu terenów zalewowych. **C.** Kanalizacja rzeki, zasypianie starorzeczy, osuszenie i zwężenie doliny. Zabudowa tyłem do rzeki, brak dostępu do wody, brak zieleni, zagrożenie powodziowe. **D.** Przekształcenie cieków w kolektory ściekowe (kanalizacja pod ziemią).

18 Np.: Wrocław – <https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/katalog-dobrych-praktyk-zlap-deszcz>, https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/files/dokumenty/41756/zlap-deszcz-katalog-dobrych-praktyk-cz2_compressed.pdf, https://www.researchgate.net/publication/339483786_Katalog_dobrych_praktyk_cz_II_-_zasady_zrownowazonego_gospodarowania_wodami_opadowymi_na_obszarze_zabudowanym, Bydgoszcz – <https://mwik.bydgoszcz.pl/wp-content/uploads/2021/05/Katalog-zielono-niebieskiej-infrastruktury-small-print-version.pdf>, Poznań – <https://www.aquanet-retencja.pl/>, <https://www.aquanet-retencja.pl/mala-retencja/>, Gdańsk – wytyczne dla projektantów: <http://www.gdmel.pl/dla-inwestorow/wytyczne-dla-projektantow>, Poradnik – Ogród deszczowy w 5 krokach: <http://www.gdmel.pl/dla-inwestorow-gdmel/poradnik-ogrod-deszczowy-w-5-krokach>. Rozwiązania szarej retencji https://www.pipelife.com/buildings/solutions/rainwater-solutions.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=stormwater_management&gclid=CjwKCAjwkMeUBhBuEiwA4hpqElwAHW244E-b_EQAy57TipzxQUxqp0q71RgklxjENhxyqYvQvXJwRoCUCsQAvD_BwE oraz błękitno-zielonej <https://assets.gov.ie/219872/409cd225-5afc-44b8-a7b1-bb595632a904.pdf>, <https://www.susdrain.org/resources/ciria-guidance.html>

Dziś musimy szukać rozwiązań retencyjnych i regeneracyjnych. „Powinniśmy odwrócić hydrofobową politykę z lat 60. XX wieku, w wyniku której naturalne rzeki zostały zamknięte w betonie, i znaleźć sposoby kształtowania krajobrazu w harmonii z wodą, aby złagodzić skutki intensywnych opadów, a zarazem upiększać nasze miasto” (Boris Johnson, LWS, 2011).

Ryzyko powodziowe to kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i potencjalnych negatywnych skutków powodzi dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej. Mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego pozwalają – w ograniczonym zakresie¹⁹ – określić zagrożenie oraz potencjalne, negatywne skutki powodzi. Ryzyko jest funkcją zagrożenia, ekspozycji i podatności, a zatem możemy wybrać odpowiednią strategię ograniczania ryzyka powodziowego (tabela 2, rys. 10).

Tabela 2. **Strategie ograniczania ryzyka powodziowego**
(oprac. A. Januchta-Szostak na podst. materiałów 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 biocenotycznych z użytkowaniem terenu

Wybór strategii zależy od czynników:

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

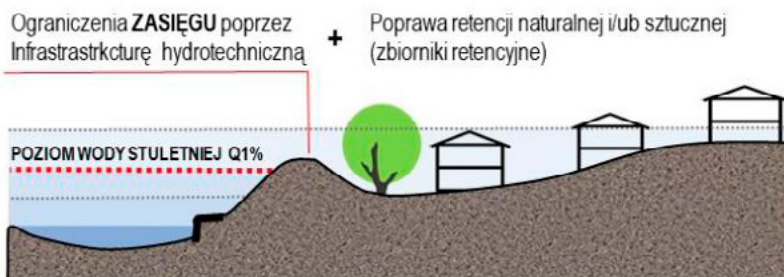
Doliny rzek są obszarami kumulacji zagrożeń powodziowych, których przyczyny leżą zwykle w górze zlewni, poza granicami administracyjnymi miast i tam przede wszystkim należy skupiać działania prewencyjne – retencyjne.

¹⁹ Mapy te nie obejmują, niestety, rejonów zagrożonych powodzią miejskimi oraz terenów zalewowych małych rzek. Zagrożenia w tych obszarach pozwala sprawdzić platforma Scalgo Live: <https://scalgo.com/pl/campaign/poland>

STRATEGIE OGRANICZANIA RYZYKA POWODZIOWEGO

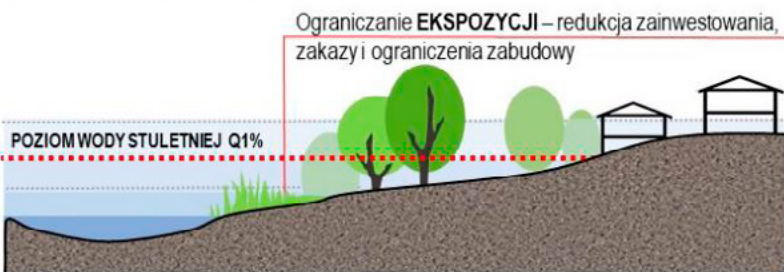
A

Strategia defensywna: „odsunąć wodę od ludzi” - ograniczenie ZASIĘGU POWODZI poprzez infrastrukturę hydrotechniczną i retencję



B

Strategia wycofania i respektu: „odsunąć ludzi od wody” - ograniczenie EKSPOZYCJI poprzez redukcję zainwestowania na terenach zalewowych, a także wykup gruntów i relokację ludności

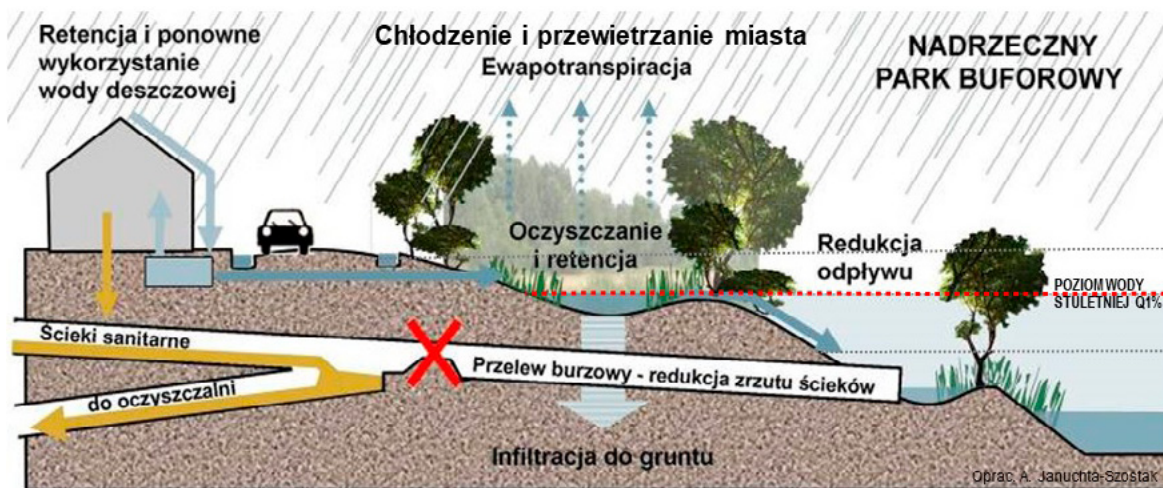


C

Strategia koegzystencji z wodą: „nauczyć się żyć z powodzią” – zmniejszanie PODATNOŚCI NA POWÓDŹ poprzez stosowanie metod technicznych (np. dostosowanie zabudowy) i nietechnicznych



Rysunek 10. Strategie ograniczania ryzyka powodziowego (oprac. A. Januchta-Szostak)



Rysunek 11. Rola nadrzecznych parków buforowych (Januchta-Szostak 2011, s. 223)

Na nieobwałowanych odcinkach dolin warto tworzyć **nadrzeczne parki buforowe** (rys. 11), które stanowią naturalną przestrzeń ekspansji rzeki w sytuacji powodziowej oraz strefę ochrony cieku przed miejskimi źródłami zanieczyszczeń (podczyszczanie spływów opadowych). Ich linearny charakter umożliwia tworzenie korytarzy ekologicznych oraz ciągłych struktur zieleni miejskiej służących rekreacji mieszkańców. Najważniejsze są jednak ekosystemy nadrzeczne, które będą wspomagać oczyszczanie wody i chronić

brzezi przed erozją oraz wspomagać chłodzenie i przewietrzanie miasta w czasie fal upałów. Ochronę łągów i grądów, odtwarzanie starorzeczy i mokradel przybrzeżnych można połączyć z kształtowaniem ścieżek rekreacyjno-edukacyjnych dla mieszkańców. Istotna jest również poprawa dostępności brzegów dla ludzi i zwierząt poprzez likwidację ogrodzeń i barier, dochodzących nielegalnie do samego koryta ciek, tworzenie ścieżek, ramp i pomostów oraz oszczędne oświetlenie miejsc często użytkowanych.

W małych miastach Polski większe rzeki zachowały swój naturalny lub półnaturalny charakter, co stanowi bogactwo warte zachowania, ale małe rzeki i strumienie zostały w większości uregulowane lub skanalizowane i zepchnięte na tyły zabudowy. Ich odkrywanie i renaturyzacja jest trudnym i kosztownym zadaniem. Możliwości i metody działania zależą od różnych czynników, w tym kosztów i korzyści, stopnia przekształcenia ciek, uwarunkowań przestrzennych, własnościowych i prawnych. Warto jednak przeanalizować miejski układ hydrograficzny małych cieków i rowów melioracyjnych oraz system kanalizacji deszczowej, aby łączyć potrzeby retencji z kształtowaniem ciągłych układów zieleni w mieście i wykorzystywać ich potencjał rekreacyjny i adaptacyjny. Systemy biofiltracyjne (rys. 12), instalowane na doływach, mogą nie tylko wspomagać oczyszczanie wód opadowych i powierzchniowych, ale również podnosić walory krajobrazowe parków nadrzecznych. Wśród dobrych praktyk renaturyzacji małych cieków w Polsce warto wymienić: renaturyzację rzeki Sokołówki w Łodzi (2004-2015)²⁰, rewitalizację rzeki Ślepiotki w Katowicach (2011)²¹, przebudowa koryta rzeki Białej w Białymstoku (2016), czy renaturyzację rzeki Mlecznej w Radomiu (2015-2020)²².



Renaturyzacja rzeki Sokołówki w Łodzi



System biofiltracyjny na Sokołówce w Łodzi

Rysunek 12. Naturalne systemy podczyszczania wód opadowych na rzece Sokołówce w Łodzi (fot. A. Januchta-Szostak)

20 Szerzej: <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Renaturyzacja-lodzkiej-rzeki-Sokolowki-do-biega-konca-97.html>

21 W ramach projektu REURIS, szerzej: <https://www.piotrowice.katowice.pl/reuris-rewitalizacja-rzeki-slepiotki>

22 w ramach projektu „Dostosowanie do zmian klimatu poprzez zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi obszaru miejskiego w Radomiu” (2015-2020) - LIFE14 CCA/PL/000101 <https://life.radom.pl/pl/o-projekcie/wdrozenia/duze-zadania-blekitno-zielonej-infrastruktury/315-renaturyzacja-i-adaptacja-rzeki-mlecznej-do-zmian-klimatu>

REKOMENDACJE DLA SAMORZĄDÓW

- 1. DIAGNOZA STRUKTUR HYDROGRAFICZNYCH MIASTA**, obejmujących większe i mniejsze rzeki, strumienie, kanały, rowy, zbiorniki otwarte i mokradła, ale także ciek skanalizowane pod ziemią, jest elementem rozpoznania potencjału retencyjnego zlewni miejskich i podstawą zlewniowego podejścia do planowania przestrzennego, planów zazieleniania (struktury wodne powinny stanowić kręgosłup systemów zieleni) i strategii gospodarowania wodami opadowymi (stanowią podstawowy potencjał retencyjny miasta).
- 2. ANALIZA ZAGROZEŃ POWODZIOWYCH I MOŻLIWOŚCI REDUKCJI RYZYKA POWODZI**. Mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego dostarczają wielu informacji umożliwiających wybór właściwej strategii zarządzania ryzykiem powodziowym, ale obejmują tylko większe rzeki. Tymczasem małe rzeki i strumienie, będące odbiornikami wód opadowych z silnie uszczelnionych lub górskich zlewni, są źródłem zagrożeń powodziąmi błyskawicznymi. Aby im zapobiegać należy zwiększać retencję „u źródła” i retencję dolinową, ale również zmniejszać ekspozycję i podatność na powódź, kształtując odpowiednie standardy zabudowy na terenach narażonych na powódzie.
- 3. ZWRACANIE MIAST FRONTEM DO RZEK**, aktywizacja terenów nadrzecznych i poprawa dostępności brzegów zwiększa walory turystyczne miast oraz warunki rekreacji mieszkańców (promenady, plaże miejskie, kąpieliska, przystanie itp.). Nowe trendy proekologicznego zagospodarowania dolin rzecznych kładą nacisk na łączenie funkcji społeczno-kulturowych nadbrzeży z zachowaniem lub odtwarzaniem ich walorów przyrodniczych oraz pojemności retencyjnej.
- 4. CZYSTOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH** jest warunkiem aktywizacji terenów nadrzecznych i zdrowia mieszkańców. Czystość rzek zależy nie tylko od redukcji źródeł (powierzchniowych, liniowych i punktowych) i ładunku zanieczyszczeń we wszystkich dopływach (również tych poza terenami miejskimi), ale również od stanu ekosystemów i ich zdolności do oczyszczania cieków. Dlatego tak ważna jest renaturyzacja, w tym remeandryzacja, tworzenie pasów buforowych wzdłuż cieków w postaci łąk, zakrzewień i zadrzewień oraz systemów biofiltracyjnych, a także ograniczanie spływu z terenów rolniczych i zrzutów burzowych z systemów kanalizacji miejskiej.
- 5. RENATURYZACJA I ODBUDOWA EKOSYSTEMÓW**, ich różnorodności biologicznej i ciągłości jest konieczna dla wzmacniania ich produktywności i zapewnienia możliwości świadczenia usług ekosystemowych. „Renaturyzacja wód powierzchniowych obejmuje: poprawę retencji korytowej, dolinowej, normalizację stosunków wodnych w zlewni, renaturalizację mokradł i torfowisk, przywracanie ciągłości i różnorodności hydromorfologicznej cieków i jezior. Tego typu działania wpływają na poprawę odporności, czyli adaptację ekosystemów i ciągłość dostarczanych przez nie usług ekosystemowych. Renaturyzacja wód wpływa na zmniejszenie ryzyka powodziowego, łagodzi skutki suszy, redukuje niezbędne koszty prowadzenia prac utrzymaniowych i tworzy miejsca atrakcyjne społecznie.”²³

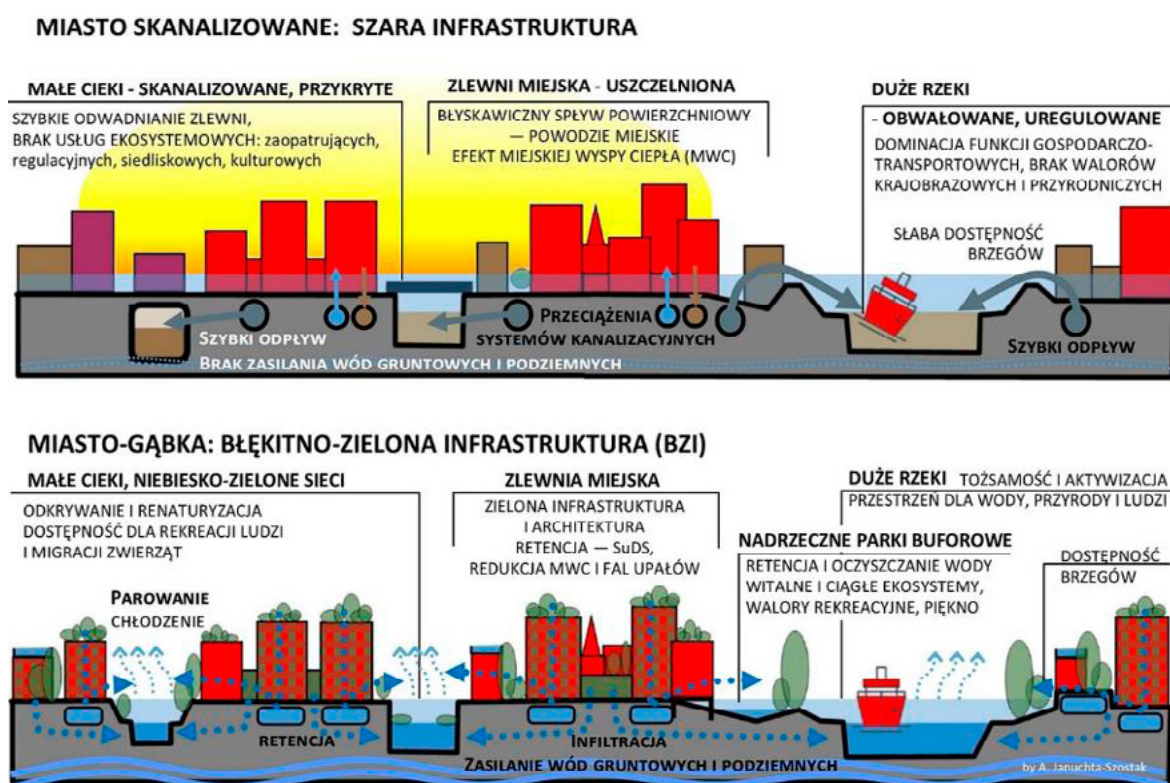
23 PGW Wody Polskie „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych” <https://www.wody.gov.pl/index.php/pl/aktualnosci/734-wody-polskie-gotowe-do-dzialania-na-odrze>

Nadrzeczne parki buforowe w miastach warto tworzyć na wszystkich nieobwałowanych odcinkach dolin rzecznych i łączyć je w ciągłe struktury. Projekty renaturyzacji dolin rzecznych w polskich miastach są nieliczne i dotyczą małych cieków, takich jak Sokołówka w Łodzi, czy rzeka Mleczna w Radomiu.

6. **ODKRYWANIE SKANALIZOWANYCH CIEKÓW**. W miastach na całym świecie coraz częściej pojawiają się inicjatywy odkrywania skanalizowanych strumieni (np. Cheonggyecheon w Seulu, małych cieków w Londynie, Stuttgarcie, Pradze czy Lipsku), które w Polsce nadal są rzadkością, a mogą znacząco zwiększyć potencjał adaptacyjny miast. Analiza potencjału struktur hydrograficznych miasta powinna dostarczyć informacji na temat możliwości i barier odkrywania skanalizowanych odcinków rzek oraz ich renaturyzacji.

2.4. Zintegrowane działania

Rekomendacje zawarte w ALERCIE WODNYM 3. „Woda w miastach”, opracowanym przez zespół ekspertów OEEES (Januchta-Szostak i in., 2020) dotyczą wszystkich miast, niezależnie od ich wielkości. Kluczowe znaczenie ma **integracja gospodarowania wodą w mieście z jakością środowiska w mieście** (rys. 13).



Rysunek 13. Porównanie stanu miast i zagrożeń w miastach wobec kryzysu klimatycznego (rys. górny) oraz możliwości integracji działań z zastosowaniem błękitno-zielonej infrastruktury (rys. dolny).
Oprac. A. Januchta-Szostak

Miasta potrzebują **strategii zintegrowanej gospodarki wodnej** (Januchta-Szostak i in., 2020), która wymaga:

- a) łącznego traktowania zasobów wód opadowych, powierzchniowych i podziemnych **oraz jakości środowiska w mieście** w celu zapewnienia odnawialności zasobów, recyrkulacji wody i podnoszenia odporności miast na zjawiska ekstremalne;
- b) **integracji planowania przestrzennego z gospodarką wodną** – np. poprzez opracowanie **miejskich planów gospodarowania wodą obejmujących także program małej retencji**, zintegrowanych z dokumentami planistycznymi gospodarki przestrzennej (studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy jak również miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego). Plany te powinny uwzględniać wskazania i ograniczenia wynikające z miejskich planów adaptacji do zmian klimatu (mpa) oraz planów zarządzania ryzykiem powodziowym (pzrp) i przeciwdziałania skutkom suszy (ppss). Konieczna jest ocena hydrograficznych, hydrologicznych i środowiskowych skutków urbanizacji oraz możliwości ich kompensacji retencyjnej i przyrodniczej, na bazie analizy potencjału zlewni miejskich dla lokalizacji retencji i infiltracji oraz kształtowania jednostek osadniczych w powiązaniu ze strukturami przyrodniczymi.
- c) **wielofunkcyjnego zagospodarowania zbiorników, cieków i mokradet oraz łączenia niebiesko-zielonych struktur miejskich**, aby wzmocnić **efekt synergii**, korzystając z usług ekosystemowych nie tylko w zakresie surowcowym (pobór wody), ale przede wszystkim regulacyjnym (regulacja cykli hydrologicznych, jakości powietrza, klimatu, retencja i łagodzenie ekstremalnych zjawisk pogodowych), siedliskowym (bioróżnorodność) i kulturowym, w tym z ich walorów estetycznych, rekreacyjnych i edukacyjnych. Niezbędna jest też **poprawa dostępności** wód powierzchniowych dla ludzi i zwierząt oraz ciągłości rekreacyjnych i migracyjnych szlaków nadwodnych;
- d) **ochrony istniejących drzew i wzmocnienia struktur zieleni miejskiej** poprzez redukcję powierzchni utwardzonych na rzecz przepuszczalnych i zazielenionych, w tym tworzenia łąk kwietnych, nowych nasadzeń ulicznych, ogrodów deszczowych oraz integracji architektury z zielenią, w tym zazieleniania wszystkich nowo budowanych dachów płaskich. Zieleń musi być równoprawnym z zabudową tworzywem tkanki miejskiej;
- e) **zdecentralizowanego zarządzania splotami opadowymi, opartego na podejściu „źródło – ścieżka – odbiornik”**;
- f) **integracji zarządzania ryzykiem powodziowym z planowaniem przestrzennym i gospodarowaniem splotami opadowymi** i ich powiązania z **systemem ubezpieczeń powodziowych** oraz katalogiem dobrych praktyk zabudowy dostosowanej do typu i skali zagrożeń. Nie chodzi o to, żeby bać się wody, ale nauczyć się współegzystować z poszanowaniem jej praw, zgodnie ze strategią „życia z powodzią”;
- g) **wypracowania prawnych i finansowych mechanizmów mobilizujących odbiorców do korzystania z sieci wodociągów i kanalizacji**, ale też do zatrzymywania wód opadowych na własnym terenie, a także do kontroli poprawności eksploatacji zbiorników bezodpływowych i przydomowych oczyszczalni ścieków oraz oszczędnego gospodarowania wodą pitną;
- h) **wdrożenia szerokiego programu edukacji wodnej i środowiskowej**. Oszczędzanie wody pitnej, umiejętne korzystanie z kanalizacji, retencja i ponowne wykorzystywa-

nie wody deszczowej oraz szarej, a także ochrona i nasadzenia zieleni w miastach – to główne wyzwania edukacyjne. Potrzebne są dobre praktyki widoczne w przestrzeni publicznej i prywatnej, edukacja przez zabawę wodą, osvajanie z ekosystemami, eksperymenty z mikro-ogrodami deszczowymi czy lekcje w oczyszczalni ścieków. Zmiana zachowań społecznych przyjdzie po kilku latach, a nawyków po kilkunastu, ale musimy systemowo budować **kulturę odpowiedzialności za wodę** – wspólne dobro.

Adaptacja do zmiany klimatu i gospodarowanie wodą w miastach wymaga całościowej i wspólnej wizji wdrożeniowej, dającej gwarancję długofalowego planowania i skutecznej, etapowej realizacji, niezależnie od politycznych kadencji. Dzisiaj stanowi to jedno z największych wyzwań. A może stać się jedną z najważniejszych szans rozwojowych.

Bibliografia

Budziszewska M., Kardaś A., Bohdanowicz Z. (red.), 2021: *Klimatyczne ABC. Interdyscyplinarne podstawy współczesnej wiedzy o zmianie klimatu*, [online] <https://www.wuw.pl/product-pol-13475-Klimatyczne-ABC-Interdyscyplinarne-podstawy-wspolczesnej-wiedzy-o-zmianie-klimatu-PDF.html> [dostęp: 12.03.2022].

Fortuniak K., Badania klimatu miast w Polsce, „Przegląd Geofizyczny”, nr LXIV, 2019, s. 73-106, (<https://doi.org/10.32045/pg-2019-003>)

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (2020). Syntetyczny raport z klasyfikacji i oceny stanu jednolitych części wód powierzchniowych wykonanej za 2019 rok na podstawie danych z lat 2014-2019. Warszawa. https://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_wod/Synteza_ocena_stanu_wod_powierzchniowych_2014-2019r.pdf

IMGW, 2021: Skonieczna M., Hański A., Topiłko J., Barszczewska M., Wdowikowski M.: *Miejskie powódzie – winny klimat czy człowiek?* <https://obserwator.imgw.pl/miejskie-powodzie-winny-klimat-czy-czlowiek/>

IPCC, 2018: *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 st. C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.-O., Roberts D., Skea J., Shukla P.R., Pirani A., Moufouma-Okia W., Péan C., Pidcock R., Connors S., Matthews J.B.R., Chen Y., Zhou X., Gomis M.I., Lonnoy E., Maycock T., Tignor M., Waterfield T. (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, s. 32.

IPCC, 2021: *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport> [dostęp: 12.03.2022]

IPCC, 2022: *Summary for Policymakers* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> [dostęp: 12.03.2022]

Januchta-Szostak A., 2011: *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań, https://issuu.com/wydawnictwo_pp/docs/woda_w_miejskiej_przestr_public_ajs_do_druku

Januchta-Szostak A., 2019: *Miasta przyjazne rzekom*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań https://issuu.com/wydawnictwo_pp/docs/mpr

Januchta-Szostak A., 2020: *Błękitno-zielona infrastruktura jako narzędzie adaptacji miast do zmian klimatu i zagospodarowania wód opadowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Architektura, Urbanistyka, Architektura wnętrz – 2020, nr 3, s. 37-74

Januchta-Szostak A., Banasik K., Chudziński P., Drzewiecki S., Hausner J., Jania J., Kundzewicz Z., Kutek K., Konieczny R., Licznar P., Magnuszewski A., Nachlik E., Ramm K., Rosiek K., Zaleski J.,

- Ziętara P., 2020: *ALERT WODNY 3. Woda w miastach*. Zespół ekspertów Open Eyes Economy oraz Kolegium Gospodarki i Administracji Publicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, OEES https://oees.pl/wp-content/uploads/2020/07/Alert-WODNY_3.pdf [dostęp: 20.07.2020]
- KLIMADA 2.0 raport skrócony. *Zmiany temperatury i opadu na obszarze Polski w warunkach przyszłego klimatu do roku 2100*. <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/> [dostęp: 12.03.2022]
- Komunikat 01/2020 interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN na temat zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce, Warszawa 2020 <https://klimat.pan.pl/komunikaty/> [dostęp: 12.03.2022]
- Komunikat 02/2021 interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy prezesie PAN na temat zmiany klimatu i wzrostu poziomu morza, Warszawa 2021 <https://klimat.pan.pl/komunikaty/> [dostęp: 12.03.2022]
- Komunikat 04/2021 interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy prezesie PAN na temat zagrożeń miast wobec kryzysu klimatycznego, Warszawa 2021 <https://klimat.pan.pl/komunikaty/> [dostęp: 12.03.2022]
- Kronenberg, J., Łaskiewicz, E., Sziło, J., 2021. Voting with one's chainsaw: What happens when people are given the opportunity to freely remove urban trees? *Landscape and Urban Planning* 209, 104041.
- London Water Strategy (LWS), 2011: *Securing London's water future*. Greater London Authority, London, https://www.london.gov.uk/sites/default/files/gla_migrate_files_destination/water-strategy-oct11.pdf [dostęp: 24.08.2018].
- Mencwel J., 2020: *Betonoza. Jak się niszczy polskie miasta*. Wydawnictwo Krytyki Politycznej.
- OEES, 2021: *Gospodarowanie wodą – wyzwanie dla Polski*. Opracowanie zaleceń po eksperckim Wodnym Okrągłym Stole, który odbył się 8 września 2021 we Wrocławiu. <https://watercity.com.pl/okraglystol2021/> [dostęp: 12.03.2022]
- WEF, 2022: *BiodiverCities by 2030: Transforming Cities' Relationship with Nature*, Published: 17 January 2022. <https://www.weforum.org/reports/biodivercities-by-2030-transforming-cities-relationship-with-nature> [dostęp: 12.03.2022]
- Xiao Q., McPherson E.G., Simpson J.R., Ustin S.L.Grismer., 2000: M.E., A new approach for modeling tree rainfall interception, „*Journal Geophysical Research. Atmospheres*”, Vol. 105, No. D23, 173–188.
- Założenia Krajowej Polityki Miejskiej 2030, 23.12.2021. Projekt opublikowany na stronie Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej: <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/polityka-miejska> [dostęp: 12.03.2022]