



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Programu LIFE
oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



LIFE14 CCA/PL/000101

RadoKlima

LIFERADOMKLIMA-PL

PODRĘCZNIK DOBRYCH PRAKTYK

ADAPTACJA MIAST DO ZMIAN KLIMATU

PRZEZ ZASTOSOWANIE BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

LIFERADOMKLIMA-PL



Spis treści

| | |
|---|----|
| WSTĘP | 3 |
| PROJEKT LIFERADOMKLIMA-PL | 3 |
| RADOM – MIASTO DEMONSTRACYJNE | 4 |
| CELE PROJEKTU | 5 |
| LOGIKA PROJEKTU | 6 |
| KROK 1: Świadomość wyzwań w mieście związanych z nasilającymi się ekstremalnymi warunkami pogodowym | 7 |
| KROK 2: Powołanie interdyscyplinarnego zespołu ekspertów | 8 |
| KROK 3: Powołanie interdyscyplinarnych grup roboczych | 9 |
| KROK 4: Przeprowadzenie oceny podatności miasta na skutki antropogenicznej zmiany klimat | 11 |
| KROK 5: Wyznaczenie obszarów interwencji BZI w zależności od kluczowych wyzwań i stopnia urbanizacji | 13 |
| KROK 6: Wyznaczenie obszarów wdrażania BZI i prace koncepcyjne | 14 |
| KROK 7: Prace projektowe i wdrażanie działań adaptacyjnych BZI | 24 |
| REALIZACJA DZIAŁAŃ ADAPTACYJNYCH - STREFA 1: Błękitno-zielona infrastruktura w obszarach centralnych miasta | 28 |
| REALIZACJA DZIAŁAŃ ADAPTACYJNYCH - STREFA 2: Błękitno-zielona infrastruktura w dolinach rzek miejskich na obrzeżach miasta | 53 |
| KROK 8: Monitoring działań adaptacyjnych | 68 |
| KROK 9: Budowanie społecznego potencjału do adaptacji | 72 |
| KROK 10: Replikacja i rozpowszechnianie wiedzy, doświadczeń i rozwiązań BZI | 74 |

Opracowanie:

FPP Enviro Sp. z o. o.
Warszawa, grudzień 2022

Redakcja:

Iwona Wagner - FPP Enviro Sp. z o. o., Uniwersytet Łódzki
Paweł Szałański - FPP Enviro Sp. z o. o.

Autorzy:

Iwona Wagner - FPP Enviro Sp. z o. o., Uniwersytet Łódzki
Tomasz Jurczak - Uniwersytet Łódzki
Katarzyna Jankowska - Urząd Miasta Radomia
Elżbieta Stanke - Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.
Michał Zdybiewski - Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.
Lars Briggs - Amphi Consult
Paweł Szałański - FPP Enviro Sp. z o. o.
Robert Filipczuk - FPP Enviro Sp. z o. o.
Urszula Nikołajuk - FPP Enviro Sp. z o. o.

WSTĘP

Polska znajduje się w dynamicznej fazie rozwoju i w realizacji wielu inwestycji infrastrukturalnych, często wspomaganych środkami unijnymi. Inwestycje te w zdecydowanej większości są rozumiane jako rozbudowa infrastruktury szarej i wdrażanie rozwiązań inżynierskich. Planiści, decydenci i mieszkańcy miast wciąż nie do końca rozumieją potrzebę, a nawet konieczność, inwestowania w błękitno-zieloną infrastrukturę (BZI) i rozwiązania oparte o przyrodę (ang. NBS - Nature Based Solutions). Potencjał ich wykorzystania w zakresie łagodzenia skutków i adaptacji do antropogenicznej zmiany klimatu jest w niewystarczającym stopniu wykorzystywany przez miasta. Barrierami, które utrudniają ich wdrażanie, są niedostatki wiedzy i doświadczeń w planowaniu i realizacji tych rozwiązań, a także brak odpowiednich instrumentów prawnych wspierających realizację BZI i NBS.

PROJEKT LIFERADOMKLIMA-PL

Radom jako pierwsze miasto w Polsce podjęło kompleksowe działania w zakresie systematycznego rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury, chcąc stworzyć swoim mieszkańcom przyjazną, zdrową przestrzeń do życia i rozwoju oraz łagodzić negatywne skutki ekstremalnych zjawisk klimatycznych. Aby osiągnąć swoje cele, Miasto podjęło się realizacji innowacyjnego projektu.

LIFE14 CCA/PL/000101

„Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia”

3



www.life.radom.pl/pl

Okres realizacji:

16/07/2015 – 31/12/2022

Finansowanie:

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Programu LIFE Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Całkowity koszt:

24 291 746 PLN

- Dofinansowanie z Komisji Europejskiej: 12 207 760 PLN
- Dofinansowanie z NFOŚiGW: 6 494 305 PLN

Wnioskodawca i Beneficjent Koordynujący:

- Gmina Miasta Radomia

Współbeneficjenci:

- Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.
- Uniwersytet Łódzki
- FPP Enviro Sp. z o.o.

RADOM – MIASTO DEMONSTRACYJNE



4

RADOM W LICZBACH

Liczba ludności: 209 296
Powierzchnia miasta: 11 180 ha
Tereny zieleni: 6,54%
Obszary chronione: 3,39%
Powierzchnia zabudowy: 60%

GŁÓWNE CIEKI

- Mleczna
- Pacynka
- Cerekwianka
- Kosówka
- Potok Południowy
- Potok Północny

GŁÓWNY ZBIORNIK

- Zbiornik Borki

Z CZEGO ZNANY JEST RADOM?

- Radom Air Show
- Międzynarodowy Festiwal Gombrowiczowski
- Radomski Festiwal Jazzowy
- Słynni ludzie: Jacek Malczewski, Jan Kochanowski, Witold Gombrowicz, Leszek Kołakowski, Andrzej Wajda

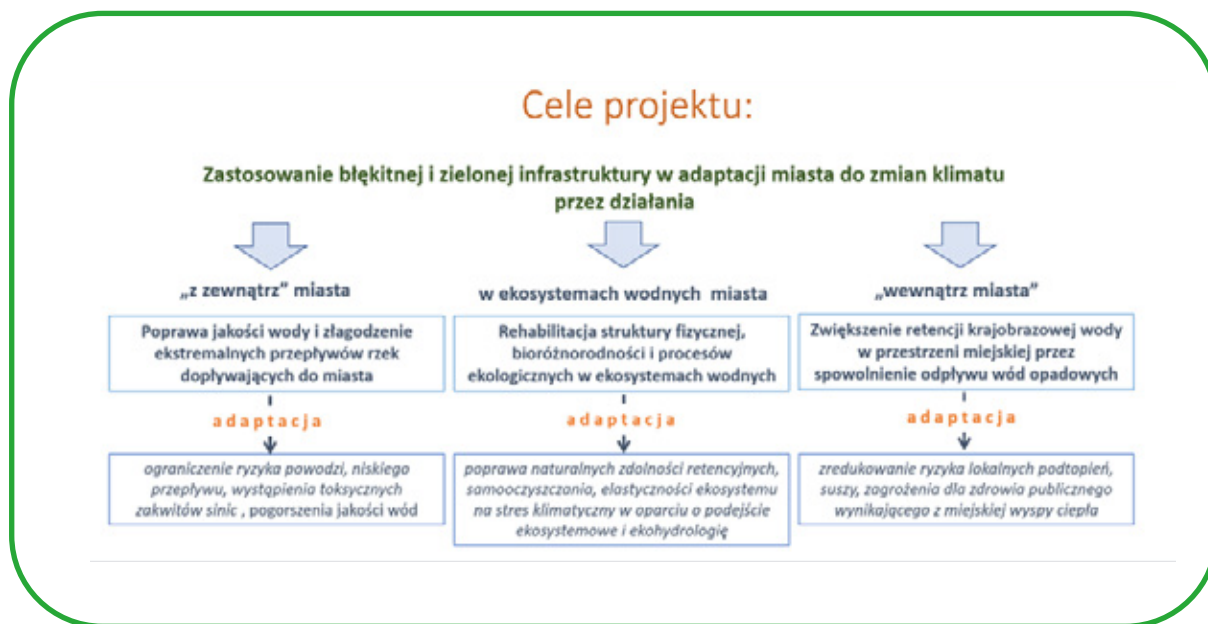


Dlaczego Radom?

Radom, jak każde inne miasto w Europie, boryka się ze skutkami globalnego ocieplenia. Władze miasta wcześniej dostrzegły potrzebę stworzenia i konsekwentnego wdrażania polityki adaptacyjnej, ograniczającej straty spowodowane zmianą klimatu i jej skutkami. Postanowiły również szukać nowych rozwiązań, stymulować innowacyjność gospodarki oraz poprawić stan środowiska i jakość życia mieszkańców. Dla miasta ważne stało się szukanie równowagi pomiędzy szarą i błękitno-zieloną infrastrukturą, a zmieniającym się klimatem, poprzez realizację zadań własnych i wspieranie inicjatyw mieszkańców.

CELE PROJEKTU

Głównym celem projektu było stworzenie w Radomiu przestrzeni miejskiej o zwiększonej odporności na antropogeniczną zmianę klimatu, poprzez budowę demonstracyjnej błękitno-zielonej infrastruktury opartej na podejściu ekosystemowym. Błękitno-zielona infrastruktura jest stosowana, aby poprawić bezpieczeństwo ekologiczne mieszkańców w obliczu globalnego ocieplenia w sposób bezpośredni (powodzie, podtopienia, susze, niska jakość wody, silnie odczuwalne fale upałów) oraz pośredni (zniszczenia infrastruktury szarej oraz osłabienie funkcjonowania ekosystemów i dostarczanych przez nie usług ekosystemowych).



Szczegółowe cele projektu obejmowały:

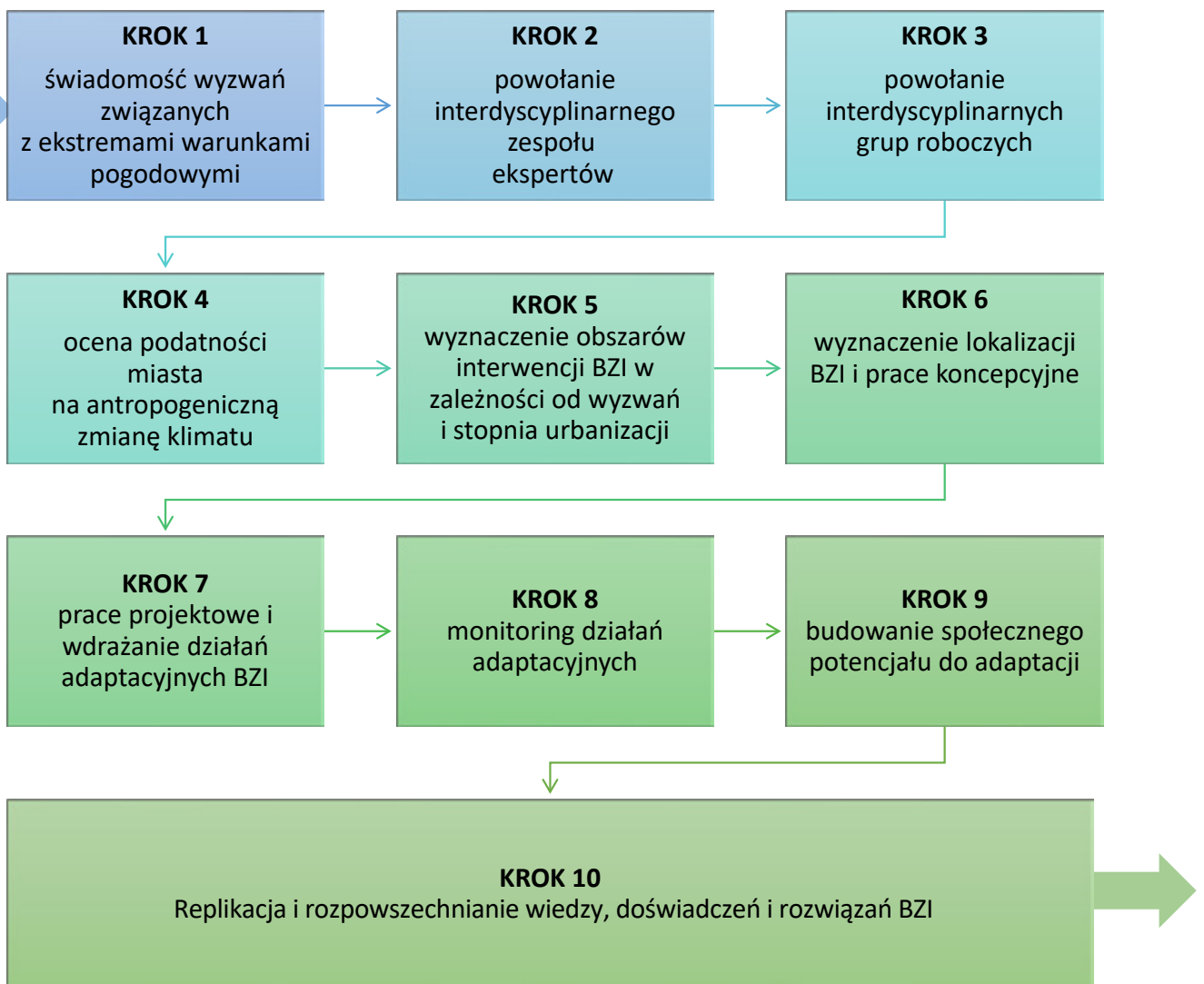
- Poprawę jakości życia mieszkańców poprzez zwiększenie bezpieczeństwa powodziowego i poprawę mikroklimatu w przestrzeni miejskiej dzięki budowie BZI
- Zachowanie różnorodności biologicznej poprzez działania adaptacyjne zatrzymujące wody opadowe i kształtujące różnorodne habitaty w mieście
- Podniesienie świadomości społecznej na temat konieczności adaptacji do zmiany klimatu w przestrzeni miejskiej i zrównoważonej gospodarki wodami przy jednoczesnej ochronie ekosystemów
- Wymianę doświadczeń i wiedzy eksperckiej z instytucjami i miastami w Polsce i za granicą, w zakresie roli BZI w adaptacji miast do zmiany klimatu

LOGIKA PROJEKTU

RadoKlima



6



KROK 1

Świadomość wyzwań w mieście związanych z nasilającymi się ekstremalnymi warunkami pogodowymi

Punktem wyjścia do podjęcia działań w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL były pojawiające się w mieście problemy związane z nasilającymi się ekstremalnymi warunkami pogodowymi i ich skutkami dla funkcjonowania miasta. W Radomiu problemy te obejmowały:

- **podtapianie** kilku/kilkunastu obszarów miasta przez płynące powierzchniowo wody opadowe
- powtarzające się **powodzie** ze strony rzek
- niezadawalająca, ograniczająca użytkowanie rekreacyjne **jakość wody** w okresie letnim (zakwity sinicowe w zbiorniku Borki – najważniejszym obszarze rekreacyjnym Radomia)
- **susza miejska**, upały i narastające koszty utrzymania zieleni latem



KROK 2

Powołanie interdyscyplinarnego zespołu ekspertów

W odpowiedzi na nasilające się problemy **Urząd Miasta Radomia i Wodociągi Miejskie w Radomiu powołały zespół interdyscyplinarny**, którego celem było rozpoczęcie prac nad scenariuszami zarządzania zidentyfikowanymi wyzwaniami. Zespół składał się z:

- **władz miasta** - Urząd Miasta Radomia
- **przedstawiciele branży wodno-kanalizacyjnej** - Wodociągów Miejskich w Radomiu
- **przedstawiciele nauk biologicznych** - Katedry UNESCO Ekohydrologii i Ekologii Stosowanej, Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytetu Łódzkiego oraz
- **przedstawiciele sektora prywatnego** związanego z planowaniem, projektowaniem i wdrażaniem błękitno-zielonej infrastruktury - Firma FPP Enviro

W trakcie prac, zespół uszczegółowił wyzwania związane z funkcjonowaniem miasta w ekstremach klimatycznych:

- **w okresach intensywnych opadów:** przeciążenie kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej, podtopienia ze strony systemu kanalizacji, powodzie ze strony rzek, zanieczyszczenie rzek i zbiorników, zniszczenie struktury biologicznej rzek i zagrożenie dla różnorodności biologicznej, nieoptymalne funkcjonowanie części infrastruktury wodnej i kanalizacyjnej, paraliż transportowy miasta, częste interwencje kryzysowe straży pożarnej związane z podtopieniami i związane z nimi koszty, straty w infrastrukturze miejskiej, straty materialne dla osób fizycznych, skutki psychologiczne dla mieszkańców, wyzwania dla władz i specjalistów branżowych, straty wizerunkowe dla miasta
- **w okresach bezopadowych:** susze miejskie, przegrzanie miasta wynikające z nakładających się fal upałów i miejskiej wyspy ciepła, niekorzystny mikroklimat zwiększający prawdopodobieństwo wystąpienia alergii i chorób układu oddechowego i naczyniowo-sercowego wśród mieszkańców, negatywny wpływ na jakość życia, narastające problemy związane z utrzymaniem zieleni miejskiej i funkcjonowaniem systemu przyrodniczego, zanik przepływu w rzekach, niski poziom wody w zbiorniku i zakwity sinic, zagrożenie dla różnorodności biologicznej ekosystemów lądowych, wodnych i od wód zależnych

Powyższe wyzwania stały się podstawą do sformułowania wniosku o dofinansowanie działań adaptacyjnych do instrumentu finansowego LIFE, który został rozpatrzony pozytywnie.

..... DOBRA PRAKTYKA

Model potrójnej heliksy (ang. triple helix), czyli interakcji i współpracy między elementami systemu innowacyjnego: nauki – przedsiębiorstw – administracji (władzy publicznej), jest bardzo skuteczny w opracowaniu diagnozy i kierunków rozwiązań dla kompleksowych projektów adaptacyjnych. Na etapie formułowania długoterminowych działań w projekcie, podnosi jego innowacyjność i szansę wypracowania skutecznych rozwiązań.

KROK 3

Powołanie interdyscyplinarnych grup roboczych

Interdyscyplinarność i złożoność podejmowanych w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL zagadnień sprawiła, że pierwszą decyzją po jego rozpoczęciu było powołanie tzw. Grup Roboczych. Miały one zapewnić uwzględnienie różnorodnych perspektyw w podejmowaniu decyzji projektowych poprzez włączenie doświadczeń i wiedzy wielu interesariuszy. Miały też zapewnić skuteczniejsze szerzenie wiedzy na temat adaptacji klimatycznych wśród administracji i współpracujących z nią podmiotów. Docelowo pozwoliły na skupienie się na szerszym kontekście integracji aspektów związanych z adaptacją do zmiany klimatu z procesami miejskiego rozwoju, planowania, polityki miejskiej, a także na podejmowanie decyzji z uwzględnieniem aspektów klimatycznych w wielu obszarach działania miasta. Grupy robocze były na bieżąco zaangażowane w konsultację kolejnych etapów realizacji projektu i działań związanych z jego upowszechnianiem.

..... DOBRA PRAKTYKA

Interdyscyplinarne Grupy Robocze, złożone z interesariuszy projektu, regularnie spotykające się w toku jego realizacji, usprawniają wdrażanie projektu i zapewniają utrzymanie kursu na osiągnięcie celów.

W Radomiu powstały dwie Grupy Robocze: działająca przy Urzędzie Miejskim Grupa Robocza nr 1 (GR1) ds. integracji adaptacji do zmian klimatu do lokalnych strategii i procesów decyzyjnych oraz działająca przy Spółce Wodociągi Miejskie w Radomiu Grupa Robocza nr 2 (GR2) ds. błękitno-zielonej infrastruktury i różnorodności biologicznej.

Każda grupa składała się z ok. 20 członków reprezentujących różne wydziały Urzędu Miasta, instytucje miejskie i regionalne, organizacje pozarządowe. Wielokrotnie na spotkania GR zapraszani byli też inni interesariusze.

Uczestnikami GR1 byli przedstawiciele wydziałów Urzędu Miejskiego w Radomiu, Wodociągów Miejskich w Radomiu, Miejskiej Pracowni Urbanistycznej w Radomiu, Rady Miejskiej w Radomiu i współbeneficjenci projektu. Uczestnikami GR2 byli przedstawiciele wszystkich współbeneficjentów, organizacji pozarządowych działających w mieście, regionie i w Polsce oraz – w zależności od bieżących zadań – eksperci polscy i międzynarodowi.

Działania GR1 obejmowały:

- dostarczanie zaleceń dla miasta w zakresie opcji dostosowania do zmiany klimatu i możliwych kolejnych kroków w zakresie zarządzania wodą opadową i sektorami wrażliwymi
- dostarczenie zaleceń dla miasta w zakresie możliwości włączania działań adaptacyjnych do planów rozwoju miasta, ze szczególnym uwzględnieniem wód opadowych
- szerzenie wiedzy na temat adaptacji klimatycznych wśród administracji lokalnej w regionie, administracji samorządowej w mieście, współpracujących przedsiębiorców i mieszkańców
- rozpoznanie efektywnych ekonomicznie działań adaptacyjnych, które mogą być replikowane na terenie miasta przez służby miejskie i każdego obywatela

Działania GR2 obejmowały:

- ukierunkowywanie projektu w stronę najlepiej dopasowanych rozwiązań w zakresie BZI
- wsparcie w rozwiązywaniu problemów związanych z realizacją BZI w zakresie prawodawstwa i ścieżek administracyjnych
- inicjowanie współpracy międzynarodowej i krajowej w zakresie wymiany doświadczeń w projektowaniu i realizacji rozwiązań BZI
- promocję rozwiązań BZI i ich replikacja w mieście i kraju



Spotkania grup roboczych GR1 i GR2 (fot. Gmina Miasta Radomia)

KROK 4

Przeprowadzenie oceny podatności miasta na skutki antropogenicznej zmiany klimatu

Aby ocenić w jakim stopniu miasto jest nieodporne na skutki zmiany klimatu, wykonuje się tzw. ocenę podatności. Wskazuje ona sektory gospodarcze i obszary miasta szczególnie narażone na negatywne oddziaływanie. Na późniejszym etapie, ocena podatności jest podstawą do skutecznego planowania działań adaptacyjnych.

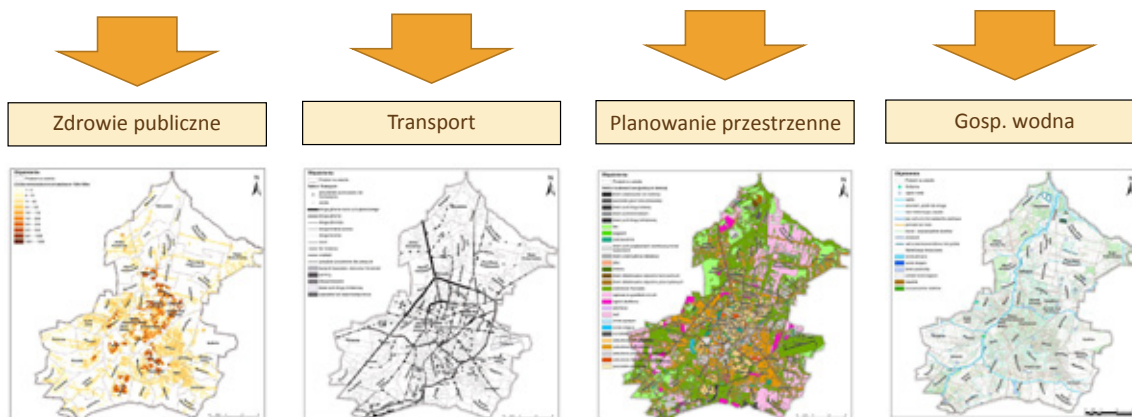
Wyniki przeprowadzonej w projekcie oceny wskazują na nasilające się:

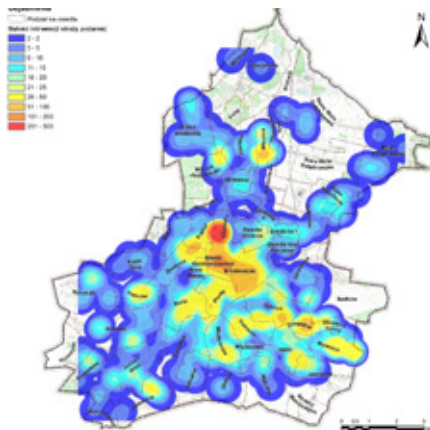
- ocieplenie klimatu – wzrost średnich temperatur powietrza latem i zimą, wzrost temperatur ekstremalnych, wzrost ilości, długości i częstotliwości występowania fal ciepła i fal upałów
- zmiany rozkładu opadów – wzrost ilości opadów i znaczny wzrost opadów o dużym natężeniu, zwłaszcza w okresie zimowym oraz gwałtownych ulew w okresie letnim
- zagrożenie suszą – zwłaszcza w okresie letnim
- częstotliwość bezśnieżnych zim – zmniejszenie liczby dni w ciągu roku z opadami śniegu i z pokrywą śnieżną

Radom to jedno z 44 miast w Polsce, które uczestniczyło w realizowanym przez Ministerstwo Środowiska projekcie „Wczujmy się w klimat!”, w którym miasta powyżej 100 tys. mieszkańców opracowywały plany adaptacji do zmian klimatu. Ocena podatności wykonana w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL była podstawą dla opracowania Miejskiego Planu Adaptacji dla Radomia.

11

SEKTORY SZCZEGÓLNIE WRAZLIWE NA ANTROPOGENICZNĄ ZMIANĘ KLIMATU W RADOMIU





Interwencje straży pożarnej w Radomiu



Zbiorcza mapa podtopień spowodowanych przez studzienki w roku 2016 i 2050 (prawdopodobieństwo opadu 10%, 24h)

W ramach oceny wrażliwości w Radomiu wykonano między innymi następujące działania i produkty:

- analiza danych historycznych związanych z występowaniem warunków klimatycznych na terenie Radomia i ich skutków – przeanalizowano między innymi częstość interwencji straży pożarnej przy podtopieniach po wystąpieniu opadów o różnym stopniu natężenia
- analiza modeli klimatycznych prognozujących zmiany klimatu dla dwóch scenariuszy antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych - RCP 4.5 (scenariusza umiarkowanie optymistycznego) i RCP 8.5 (scenariusza pesymistycznego)
- przestrzenna baza danych i mapy obszarów Radomia podatnych na ekstremalne warunki pogodowe i ich skutki - między innymi wysokie temperatury, podtopienia ze strony kanalizacji deszczowej i podtopienia ze strony rzek w okresie wyjściowym (2016 r.) i w perspektywie 2050 r.
- przestrzenna baza danych i mapy obiektów infrastruktury związanych z sektorami szczególnie podatnymi na ekstremalne warunki pogodowe
- określenie kluczowych obszarów interwencji i kierunków działań dla zwiększenia adaptacji przestrzeni miejskiej w Radomiu na oddziaływania klimatyczne i ekstremalne warunki pogodowe

Z punktu widzenia funkcjonowania Radomia, za szczególnie wrażliwe na zmianę klimatu uznano takie sektory jak zdrowie publiczne, gospodarkę przestrzenną, gospodarkę wodną i transport.



Broszura dla mieszkańców podsumowująca wyniki oceny podatności przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu:

<https://www.life.radom.pl/pl/o-projekcie/raporty>



Uproszczona wizualizacja wyników oceny podatności dla mieszkańców Radomia pod kątem obszarów zagrożeń dostępna jest na stronie projektu w postaci platformy interaktywnej:

gis.umradom.pl/life_radom_mapy.html

..... **DOBRA PRAKTYKA**

Wykonanie oceny podatności na zmianę klimatu pozwala na:

- *ocenę nasilenia i dynamiki zmian kluczowych czynników klimatycznych w mieście*
- *wytyczenie obszarów miasta najbardziej narażonych na negatywne oddziaływanie zmiany klimatu*
- *wskazanie sektorów gospodarki miasta najbardziej narażonych na negatywne oddziaływanie zmiany klimatu*
- *wypracowanie kierunków działań dla łagodzenia negatywnych skutków zmiany klimatu.*

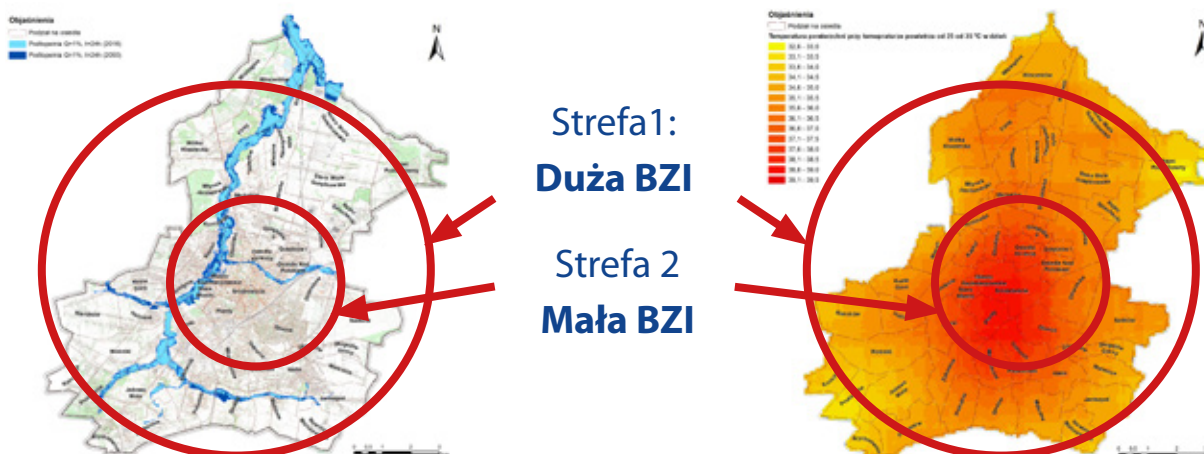
! KROK 5

Wyznaczenie obszarów interwencji BZI w zależności od kluczowych wyzwań i stopnia urbanizacji

Wyniki przeprowadzonej diagnozy stały się podstawą do wyboru kluczowych obszarów interwencji. W mieście wydzielono dwie strefy działania:

STREFA 1: Obrzeża miasta - gdzie zaplanowano działania ukierunkowane na zwiększanie pojemności retencyjnej dolin rzecznych. Ich **głównym celem** miało być złagodzenie wysokich stanów rzek doprowadzających wody do centrum miasta w okresie opadów i **zmniejszenie ryzyka powodziowego**. Równocześnie miały one przyczynić się do tworzenia nowych siedlisk, poprawy różnorodności biologicznej i zdolności ekosystemów do dostarczania usług ekosystemowych. Działania te roboczo nazwano „**DUŻA błękitno-zielona infrastruktura („DUŻA BZI”)**”.

STREFA 2: Obszary centralne miasta - gdzie zaplanowano działania ukierunkowane na zatrzymywanie wody opadowej w miejscu wystąpienia opadu. Ich **głównym celem** miało być **odciążenie kanalizacji deszczowej i łagodzenie podtopień** ze strony wód opadowych w centrum miasta. Zatrzymywanie wody w krajobrazie miało też łagodzić skutki suszy miejskiej oraz wspierać ekosystemy i różnorodność biologiczną w czasie upałów. Działania te roboczo nazwano „**MAŁA błękitno-zielona infrastruktura („MAŁA BZI”)**”.



..... DOBRA PRAKTYKA

W obszarach miejskich, zwłaszcza w tych najsilniej przekształconych, często konieczne jest stosowanie rozwiązań hybrydowych, czyli łączących rozwiązania (hydro)techniczne (infrastruktura szara) z błękitno-zieloną infrastrukturą. Takie podejście realizuje dwa cele: ogranicza silne presje (np. redukcja zanieczyszczeń dopływających ze strony rzek z wodami opadowymi przez urządzenia hydrotechniczne) oraz zwiększa potencjał adaptacyjny systemu przyrodniczego miasta i dostarczane przez miasto usługi ekosystemowe. Dodatkowo, BZI poprawia różnorodność biologiczną i zwiększa występowanie gatunków chronionych.

KROK 6

Wyznaczenie obszarów wdrażania BZI i prace koncepcyjne

RZKA MLECZNA

Rzeka Mleczna jest głównym ciekim Radomia i stanowi **oś działań w obszarze objętym projektem**. Wody deszczowe z poszczególnych dzielnic miasta odprowadzane są **kolektorami deszczowymi** bezpośrednio do rzeki Mleczej i jej dopływów. To powoduje **zagrożenie podtopieniami**, wynikający z ekstremalnych przepływów **stres hydrologiczny** dla żyjących w rzece organizmów i **zanieczyszczenie** wód. W okresie letnim, problemem było **wysychanie** rzeki na niektórych jej odcinkach. Wpływ na to miało radykalne przekształcenie rzeki i jej doliny, w tym jej **regulacja** (wyprostowane koryto, zwiększony spadek, ujednolicony kształt i przekroje poprzeczne, likwidacja nieregularności brzegów i dna, zniszczenie ekotonów, odcięcie połączenia doliny z korytem głównym) oraz **degradacja doliny** (zabudowa, odpady pogarbarskie będące pozostałością garbarni zlokalizowanych w sąsiedztwie rzeki). Regulacja dodatkowo nasiliła **spadek różnorodności biologicznej**, co stanowiło zagrożenie dla przetrwania wielu cennych gatunków roślin i zwierząt.

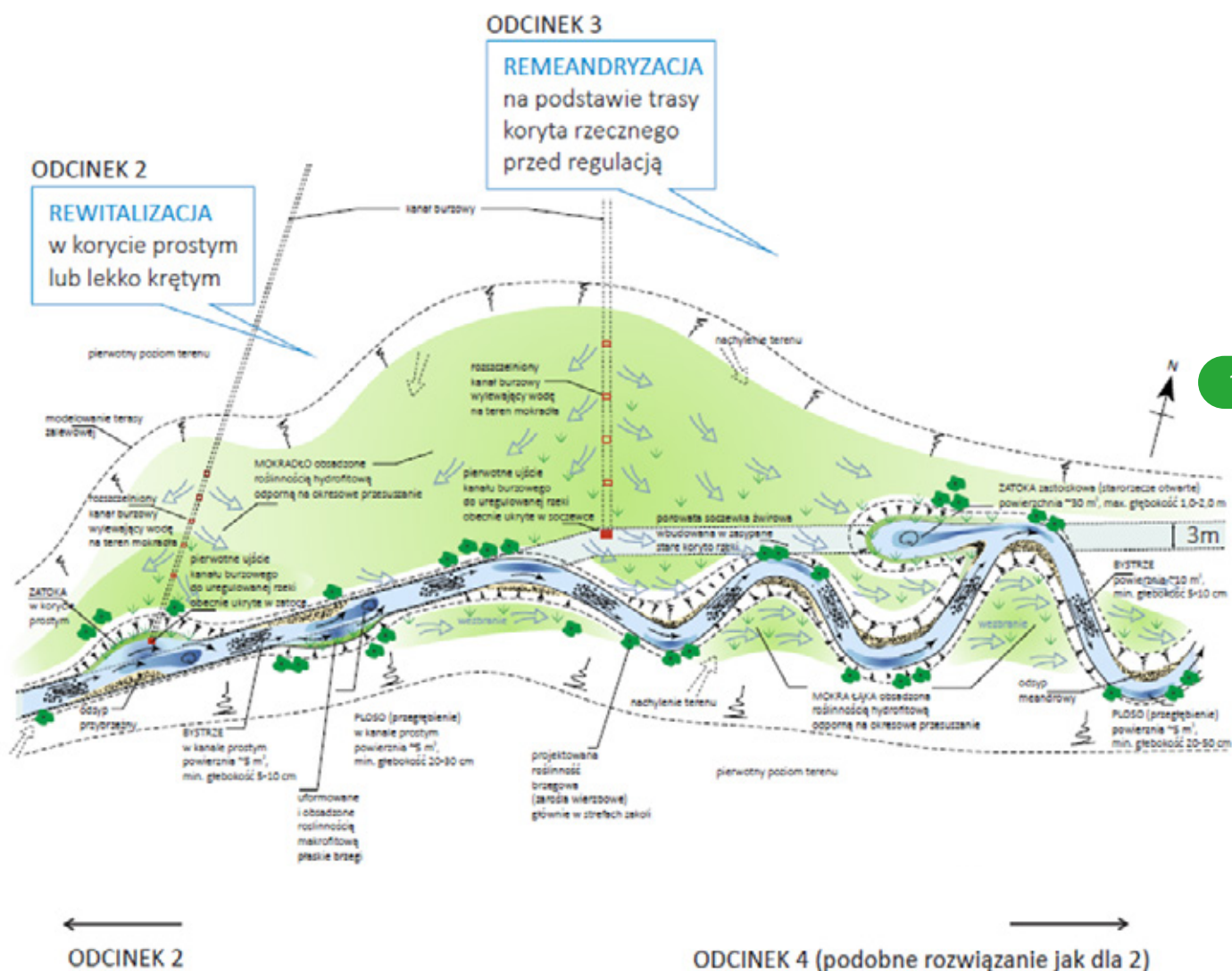


Wysoki stan wody w uregulowanym korycie rzeki Mleczej poniżej zbiornika Borki (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)

Ramowa koncepcja:

Na rzece Mleczej zaplanowano szereg działań renaturyzacyjnych wraz z **meandryzacją koryta** i zwiększeniem jego **różnorodności hydromorfologicznej**. W miejscach, gdzie meandryzacja nie była możliwa ze względów własnościowych lub infrastrukturalnych szukano innych rozwiązań, umożliwiających zróżnicowanie morfologii i przepływu bez naruszania granicy koryta. Te działania miały poprawić **warunki siedliskowe i samooczyszczanie rzeki**. Konieczna była poprawa łączności rzeki z doliną zalewową zwiększająca **bezpieczeństwo przeciwpowodziowe** oraz poprawiająca **stan ekologiczny rzeki**.

RZEKA MLECZNA



ZBIORNIK BORKI I STAWY KOLMATACYJNE

Zbiornik Borki stanowi **miejsce rekreacji** dla mieszkańców Radomia i okolic. W północno-wschodniej części znajduje się plaża i molo. Pozostała część linii brzegowej zbiornika porośnięta jest roślinnością wodną, głównie trzciną, pałąką i sitem. Stosunkowo duża powierzchnia zbiornika sprawia, że spotkać tu można liczne gatunki ptaków wodno-błotnych. Jednak pojawiające się w okresie letnim **zakwity sinicowe** negatywnie oddziaływały na możliwość rekreacyjnego wykorzystania zbiornika oraz na jego stan ekologiczny. **Niski poziom wody i wysokie letnie temperatury**, intensyfikowały wzrost



Zakwity sinic w rekreacyjnym zbiorniku Borki (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)

sinic i uwalnianie pierwiastków biogenicznych z osadów dennych intensyfikujących rozwój sinic. Dodatkowo w czasie intensywnych opadów, zwiększał się **dopływ zanieczyszczeń** ze zlewni zbiornika wraz z wodami opadowymi, co stanowiło pożywkę dla sinic. Gwałtowne wezbrania zagrażały **bezpieczeństwu budowli hydrotechnicznej** zamykającej zbiornik oraz położonych poniżej terenów w centrum miasta. Stara konstrukcja zapory nie pozwalała zachować ciągłości rzeki i **uniemożliwiała migrację ryb**. Adaptacja zbiornika miała więc duże znaczenie zarówno dla **bezpieczeństwa ekologicznego mieszkańców Radomia** jak i **środowiska**.

Ramowa koncepcja:

Jednym z zadań zbiornika w obliczu zmiany klimatu miało być buforowanie ekstremalnych przepływów wody w kierunku miasta. Dotychczas nie miało to miejsca z uwagi na niewielką pojemność retencyjną i zbyt małe światło zamknięć ruchomych na budowli piętrzącej oraz brak możliwości regulacji ilości dopływającej do zbiornika wody. Konieczne było **zwiększenie pojemności retencyjnej** zbiornika, wieloetapowe **doczyszczanie dopływającej do niego wody**, przebudowa zapory umożliwiająca zwiększenie jego **pojemności powodziowej i migrację zwierząt** oraz złagodzenie negatywnego oddziaływania **niskich przepływów** na funkcjonalność zbiornika.

ZBIORNIK BORKI I STAWY KOLMATACYJNE



POTOK PÓŁNOCNY

Potok Północny to **dopływ rzeki Mlecznej** przepływający przez centrum Radomia. W górnym odcinku **odprowadzane są do niego wody opadowe** z terenu lotniska na Sadkowie oraz strumień z ogródków działkowych. Potok Północny charakteryzuje się stosunkowo dobrą jakością wody. **Planowana rozbudowa miasta** w przyszłości może jednak spowodować jego **dotatkowe obciążenie wodami opadowymi i zanieczyszczeniami**, co zwłaszcza przy przewidywanych nasilających się deszczach nawaalnych, może stanowić problem dla znajdujących się wokół osiedli.

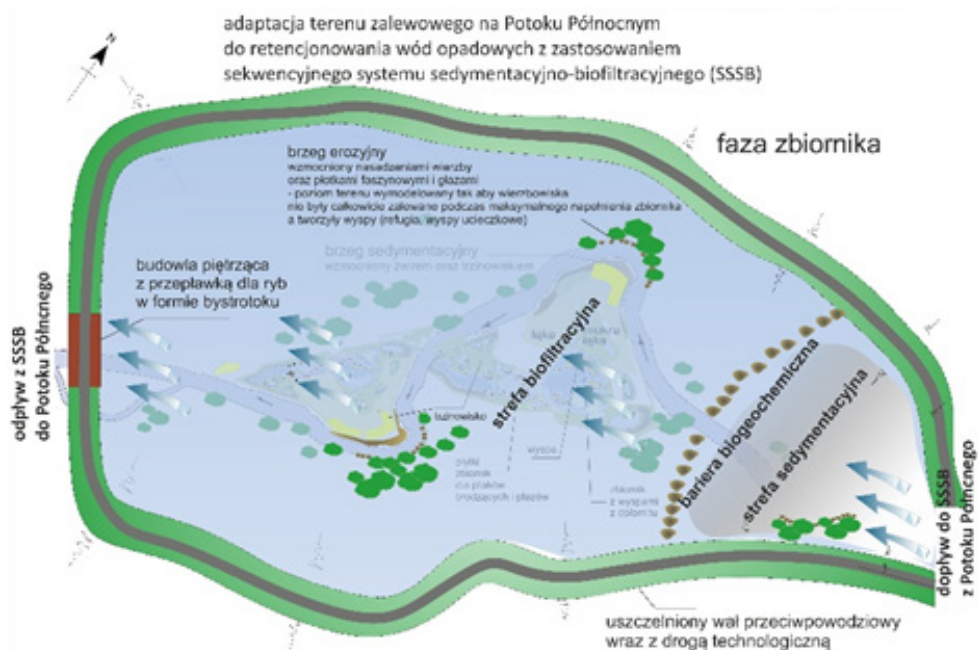
Ramowa koncepcja:

Aby rozwiązać wyzwania związane z Potokiem Północnym, początkowo planowano zwiększenie pojemności retencyjnej przez wybudowanie zbiornika retencyjnego. W wyniku analiz przeprowadzonych w projekcie zaproponowano zastąpienie planowanego tradycyjnego inżynierskiego projektu przez tzw. **„suchy zbiornik”, wypełniający się jedynie podczas wysokich przepływów**. Takie rozwiązanie miało radykalnie **zwiększyć pojemność retencyjną** i zapobiegać powodziom, a dodatkowo zwiększyć różnorodność biologiczną obszaru.



Widok z mostu kolejowego w kierunku wschodnim na rozległe trzcinowiska i Potok Północny (fot. Marek Miłkowski)

POTOK PÓŁNOCNY



Konceptja zagospodarowania obszaru
doliny Potoku północnego (Uniwersytet Łódzki)

RZEKA CEREKWIANKA

Cerekwianka, zwana także Strumieniem Halinowskim, to rzeka uchodząca poniżej zbiornika Borki do rzeki Mlecznej. Jest niewielkim ciekim, ale istotnym korytarzem ekologicznym, czyli szlakiem przemieszczania się zwierząt jak i roślinnych propagul. Cerekwianka, **małeńki strumień w okresach bezdeszczowych**, regularnie powodowała lokalne podtopienia i **zalewała pobliską ulicę** w okresie opadów. Ulica Maratońska to jedna z kluczowych ulic dojazdowych do centrum Radomia co powodowało, że po silniejszych opadach wjazd i wyjazd z centrum miasta nie były możliwe.

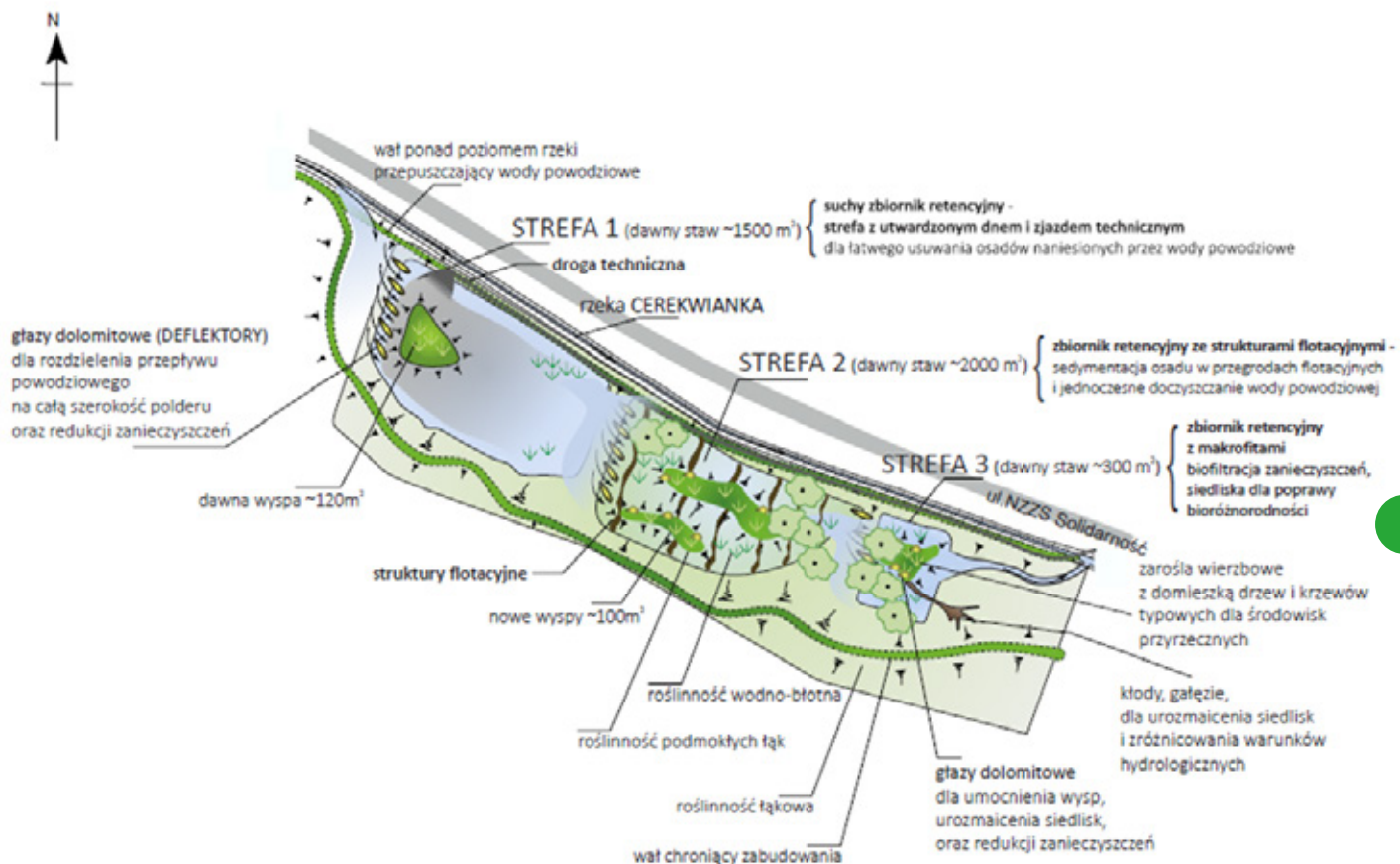


Ulica Maratońska zalana przez Cerekwiankę (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)

Ramowa koncepcja:

Analiza map historycznych wskazała, że na wysokości obserwowanych podtopień, w dolinie rzeki, funkcjonowały stawy hodowlane. Ich odtworzenie i przekształcenie w **suchy zbiornik** miało stać się podstawą działań adaptacyjnych. **Nowe siedliska** miały dać schronienie wielu roślinom i zwierzętom oraz przyciągać ptaki.

RZEKA CEREKWIANKA



PRZESTRZEŃ MIEJSKA W RADOMIU

W Radomiu, jak w większości miast w Polsce, gospodarowanie wodami opadowymi było prowadzone w oparciu o tradycyjne metody zarządzania. **Ponad 90% obszaru miasta jest wyposażone w system kanalizacji deszczowej** i to on jest wyłącznym narzędziem do zarządzania wodami opadowymi. Kanalizacja deszczowa odprowadza wody opadowe z terenu miasta do rzeki Mlecznej, Potoku Północnego oraz Cerekwianki. Wody opadowe, przed wprowadzeniem ich do odbiorników, są podczyszczane w osadnikach o konstrukcji ziemnej i/lub żelbetonowej oraz w separatorach lamelowych i koalescencyjnych. Jednak **niska jakość wód rzecznych** i ich **przeciążenie hydrauliczne** są poważnym problemem. Dodatkowo, wydajność kanalizacji deszczowej w zmieniających się warunkach klimatycznych obniża się. Nasilające się opady powodują jej czasowe przeciążenie skutkujące podtopieniami miasta.



Radom podtopiony po opadach deszczu (fot. Gmina Miasta Radomia)

Ramowa koncepcja:

W projekcie postanowiono szukać rozwiązania „u źródła”, a więc poprzez zagospodarowanie **wody opadowej w miejscu wystąpienia opadu** (*ang. source control*). Taka metoda pozwala ograniczyć spływ powierzchniowy i ilość wód dopływających w krótkim czasie do kanalizacji deszczowej, co zapobiega jej **przeciążeniu i podtopieniom**. Ogranicza to również powódzie od strony rzek, **zmniejszając ich obciążenie hydrauliczne** wodami opadowymi. Dodatkowo, woda zatrzymana w krajobrazie **łagodzi skutki suszy miejskiej** w okresach bezopadowych.



Opracowane w Danii rozwiązania dla gromadzenia wód opadowych i wspierania różnorodności biologicznej w zabudowanych przestrzeniach miasta były inspiracją dla opracowywanych w ramach projektu rozwiązań BZI (fot. Amphi Consult)

KROK 7

Prace projektowe i wdrażanie działań adaptacyjnych BZI

Konieczność dostosowania działań adaptacyjnych do obowiązujących w Polsce przepisów w zakresie realizacji inwestycji.

Zrealizowany w Radomiu projekt dotyczył adaptacji do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej. W zawartej umowie z Komisją Europejską oraz NFOŚiGW, zawarte były zadania z zakresu „działań adaptacyjnych”, „renaturyzacji”, wdrażania „błękitno-zielonej infrastruktury”, dotyczące „zwiększenia pojemności retencyjnej dolin rzecznych” i łagodzenia ekstremalnych przepływów, przy jednoczesnym tworzeniu siedlisk dla różnorodności biologicznej. Obejmowały one między innymi takie zadania jak: adaptacja zbiornika Borki, adaptacja stawów kolmatacyjnych, adaptacja kanału A0, adaptacja terenu zalewowego na Potoku Północnym, adaptacja terenu przy rzece Cerekwianie w polder zalewowy, renaturyzacja rzeki Mlecznej, budowa małych obiektów BZI w przestrzeni miejskiej Radomia.

24

W trakcie realizacji Projektu, dostosowanie zakresu i nazewnictwa zadań ustalonych z Komisją Europejską do obowiązujących w Polsce uregulowań prawnych, okazało się jednak poważnym wyzwaniem. Przepisy te to między innymi:

- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (decyzja środowiskowa)
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017r. Prawo wodne (pozwolenie wodnoprawne)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (pozwolenie na budowę)
- tzw „specustawa powodziowa” - Ustawa z dnia 8 lipca 2010 r. o szczególnych zasadach przygotowania do realizacji inwestycji w zakresie budowli przeciwpowodziowych (zezwozenie na realizację)

W każdej z tych ustaw funkcjonuje inne nazewnictwo, a organy rozpatrujące wnioski bardzo skrupulatnie przestrzegają, by stosowana we wniosku nomenklatura była zgodna z daną ustawą. W żadnej z nich nie występują takie pojęcia jak „adaptacja”, „modernizacja”, „renaturyzacja”, „błękitno-zielona infrastruktura”. Wciąż, tak nazwane w projekcie LIFE działania wymagają uzyskania decyzji administracyjnych w oparciu o obowiązujące w Polsce regulacje prawne.

..... DOBRA PRAKTYKA

Konieczność dostosowania nazewnictwa działań adaptacyjnych do obowiązujących w Polsce przepisów w zakresie realizacji inwestycji może być wyzwaniem przy uzyskaniu decyzji administracyjnych.

Może to mieć wpływ na długi okres przygotowania inwestycji, co należy brać pod uwagę przy planowaniu jej czasu i kosztów.

Zapisy ww. ustaw są następujące:

- Art. 3 ust.1 pkt 13 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko definiuje „przedsięwzięcie” następująco: „rozumie się przez to zamierzenie budowlane lub inną **ingerencję w środowisko polegającą na przekształceniu lub zmianie sposobu wykorzystania terenu**, w tym również na wydobywaniu kopalin; przedsięwzięcia powiązane technologicznie kwalifikuje się jako jedno przedsięwzięcie, także jeżeli są one realizowane przez różne podmioty”. W przypadku wniosku o wydanie decyzji środowiskowej przedsięwzięcie możemy zdefiniować jako „adaptację, modernizację, renaturyzację”
- Kolejny etap po decyzji środowiskowej to uzyskanie decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego w trybie przepisów ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Generalnie inwestycje realizowane w ramach Projektu należało zakwalifikować jako inwestycje celu publicznego, zgodnie z definicją podaną w ustawie o gospodarce nieruchomościami (art. 6 pkt 4 ww. ustawy: budowa oraz utrzymywanie obiektów i urządzeń służących ochronie środowiska, zbiorników i innych urządzeń wodnych służących zaopatrzeniu w wodę, regulacji przepływów i ochronie przed powodzią, a także regulacja i utrzymywanie wód oraz urządzeń melioracji wodnych, będących własnością Skarbu Państwa lub jednostek samorządu terytorialnego). Wymogu uzyskania decyzji nie ma, gdy inwestycję realizujemy w trybie specustawy powodziowej
- Niewątpliwie wszelkie działania związane z ingerencją w koryto rzeki wymagają stosowania przepisów ustawy Prawo wodne, bowiem art. 1 tej ustawy stanowi, że „ustawa reguluje gospodarowanie wodami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, w szczególności kształtowanie i ochronę zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie zasobami wodnymi”. Działania renaturyzacyjne wpisują się w definicję regulacji rzek określoną w art. 236 ust. 2 „Regulacja wód polega na podejmowaniu przedsięwzięć dotyczących kształtowania przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta cieków naturalnych. Regulację wód stanowią w szczególności działania niebędące działaniami związanymi z utrzymywaniem wód”. Przepisy art. 236 stosuje się odpowiednio do zabudowy potoków górskich, **kształtowania nowych koryt cieków naturalnych**. Tak więc w przypadku wnioskowania o pozwolenie wodnoprawne konieczne jest określenie planowanych działań, zgodnie z przepisami ustawy, jako wykonanie urządzeń wodnych, ponieważ zgodnie z art. 16 pkt 65 przez urządzenie wodne rozumie się urządzenie lub budowle służące do kształtowania zasobów wodnych lub korzystania z tych zasobów, w tym m.in. budowle regulacyjne. Wykonanie budowli regulacyjnych wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego (art. 389 pkt 6 – wykonanie urządzeń wodnych). Ponadto mają też zastosowanie inne przepisy ustawy Prawo wodne tj. np. art. 389 pkt 8, zgodnie z którym wymaga również uzyskania pozwolenia wodnoprawnego zmiana ukształtowania terenu na gruntach przylegających do wód, mająca wpływ na warunki przepływu wód. Zwrócić należy też uwagę na zapisy art. 220 ust. 13 i 14 Prawa wodnego, zgodnie z którymi, jeżeli ustalenie linii brzegu jest konieczne w związku z wykonaniem urządzeń wodnych lub kształtowaniem nowych koryt cieków naturalnych, postępowanie w sprawie ustalenia linii brzegu przeprowadza się łącznie z postępowaniem w sprawie zgody wodnoprawnej, a decyzja w sprawie ustalenia linii brzegu obejmuje swoim zakresem odcinek i brzegi cieków naturalnych objęte projektem regulacji wód śródlądowych. W przypadku gdy organ uzna za celowe zastosowanie powyższego przepisu, należy mieć na uwadze, że postępowanie w sprawie ustalenia linii brzegu jest bardzo długotrwałe. W takim przypadku poza operatem wodnoprawnym konieczne będzie opracowanie specjalistycznej dokumentacji geodezyjnej – projektu rozgraniczenia gruntów pokrytych wodami od gruntów przyległych. Dodatkową sprzecznością jest fakt, że jednym z podstawowych założeń w renaturyzacji jest umożliwienie rzece swobodnej meandryzacji i erozji bocznej związanej z przemieszczaniem się koryta, co jest niezgodne z geodezyjnym wyznaczeniem jego trwałego przebiegu. Być może rozwiązaniem byłoby geodezyjne wyznaczenie zakresu doliny, zamiast koryta, co z kolei może być trudne przy już zabudowanych obszarach doliny
- Kolejny etap przygotowania zadań to uzyskanie pozwolenia na budowę w trybie przepisów ustawy prawo budowlane lub decyzji zezwalającej na realizację inwestycji w zakresie budowli przeciwpowodziowych w trybie przepisów specustawy powodziowej. W przypadku gdy nie zachodzi potrzeba pozyskania gruntów na potrzeby realizacji zamierzonych działań i inwestor posiada prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane można występować o pozwolenie na budowę w trybie przepisów prawa budowlanego

..... **DOBRA PRAKTYKA**

Określając nazwę działania w projekcie, a następnie opracowując dokumenty niezbędne do pozyskania decyzji administracyjnych, należy mieć na względzie obowiązujące w ustawach nazewnictwo. W harmonogramie realizacji projektu konieczne jest wskazanie odpowiednio długiego czasu na uzyskanie wszystkich decyzji.

Decyzje środowiskowe

Z naszego doświadczenia wynika, że w postępowaniu administracyjnym najdłużej trwa uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia, która jest pierwszą z wymaganych w procedurze administracyjnej. Dzieje się tak nawet w sytuacji, gdy przedsięwzięcie nie jest zakwalifikowane jako mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko lub przedsięwzięcie mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko i nie jest realizowane na Obszarze Natura 2000. Choć w takich przypadkach nie przeprowadza się procedury oceny oddziaływania na środowisko i nie jest sporządzany raport, a jedynie Karta Informacyjna Przedsięwzięcia, rozpatrzenie wniosku przez organ, z uwagi na konieczność przeprowadzania analizy wpływu na środowisko, jest długotrwała i często wniosek wymaga uzupełnienia.

..... DOBRA PRAKTYKA

- *Konieczne jest uwzględnienie czasu uzyskania decyzji w planowanych realizacjach*
 - *Należy dążyć do tego, żeby inwestycje nie wpływały znacząco negatywnie na środowisko, co powinno być zasadą w przypadku działań adaptacyjnych*
 - *Działania adaptacyjne są łatwiejsze w obszarach bardziej zdegradowanych (mniej cennych przyrodniczo – które zapewne wymagają najbardziej działań adaptacyjnych)*
 - *Biorąc pod uwagę, że realizacja Projektu odbywa się często na terenach cennych przyrodniczo, od początku realizacji Projektu wskazany jest monitoring wszelkich elementów środowiska, by być przygotowanym na przedłożenie z wnioskiem kompleksowej dokumentacji, bez konieczności jej uzupełnienia, co może skrócić okres uzyskania decyzji*

Pozyskanie gruntów i realizacja zadań w trybie „specustawy powodziowej”

26

Poważnym wyzwaniem przy realizacji zadań obejmujących adaptację czy renaturyzację jest sprawa własności gruntów. Wskazane jest, by w projekcie przewidziano środki przeznaczone na wykup gruntów lub odszkodowanie za przejęcie gruntów w sytuacji, gdy realizujący Projekt nie dysponuje własnymi gruntami. Ponadto realizując zadania w obrębie wód płynących należy mieć na względzie konieczność posiadania prawa do dysponowania nieruchomością stanowiącą własność Skarbu Państwa (grunty pokryte wodami). Na pewno należy koncepcję renaturyzacji uzgodnić z wykonującymi prawa właścicielskie w stosunku do wód i gruntów pokrytych wodami właściwymi jednostkami Wód Polskich, by nie okazało się, że na terenie gdzie planowane są działania, przewidziane są inne zamierzenia tego organu. Po uzyskaniu pozwolenia wodnoprawnego (we właściwym Zarządzie Zlewni, jeżeli nie jest to inwestycja z zakresu budowli przeciwpowodziowych lub w Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej, gdy korzystamy ze „specustawy”) konieczne jest zawarcie z właściwym Dyrektorem RZGW umowy użytkowania gruntów pokrytych wodami.

W przypadku, gdy realizacja zamierzenia wymaga pozyskania gruntów, częstym problemem jest brak możliwości ich wykupu w formie umowy cywilno-prawnej, z uwagi na nagminnie występujący problem braku uregulowania spraw własnościowych. W takim przypadku, sprawdzonym (w przypadku zrealizowanego projektu) sposobem jest wykonanie inwestycji w oparciu o przepisy ustawy z dnia 8 lipca 2010 r. o szczególnych zasadach przygotowania do realizacji inwestycji w zakresie budowli przeciwpowodziowych, tzw. „specustawy powodziowej”. Dają one możliwość przejęcia gruntów za odszkodowaniem (również gruntów o nieuregulowanym stanie prawnym) oraz skracają okres pozyskiwania decyzji, gdyż nie wymagana jest decyzja o lokalizacji inwestycji celu publicznego oraz decyzja zezwalająca na wycinkę drzew (o ile zachodzi taka konieczność przy realizacji inwestycji). Doświadczenie projektowe wskazuje również, że właściciele gruntów chętnie się ich pozbywają, gdyż są to tereny położone w bezpośrednim sąsiedztwie rzek, często w ich dolinach i są nagminnie podtapianie, nie stanowiąc wartości budowlanej ani rynkowej. Skorzystanie ze „specustawy powodziowej” wiąże się jednak z koniecznością określenia zamierzonych działań adaptacyjnych, z definicji rozumianych jako „miękkie” rozwiązania BZL, jako konkretnych budowli przeciwpowodziowych. W projekcie budowlanym niezbędne jest wskazanie takich konkretnych budowli, zgodnych z zakresem wyszczególnionym w specustawie powodziowej (art.2 pkt 1) oraz w przepisach prawa wodnego (art.16 pkt 1). Najczęściej będzie to budowa polderu zalewowego, zbiornika przeciwpowodziowego lub budowa/wykonanie budowli regulacyjnych, czyli budowli kształtujących przekrój podłużny i poprzeczny oraz układ poziomy koryta cieku. Obowiązujące przepisy (warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie, normy branżowe itp.) sprawiają, że projektanci przedstawiają rozwiązania bardzo techniczne, które zazwyczaj nie są zgodne i spójne z celami projektu LIFE.

..... DOBRA PRAKTYKA

Biorąc pod uwagę przedstawione wyżej uwarunkowania prawne, celowy jest wybór lokalizacji (odcinków rzek), na których problem z dostępnością gruntów będzie najmniejszy. Oczywiście byłoby najlepiej by realizujący renaturyzację czy adaptację był właścicielem gruntów, na których zamierza je wykonać. W celu zapewnienia jak najbardziej zbliżonych do natury i proekologicznych rozwiązań projektowych konieczna jest, na każdym etapie sporządzania kolejnych opracowań, stała współpraca projektantów z beneficjentami projektu, przyrodnikami i ekologami.

Współprojektowanie i podejście interdyscyplinarne

Oferta projektu skierowana była do wszystkich mieszkańców Radomia, ale też i turystów wybierających miasto jako miejsce swojego wypoczynku. W aspekcie zaś wdrażania problematyki adaptacji do zmian klimatu, projekt skierowany był do konkretnych grup interesariuszy, w myśleniu i podejściu których miała nastąpić zmiana w postaci odejścia od rozwiązań ściśle technicznych i uznania środków adaptacyjnych jako remedium na istniejące i przewidywane negatywne skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych. Docelowymi grupami interesariuszy są tu: politycy, instytucje planujące i zarządzające infrastrukturą (wodną, drogową, mieszkaniową), planiści, firmy deweloperskie, inżynierowie wodni i inni inżynierowie opracowujący projekty techniczne, nauczyciele wychowujący kolejne pokolenia w duchu poszanowania dla środowiska i klimatu i z wiedzą o zachodzących w nich zmianach. Zaangażowanie powyższych grup jest kluczowe dla włączenia kwestii adaptacji do zmian klimatu do procesów decyzyjnych, postaw, planów inwestycyjnych i sposobu myślenia zarówno wśród decydentów, wykonawców jak i odbiorców projektów adaptacyjnych. Kluczowe było również współprojektowanie rozwiązań BZI, które okazało się bardzo często procesem niełatwym, wymagającym poszukiwania wspólnego języka między inżynierami i ekologami, projektantami i przedstawicielami miasta, przedstawicielami miasta i mieszkańcami. Konieczne było wypracowanie nowych metod komunikacji, często kompromisów i ostatecznie, dostosowanie przygotowywanych materiałów wdrożeniowych i ich procedowanie w nieelastycznym i nieuwzględniającym kwestii adaptacji porządku prawnym. W tak złożonych projektach, współpraca międzysektorowa od samego początku procesu projektowego jest kluczowa dla osiągnięcia zadowalających efektów i optymalizacji czasu realizacji zadań.

..... DOBRA PRAKTYKA

W złożonych projektach dotyczących adaptacji przestrzeni miejskiej do zmiany klimatu kluczowa jest bliska współpraca międzysektorowa od samego początku procesu projektowego. Powinna ona obejmować takie grupy interesariuszy jak: decydenci, urzędnicy, ekolodzy i ekohydrologi, projektanci i inżynierowie, instytucje planujące i zarządzające infrastrukturą miejską, instytucje nadzorujące i opiniujące proces inwestycyjny i ochronę środowiska a także planiści i właściciele gruntów – deweloperzy, mieszkańcy, spółdzielnie mieszkaniowe. Taka współpraca od wczesnego, koncepcyjnego etapu projektu, pozwala uniknąć poważniejszych konfliktów, wypracować kompromisy lub nowe rozwiązania i realizować zamierzenia projektu w sposób terminowy i zadowalający.

W projekcie LIFERADOMKLIMA-PL położono duży nacisk na włączenie różnorodnych grup odbiorców do projektu. Oferował on zróżnicowane działania skierowane do poszczególnych grup i wypracował szeroki wybór sposobów dotarcia do nich. Szacujemy, że kilkanaście tysięcy ludzi objętych zostało działaniami, takimi jak:

- regularna współpraca przy opracowywaniu projektów (organizacje pozarządowe i Grupy Robocze)
- komunikaty do mieszkańców za pośrednictwem mediów (prasa, radio, telewizja, strona internetowa)
- warsztaty na temat zmian klimatu i ich negatywnych skutków dla interesariuszy
- konkursy plastyczne dla radomskich szkół
- koncert z klimatem w wykonaniu Radomskiej Orkiestry Kameralnej
- otwarcie pierwszego Klimatycznego Przedszkola w Radomiu oraz Piknik Rodzinny
- konsultacje społeczne związane z wdrażaniem BZI
- promocja projektu w każdy wakacyjny weekend w ramach działań sportowych „Poczuj wakacyjny klimat”
- Piknik Rodzinny nad zbiornikiem Borki dla pasjonatów ochrony klimatu (i nie tylko)
- nasadzenia kilkuset drzew i krzewów w mieście i umieszczenie ich w bazie drzew na stronie Radomskiego Drzewa (drzewa.radom.pl).
- współpraca z Mazowiecką Okręgową Izbą Inżynierów Budownictwa w Radomiu

REALIZACJA DZIAŁAŃ ADAPTACYJNYCH

STREFA 1:

BŁĘKITNO-ZIELONA INFRASTRUKTURA W OBSZARACH CENTRALNYCH MIASTA



Co to jest CLIMAPOND?

Climapond to niewielki biologiczny zbiornik na wody opadowe, imitujący wiejską sadzawkę w warunkach miejskich i specjalnie do nich przystosowany. Jego konstrukcja umożliwia wielokrotne przyjmowanie dużych ilości wody opadowej z powierzchni utwardzonych, przy zachowaniu wartości przyrodniczych zbiornika i poprawie warunków wodnych w jego okolicy. Woda napływająca do zbiornika w okresie opadów, stopniowo wsiąka w grunt w czasie pogody bezopadowej. Część wody nie infiltruje i jest zatrzymana w zbiorniku, umożliwiając przetrwanie gatunkom wodnym w okresie suszy i zapewniając wodę okolicznym zwierzętom w czasie wysokich temperatur.

Innowacja

- rozwiązanie umożliwiające samoregulację nasilenia strumienia dopływającej wody opadowej do zbiornika, aby ochronić jego ekosystem przed stresem hydraulicznym w czasie opadów i zachować jego siedliskowy charakter
- utrzymanie minimalnego poziomu wody w zbiorniku w okresach bezopadowych zapewniającego ochronę zamieszkującym zbiornik gatunkom przed stresem wodnym
- samoregulująca objętość retencyjna

Innowacja jest chroniona przez prawo autorskie – Patent nr PAT.233854
(System do odprowadzania, retencji i rozsączania wody opadowej oraz wchodzące w skład systemu urządzenie odprowadzające wodę i rynna rozprowadzająca).



CLIMAPOND - PRZEDSZKOLE PUBLICZNE NR 16

Wyzwania adaptacyjne

- zatrzymanie wody z dachu przedszkola w miejscu wystąpienia opadu
- stworzenie enklawy różnorodności biologicznej w obliczu suszy i wysokich temperatur
- obniżenie opłat za odprowadzanie wód opadowych
- stworzenie atrakcyjnej przestrzeni edukacji klimatycznej i odpoczynku dla dzieci

Rozwiązania adaptacyjne

Wdrożenie objęło wykonanie zbiornika Climapond, obiektów małej architektury – pompy wodnej i wodnego placu zabaw oraz ogrodu deszczowego wyposażonego w przelew awaryjny do kanalizacji deszczowej.

Cały system przejmuje wodę opadową z części dachu budynku przedszkola, z powierzchni ok. 210 m². Woda z dachu odprowadzana jest za pomocą spustów dachowych, a następnie do zbiornika przez podziemny układ kanalizacyjny.

Zbiornik został zaprojektowany w taki sposób, aby w trakcie opadów zakumulować napływającą wodę i stopniowo ją infiltrować w trakcie kolejnych dni. Po oddaniu wody zbiornik jest gotowy na przyjęcie kolejnej porcji deszczu. Część zbiornika jest zawsze wypełniona wodą, wspierając rośliny i zwierzęta w czasie suszy. Nadmiar wody ze zbiornika odprowadzany jest do wodnego placu zabaw, a następnie do niecki z odpływem awaryjnym do kanalizacji deszczowej.

Na skarpach i półkach zbiornika zostały posadzone rodzime gatunki roślinności wodnej, bagiennej i łąkowej, między innymi: goździk pyszny (*Dianthus superbus*), ponikło igłowate (*Eleocharis acicularis*), bodziszek łąkowy (*Geranium pratense*), przętka pospolita (*Hippuris vulgaris*), kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*), sit rozpięchły (*Juncus effusus*), smółka pospolita (*Viscaria vulgaris*), mięta wodna (*Mentha aquatica*), niezapominajka błotna (*Myosotis scorpioides*), strzałka szerokolistna (*Sagittaria latifolia*), żabieniec babka wodna (*Alisma plantago aquatica*), turzyca brzegowa (*Carex riparia*) i inne.

30

Efekty wdrożeń

- utworzenie dodatkowego miejsca retencji krajobrazowej o objętości retencyjnej ok. 4 m³
- zagospodarowanie całości wody z podłączonej części dachu (210 m²) na terenie przedszkola (potwierdzone wynikami monitoringu)
- stworzenie nowego siedliska (kilkanaście gatunków roślin i zwierząt wodnych, miejsce wodopojowe dla ptaków, owadów i małych ssaków, w tym jeża) – potwierdzone wynikami monitoringu). Spotkać tu można, m.in. ciekawe chrząszcze związane z martwym drewnem m.in. baldurek pręgowany (*Leptura quadrifasciata*), ćwieczak obrzeżony (*Uloma culinaris*) i chrząszcz (*Cerylon histeroides*). Tu również występowała mierzwica osowata (*Spilomyia diophthalma*) – muchówka umieszczona na czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych (kategoria NT)
- obszar wokół zbiornika wyposażony w elementy małej architektury, uprzyjemniający przebywanie w pobliżu oczka wodnego i edukację klimatyczną i częściowo zagospodarowany przez dzieci (min. drewniane doniczki na zioła, drewniane ławeczki, wykonane przez dzieci zwierzątka z pomalowanych kamieni)



**Przedszkole Publiczne nr 16,
ul. Grenadierów 3, Radom**

Współrzędne: 51,385882 N; 21,15051 E

Zrealizowane prace:

- zbiornik typu Climapond
- wodny plac zabaw
- niecka chłonna z przyłączem awaryjnym do kanalizacji



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



CLIMAPOND - PUBLICZNA SZKOŁA PODSTAWOWA NR 11

Wyzwania adaptacyjne

- zatrzymanie wody z dachu szkoły w miejscu wystąpienia opadu
- stworzenie atrakcyjnej przestrzeni do wypoczynku dla dzieci, młodzieży i pracowników szkoły
- obniżenie opłat za odprowadzanie wód opadowych
- demonstracja rozwiązań adaptacyjnych dla edukacji klimatycznej w szkole

Działania adaptacyjne

Wdrożenie objęło wykonanie zbiornika Climapond wyposażonego w przelew awaryjny do kanalizacji deszczowej połączonego z obiektem małej architektury - drewnianą ławką.

W zbiorniku rozróżniono dwie funkcjonalne strefy: płytszą strefę z infiltracją wód deszczowych o głębokości ok. 35 cm i strefę bez infiltracji wód deszczowych o głębokości ok. 65 cm. Powierzchnia zbiornika ewaporacyjno-infiltrującego to ok. 29 m².

Na skarpach i półkach zbiornika została posadzona rodzima roślinność dostosowana do zróżnicowanych warunków wilgotnościowych i o różnej głębokości zanurzenia, między innymi: żabieniec babka wodna (*Alisma plantago aquatica*), turzycza brzegowa (*Carex riparia*), ponikło igłowate (*Eleocharis acicularis*), goździk pyszny (*Dianthus superbus*) i inne.

Obszar wokół zbiornika został zabezpieczony przez zamontowanie ogrodzenia.

32

Efekty wdrożeń

- zagospodarowanie całości wody opadowej z powierzchni ok. 290 m² dachu (potwierdzone wynikami monitoringu)
- dodatkowa objętość retencyjna na wodę w ilości ok. 11 m³
- stworzenie nowego siedliska dla roślinności o różnych wymaganiach wilgotnościowych
- zasiedlenie zbiornika przez kilkanaście gatunków owadów, w tym 6 gatunków ważek m. in. straszkę pospolitą (*Sympecma fusca*) i łątkę dziewczęczą (*Coenagrion puella*) oraz motyla – nimfę rzęśniankę (*Cataclysta lemna*), którego larwy rozwijały się prawdopodobnie na rzęśie porastającej oczko wodne
- miejsce wodopojowe dla 8 gatunków ptaków i małych ssaków
- obszar wypoczynku dla młodzieży i pracowników szkoły



Publiczna Szkoła Podstawowa nr 11 im. Adama Jerzego Czartoryskiego ul. Gagarina 19, Radom

Współrzędne: 51,383468 N; 21,155029 E

Zrealizowane prace:

- zbiornik typu Climapond
- mała architektura - ławka połączona z systemem doprowadzania wody i awaryjnym przelewem



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



CLIMAPOND - PRZEDSZKOLE PUBLICZNE NR 11

Wyzwania adaptacyjne

- zatrzymanie wody z dachu przedszkola w miejscu wystąpienia opadu, odciążenie kanalizacji deszczowej w sąsiadującej ulicy i zapobieganie podtopieniom
- zatrzymane wody opadowej przy dużym spadku terenu
- stworzenie przestrzeni edukacyjnej dla dzieci i budowa świadomości ekologicznej
- obniżenie opłat za odprowadzanie wód opadowych do wód

Działania adaptacyjne

Wdrożenie objęło wykonanie zbiornika Climapond o zmodyfikowanej konstrukcji, przystosowanej do dużego spadku terenu. Climapond przyjął tu formę kaskadowego ogrodu deszczowego. Jest on wyposażony w przelew awaryjny odprowadzający ewentualny nadmiar wód opadowych bezpośrednio do kanalizacji znajdującej się w sąsiadującej ulicy.

System przejmuje wodę opadową z dachu budynku przedszkola o powierzchni ok. 162 m² oraz powierzchni chodnika (ok. 33 m²). Wody z dachu zbierane są za pomocą rynien, a następnie za pośrednictwem otwartego odwodnienia liniowego, odprowadzane wzdłuż chodnika do ogrodu deszczowego.

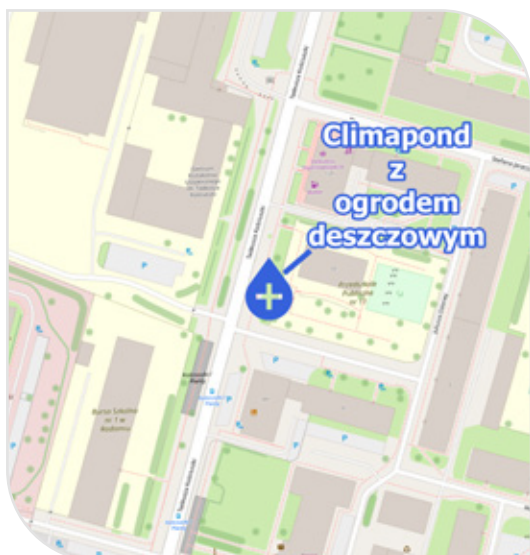
Ogród został podzielony na 3 części i dwie funkcjonalne strefy:

- bagienną z okresowym zwierciadłem wody do 6 cm (strefa bez infiltracji wód deszczowych),
- wilgotną z okresowym zwierciadłem wody do 32 cm (strefa z infiltracją wód deszczowych),
- ogród deszczowy o powierzchni 18,5 m².

Obszar wokół ogrodu kaskadowego został zabezpieczony przez zamontowanie ogrodzenia.

Efekty wdrożeń

- zagospodarowanie całości wody opadowej z powierzchni ok. 195 m² dachu (potwierdzone wynikami monitoringu)
- stworzenie siedliska z takimi gatunkami roślin jak: turzycza nibycyborowata (*Carex pseudocyperus*), niezapominajka błotna (*Myosotis scorpioides*), żabieniec babka wodna (*Alisma plantago-aquatica*), kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*), bodziszek błotny (*Geranium palustre*), strzałka szerokolistna (*Sagittaria latifolia*), przęstka pospolita (*Hippuris vulgaris*) i mietlica rozłogowa (*Agrostis stolonifera*) i wiele innych
- zasiedlenie ogrodu deszczowego przez kilkanaście gatunków zwierząt, w tym 7 gatunków chrząszczy
- obszar edukacji klimatycznej dla dzieci z przedszkola.



**Przedszkole Publiczne Nr 11,
ul. Kościuszki 10, Radom**

Współrzędne: 51,395166 N; 21,150607 E

Zrealizowane prace:

- zbiornik typu Climapond z ogrodem deszczowym w postaci kaskady
- przelew awaryjny do kanalizacji



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



Rado  Klima  a



Co to jest CLIMABOX?

Climabox to swoisty ogród deszczowy z roślinnością hydrofitową, umieszczony w modułowym, naziemnym pojemniku. W przeciwieństwie do większości ogrodów deszczowych, w pojemnikach Climabox wykorzystywane są przede wszystkim rośliny typowo wodne. Dzięki temu pojemność wodna jest większa niż typowego ogrodu deszczowego, a zgromadzona woda może być wykorzystywana do wielu celów na terenie działki.

Climabox jest szczelny, tak więc może być umieszczony bezpośrednio przy ścianie budynku i może być wykonany z różnych materiałów. Jest to idealne rozwiązanie tam, gdzie nie ma warunków dla innych rozwiązań, np. Climapond. Climabox pełni funkcję retencjonowania wody opadowej z powierzchni dachowych, daje możliwość nawadniania roślinności na posesji w okresie suszy, stanowi miejsce wypoczynku dla użytkowników obiektów i tworzy lokalny mini-ekosystem. Nadmiar wody deszczowej odprowadzany jest systemem do niecek chłonnych z roślinnością lub do odpływów awaryjnych.



Innowacja

- zwiększenie pojemności w stosunku do tradycyjnego ogrodu deszczowego
- możliwość wykorzystania zgromadzonej wody do prac technicznych i nawadniania zieleni na posesji
- możliwość łączenia z innymi rozwiązaniami BZI

CLIMABOX – NAZIEMNY GRÓD DESZCZOWY W POJEMNIKU BETONOWYM

Wyzwania adaptacyjne

- zatrzymanie wody opadowej na terenie bardzo silnie uszczelnionym, z gęstą infrastrukturą podziemną i położonym znacząco poniżej okalających go terenów zieleni
- zapewnienie wody do nawadniania zieleni placówki i obniżenie związanych z tym kosztów
- stworzenie przestrzeni przyjaznej dla grupy społecznej szczególnie wrażliwej na zmianę klimatu – dzieci poniżej 5 roku życia

Rozwiązania adaptacyjne

Wdrożeniem objęło wykonanie Climabox pełniącego jednocześnie funkcję ławki przy przedszkolu publicznym. Zbiornik przejmuje opad z części dachu budynku przedszkola o powierzchni ok. 83 m². Wody z dachu zbierane są za pomocą rynien, a następnie odprowadzane bezpośrednio do ogrodu deszczowego spustem dachowym.

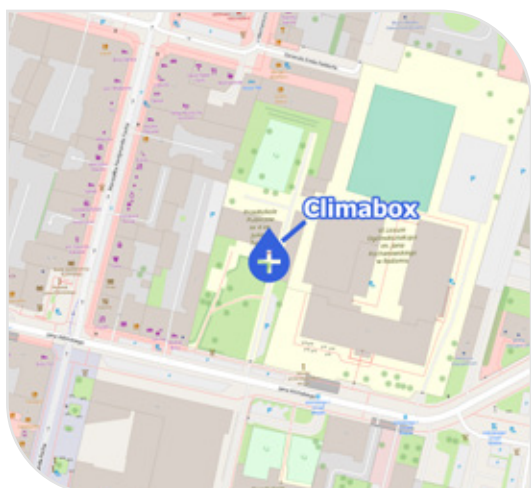
Ogród został podzielony na 3 części:

- zbiornik prostokątny z substratem i nasadzeniami roślin łąkowych i ekosystemów podmokłych
- zbiornik prostokątny wypełniony wyłącznie wodą, z nasadzeniami roślin hydrofilnych
- zbiornik w kształcie litery L, częściowo zamknięty, z funkcją ławki oraz z pompą skrzydełkową

Do obsadzenia zbiornika posadzona została między innymi: krwawnica pospolita (*Lythrum salicaria*), kosaciec pospolity (*Iris pseudacorus*), łączeń baldaszkowy (*Butomus umbellatus*) oraz pałka wąskolistna (*Typha angustifolia*)

Efekty wdrożeń

- stworzenie pojemności retencyjnej o łącznej objętości 1,6 m³
- zagospodarowanie większości wody opadowej z odwadnianego obiektu lub całości opadu, przy założeniu jej regularnego wykorzystania w okresach bezopadowych do podlewania zieleni
- miejsce wodopojowe dla ptaków i siedlisko ponad 10 gatunków owadów
- poprawa estetyki miejsca
- obszar edukacji klimatycznej dla dzieci



Przedszkole Publiczne Nr 4 im. Juliana Tuwima ul. Kilińskiego 23, Radom

Współrzędne: 51,402567 N; 21,155408 E

Zrealizowane prace:

- zbiornik typu Climabox
- przelew awaryjny do kanalizacji
- mała architektura – ławka i pompka



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



CLIMABOX – NAZIEMNY GRÓD DESZCZOWY W POJEMNIKU METALOWO-DREWNIANYM

Wyzwania adaptacyjne

- ograniczenie ilości wody odprowadzanej do kanalizacji deszczowej
- zapewnienie wody do nawadniania zieleni placówki
- stworzenie przestrzeni przyjaznej dla grupy społecznej szczególnie wrażliwej na zmianę klimatu – osób powyżej 65 roku życia
- stworzenie przestrzeni edukacyjnej dla młodzieży licealnej

Rozwiązania adaptacyjne

W każdej z dwóch lokalizacji wykonano dwa zbiorniki Climabox z roślinnością wodną, w konstrukcji stalowo-drewnianej. Woda z dachów zbierana jest za pomocą rynien, a następnie doprowadzona do pierwszego modułu zbiornika za pomocą spustu dachowego. Woda z pierwszego modułu rozprowadzana jest kaskadowo do kolejnych modułów, gdzie nasadzone są rośliny wodne. Nadmiar wód opadowych odprowadzony jest na dwa sposoby – w przypadku lokalizacji 1 - do kanalizacji deszczowej, w przypadku lokalizacji 2 – na przyległy teren zielony.

Donice w konstrukcji stalowo - drewnianej zostały podzielone na strefy funkcyjne o zmniejszającej się wysokości konstrukcji. Pierwsza obsadzona jest wysoką roślinnością wodną posadzoną w warstwie substratu, druga – wyspami roślinności pływającej.

Efekty wdrożeń

- zagospodarowanie całości wody opadowej z odwadnianego obiektu na terenie zieleni
- stworzenie mini-habitatu dla roślin wodnych w centrum miasta - zastosowana roślinność to, między innymi: oczeret jeziorny (*Scirpus lacustris*), kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*), łączek baldaszkowaty (*Butomus umbellatus*), marsylia czterolistna (*Marsilea quadrifolia*), bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata*) i inne
- miejsce wodopojowe dla ptaków i owadów
- poprawa estetyki
- obszar edukacji klimatycznej dla młodzieży i miejsce wytchnienia dla osób starszych



XI Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Integracyjnymi im. Stanisława Staszica ul. 11 Listopada 27, Radom

Współrzędne: 51,415293 N; 21,157794 E

Zrealizowane rozwiązania BZI:

- dwa zbiorniki typu Climabox metalowo-drewniany z nieckami chłonnymi



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



**Dom Pomocy Społecznej Nad Potokiem
Im. Bohdany „Danuty” Kijewskiej
ul. Struga 88, Radom**

Współrzędne: 51,409781 N; 21,181162 E

Zrealizowane prace:

- dwa zbiorniki typu Climabox metalowo-drewniany z nieckami chłonnymi



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



CLIMABOX – NAZIEMNY GRÓD DESZCZOWY W POJEMNIKU CEGLANYM

Wyzwania adaptacyjne

- zwiększenie potencjału retencyjnego dużego obszaru zieleni i jej nawadnianie
- stworzenie przestrzeni przyjaznej dla grupy społecznej szczególnie wrażliwej na zmianę klimatu – osobom powyżej 65 roku życia
- miejsce wodopojowe dla ptaków i owadów
- ograniczenie ilości wody odprowadzanej do kanalizacji deszczowej

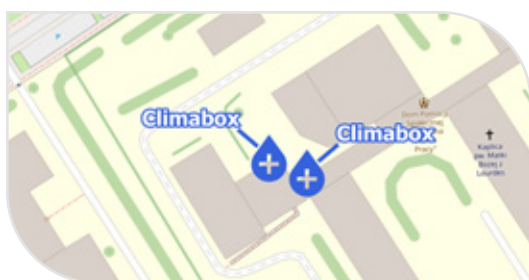
Rozwiązania adaptacyjne

Wdrożenie objęło wykonanie Climabox z cegły z roślinnością wodną różnego typu siedlisk. Donice mają łączną powierzchnię ok 5 m². Zostały podzielone na trzy strefy funkcyjne o zmniejszającej się wysokości konstrukcji. Pierwsza i trzecia strefa pozwala na utrzymanie wysp pływających, druga, pośrednia, na utrzymanie wysokiej roślinności wodnej rosnącej w warstwie substratu. Odpływ nadmiaru wody jest odprowadzany z powrotem do rury spustowej.

Efekty wdrożeń

- zagospodarowanie całości wody opadowej z odwadnianego obiektu na terenie zieleni,
- stworzenie mini-habitatu dla roślin wodnych w centrum miasta: mięta wodna (*Mentha aquatica*), niezapominajka błotna (*Mosotis palustris*), okrzężnica bagienna (*Hottonia palustris*), kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*) i inne
- poprawa estetyki miejsca

42



Dom Pomocy Społecznej Weterana Walki i Pracy ul. Wyścigowa 16, Radom

Współrzędne: 51,376003 N; 21,159374 E

Zrealizowane prace:

- dwa ceglane zbiorniki typu Climabox z nieckami chłonnymi



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



NIECKA DRZEWNA

Co to jest NIECKA DRZEWNA?

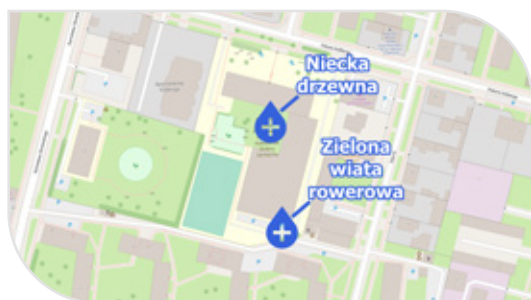
Niecka drzewna to zadrzewiona niecka chłonna wyposażona w innowacyjny system podpowierzchniowego rozprowadzania wody i nawadniania drzew, umożliwiającą ich wzrost w terenie o niewielkiej chłonności. Niecka drzewna to rozwiązanie sprawdzające się w obszarach zabudowanych lub o nisko przepuszczalnych gruntach, gdzie drzewa mogą pobierać i odparowywać wodę bezpośrednio z dostosowanych do tego celu systemów retencji podziemnej. W każdym z tych przypadków, pas zadrzewień jest połączony spójnym podziemnym systemem retencyjnym, infiltracyjnym lub retencyjno-infiltracyjnym, umożliwiającym przepływ zgromadzonej wody pomiędzy roślinami. W razie intensywnych opadów, nadmiar wód opadowych może być przechwytywany awaryjnie przez system kanalizacji.

Innowacja

- poprawa wzrostu drzew w terenach o niskiej chłonności wodnej
- rozwiązanie wykonane z wykorzystaniem prawie wyłącznie elementów naturalnych (minimalne użycie materiałów sztucznych)



NIECKA DRZEWNA - PUBLICZNA SZKOŁA PODSTAWOWA NR 33



Publiczna Szkoła Podstawowa nr 33 im. Kawalerów
Orderu Uśmiechu, ul. Kolberga 5, Radom

Współrzędne: 51,400833 N; 21,171862 E

Zrealizowane prace:

- niecka drzewna
- suche strumienie
- mała architektura

44



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu

Wyzwania adaptacyjne

- poprawa mikroklimatu na wewnętrznym dziedzińcu szkoły podstawowej - wysokie temperatury i nasłonecznienie uniemożliwiają uczniom korzystanie z terenu zieleni przy szkole w upalne dni
- zwiększenie infiltracji w nieprzepuszczalnym terenie - drzewa usychają z powodu warunków wodnych (nieprzepuszczalny grunt) lub bardzo powolnie wzrastają
- ograniczenie ilości wody odprowadzanej do kanalizacji deszczowej
- stworzenie przyjaznej przestrzeni edukacyjnej dla młodzieży

Działania adaptacyjne

Na terenie wewnętrznego dziedzińca szkoły wykonano nieckę chłonną wraz z innowacyjnym z systemem nawadniającym szpaler 5 drzew, odbierającą wody opadowe z dachu sali gimnastycznej i szkoły. Woda z dachu doprowadzana jest do niecki spustami dachowymi i dalej suchymi strumieniami. Szpaler 5 drzew gatunków rodzimych posadzony został w niecce o powierzchni ok. 40 m², która jest w stanie przyjąć na raz blisko 8 m³ wody. Pozostałą powierzchnię skarp zajmuje gęsto posadzona roślinność dodatkowa. Posadzono tu między innymi takie rośliny jak: smółka pospolita (*Viscaria vulgaris*), przetacznik kłosowy (*Veronica Spicata*), dąbrówka rozłogowa (*Ajuga reptans*), śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuos*), barwinek pospolity (*Vinca minor*) i inne. Wyzwaniem było dostosowanie odpowiedniej roślinności, która przez większość czasu poddana była przesuszeniu.

Obniżenie terenu zostało wyposażone w przelew awaryjny z odpływem do kanalizacji deszczowej. Tuż przy niecce drzewnej ustawiono 9 ławek w sposób umożliwiający przeprowadzenie na świeżym powietrzu zajęć edukacyjnych o zmianach klimatu.

Efekty wdrożeń

- zagospodarowanie całości wody opadowej z 290 m² dachu na terenie szkoły
- skuteczne nawadnianie drzew na terenie nieprzyjawnym dla rozwoju drzew
- poprawa mikroklimatu w dziedzińcu szkoły
- siedlisko bytowania kilkunastu gatunków zwierząt w tym 10 gatunków owadów
- Stworzenie przestrzeni edukacyjnej na wolnym powietrzu i poprawa estetyki miejsca





Co to jest BŁĘKITNO-ZIELONY PRZYSTANEK?

Błękitno-zielony przystanek to innowacyjny i wielofunkcyjny element architektury miejskiej. Poza tradycyjną funkcją dostarczania schronienia dla pasażerów, zatrzymuje wodę opadową i zapewnia dodatkową zieloną przestrzeń dla ludzi i przyrody. Opad zatrzymywany jest na kilka sposobów: przez roślinny zielony dach z warstwą retencyjną, w porośniętej roślinnością pnącą skrzyni retencyjno-infiltracyjnej – odbiera ona nadmiar wody z dachu i (opcjonalnie) z okolicznych powierzchni uszczelnionych oraz – przez skierowanie nadmiaru wody ze skrzyni retencyjno-infiltracyjnej na pobliski teren zielony, do niecki drzewnej, innych elementów BZI lub kanalizacji deszczowej. Zielony przystanek wspiera różnorodność biologiczną, będąc schronieniem dla owadów i ptaków. Jego konstrukcja ogranicza kolizje zwierząt ze szkłem w porównaniu do tradycyjnych konstrukcji.

Innowacja

- innowacyjna konstrukcja przystanku, dostosowana do zwiększonego obciążenia i zgodna z normami UE
- zielony dach, w tym warstwy drenażowe, dostosowane do spadzistego kształtu dachu i wymagań konstrukcyjnych wiaty
- ściany pokryte wiecznie zielonymi lub kwitnącymi pnączami, rosnącymi w skrzyni retencyjno-infiltracyjnej, zapewniającymi roślinności dostęp do wody i ochronę przez przemarzeniem



Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia

RadoKlima (LIFE 14CCA/PL/000101)

projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie

www.life.radom.pl



ZIEŁONY PRZYSTANEK ZATRZYMUJĄCY WODĘ OPADOWĄ



INNOWACYJNA KONSTRUKCJA zgodna z normami EU

❑ ergonomiczny, innowacyjny projekt (zrównoważony i przyjazny wady społecznej)
 (zgodny z normami EN 12412)

❑ wykorzystanie pańki (długości 100 cm) do zwiększenia powierzchni zieleni

- ❑ Pierwszy zielony przystanek zatrzymujący wodę opadową w Polsce
- ❑ Zielień na dachu i ścianie odporna na zmieniający się klimat miejski
- ❑ Innowacyjny produkt zgodny z wytycznymi adaptacji miast do zmian klimatu



10m² ROŚLINNEGO DACHU z rozchodników i ziół

- ❑ zatrzymanie 1000 litrów wody opadowej (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ odparowanie 10% wody opadowej w ciągu roku (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)



9m² ROŚLINNEJ ŚCIANY z zimozielonych pnączy

- ❑ zatrzymanie 1000 litrów wody opadowej (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ odparowanie 10% wody opadowej w ciągu roku (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)

SYSTEM NAWADNIANIA DRZEW wodą opadową

- ❑ zatrzymanie 400 litrów wody opadowej (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ odparowanie 10% wody opadowej w ciągu roku (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)
- ❑ zmniejszenie temperatury powietrza w przystanku o 1°C (zgodnie z normami EN 12412)

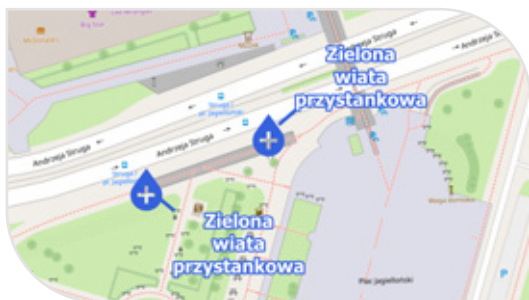
KORZYŚCI Z DZIAŁAŃ: ❑ oszczędność - Zatrzymanie wody opadowej ❑ zdrowie - Zmniejszenie temperatury ❑ zdrowie - Zmniejszenie temperatury ❑ zdrowie - Zmniejszenie temperatury ❑ zdrowie - Zmniejszenie temperatury

PARTNERZY PROJEKTU:

WSPÓŁPRACA:



BŁĘKITNO-ZIELONY PRZYSTANEK - PLAC JAGIELLOŃSKI



Plac Jagielloński (na przeciwko Galerii Słonecznej),
Radom

Współrzędne: 51,404762 N; 21,154475 E

Zrealizowane BZI:

- błękitno-zielona wiatła przystankowa z ogrodem deszczowym
- błękitno-zielona wiatła przystankowa z niecką drzewną



Zielona wiatła przystankowa
z niecką drzewną



Zielona wiatła przystankowa
z ogrodem deszczowym

Wyzwania adaptacyjne

- poprawa komfortu dla oczekujących na połączenie pasażerów
- przechwytywanie wody opadowej w szczelnie zabudowanym pasie drogowym
- stworzenie mikrosiedliska w terenie o dużym stopniu zurbanizowania
- edukacja ekologiczna i podnoszenie świadomości klimatycznej wśród mieszkańców korzystających z przesiadek w najbardziej uczęszczanym węźle komunikacyjnym Radomia

Realizacja adaptacyjna

Na Placu Jagiellońskim w Radomiu zlokalizowano dwa błękitno-zielone przystanki autobusowe. Najatrakcyjniejszą częścią przystanku jest zielony dach wyposażony w system retencjonowania wody opadowej. W sumie wprowadza on do przestrzeni pasa drogowego ok. 10 m² zieleni - mieszanki rozchodników (*Sedum sp.*). Konstrukcja dachu została tak zaprojektowana, aby zatrzymać nawet 90% spadającej na nią wody opadowej w skali roku. Nawadnia ona dach oraz roślinność posadzoną wokół konstrukcji wiaty.

Za wiatą wykonano podziemną skrzynię retencyjno-infiltracyjną, umożliwiającą posadzenie roślin zielonej ściany (pnączy) oraz roślin towarzyszących. Zapewniono system odwodnienia donicy za wiatą w postaci przelewu awaryjnego na przyległy pas zieleni i do niecki drzewnej. Wiaty zostały wyposażone w standardowe elementy wiaty przystankowej, takie jak: ławka drewniana, podświetlana gabłota na rozkłady jazdy oraz znak informacyjny. Ważnym elementem jest umieszczenie w gablocie plakatu informacyjnego wyjaśniającego działanie błękitno-zielonych przystanków.

Efekty wdrożeń

- wprowadzenie zieleni w pasach drogowych i w miejscach oczekiwania na środek transportu – ponad 10 m² dachu roślinnego i 9 m² roślinnej ściany z pnączy
- obniżenie temperatury dachu przy dużym nasłonecznieniu nawet o 7°C
- zatrzymanie ok. 90% opadu z powierzchni dachu i części opadu z sąsiadujących terenów uszczelnionych
- stworzenie siedliska dla owadów (kwitnąca roślinność dachów zwabia zapylacze) i ptaków (stwierdzono gniazdowanie kosa (*Turdus merula*) w bluszczu jednej z wiat),
- zmniejszenie ryzyka kolizji z szybami dla ptaków (zielona ściana)
- edukacja ekologiczna i wzmacnianie wiedzy na temat adaptacji wśród mieszkańców Radomia



BŁĘKITNO-ZIELONA WIATA ROWEROWA - RADOMSKIE CENTRUM SPORTU (RCS)”



RCS (Radomskie Centrum Sportu)
ul. Struga 63, Radom

Współrzędne: 51,408593 N; 21,172324 E

Zrealizowane BZI:

- błękitno-zielona wiata rowerowa
- donice umożliwiające nasadzenie roślinności pnącej i niskiej



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu

50

Wyzwania adaptacyjne i rezultaty wdrożeń

- przechwytywanie części wody opadowej w szczelnie zabudowanym terenie nowej inwestycji
- stworzenie mikrosiedliska dla owadów w terenie o dużym stopniu zurbanizowania
- edukacja ekologiczna i podnoszenie świadomości klimatycznej wśród licznych mieszkańców odwiedzających Radomskie Centrum Sportu



BŁĘKITNO-ZIELONA WIATA ROWEROWA - SZKOŁA PODSTAWOWA NR 33



Publiczna Szkoła Podstawowa nr 33
im. Kawalerów Orderu Uśmiechu
ul. Kolberga 5, Radom

Współrzędne: 51,400833 N; 21,171862 E

Zrealizowane BZI:

- zielona wiata rowerowa z donicami na roślinność niską i pnącą

Wyzwania adaptacyjne i rezultaty wdrożeń

- przechwytywanie części wody opadowej w zabetonowanej przestrzeni na terenie szkoły
- edukacja ekologiczna i podnoszenie świadomości klimatycznej wśród uczniów
- stworzenie mikrosiedliska w terenie o dużym stopniu zabudowy
- ciekawy element architektoniczny



51



REWITALIZACJA PRZESTRZENI PUBLICZNEJ - PLAC BEMA



Plac pomiędzy ul. Bema, Jasińskiego, Sowińskiego, Radom

Współrzędne: 51,411606 N; 21,163705 E

Zrealizowane BZI:

- niecka chłonna z trzema obszarami retencji



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu

52

Wyzwania adaptacyjne

- zagospodarowanie wody opadowej ze ścieżek nowopowstałego placu zabaw

Działania adaptacyjna

Nieckę chłonną wykonano razem z większą inwestycją dotyczącą zagospodarowania przestrzeni międzyblokowej poprzez budowę skweru wypoczynkowego. Niecka chłonna ma formę trzech obniżen terenu przechwytyjących nadmiar wody w okresie wysokich opadów. Strefy zostały rozdzielone instalacją z gabionów wypełnionych kamieniem hydrotechnicznym.

Rezultaty wdrożeń

- przechwytywanie części wody opadowej w obszarze 5 137 m² nowopowstałego terenu placu zabaw
- pojemność retencyjna mieszcząca ponad 37 m³ wody opadowej
- miejsce występowania kilkudziesięciu gatunków zwierząt, w tym ponad 20 gatunków owadów - np. trzmieli, dla których zwiększono atrakcyjność siedliskową obszaru poprzez budowę "hotelu dla owadów"
- element krajobrazu atrakcyjny dla dzieci i młodzieży
- edukacja ekologiczna i podnoszenie świadomości klimatycznej wśród osób odwiedzających miejsce



REALIZACJA DZIAŁAŃ ADAPTACYJNYCH

STREFA 2

BŁĘKITNO-ZIELONA INFRASTRUKTURA W DOLINACH RZEK MIEJSKICH
NA OBRZEŻACH MIASTA

RZEKA MLECZNA - RENATURYZACJA



Radom, rzeka Mleczna, wzdłuż bulwarów i ulicy Garbarskiej

Współrzędne: 51,399094 N; 21,124761 E



54



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu

Wyzwania adaptacyjne

- niska pojemność retencyjna, wynikająca z odcięcia doliny od rzeki
- zbyt szybkie odprowadzanie wód opadowych przez uregulowane (wyprostowane) na tym odcinku koryto rzeki Mlecznej, prowadzące do potopień na terenach położonych poniżej
- zagrożenie powodzią ze strony rzeki w wyniku ograniczonej przepustowości wód, spowodowanej zawężeniem i przegrodzeniem koryta licznymi budowlami
- niski stan ekologiczny wynikający z degradacji naturalnego charakteru koryta

Zakres wdrożenia

Aby poprawić bezpieczeństwo przed podtopieniami powodowanymi przez wody prowadzone rzeką Mleczną, zwiększono retencję korytową i dolinową, poprzez zmianę struktury morfologicznej cieku. Na odcinku 800 m wykonano deflektory spowalniające przepływ wód. Wykonano rampy i narzuty kamienno-żwirowe, aby podnieść dno rzeki i zwiększyć retencję korytową i krajobrazową. Przywrócono system meandrów, połączonych z zastoiskami i korytem wielkiej wody. Zastoiska miały imitować starorzecza, które stały się refugium dla ryb w okresie wysokich przepływów wody. Dodatkowo spowalniały również odpływ wód, zwiększały ich retencję i infiltrację.

Inwestycja obejmowała:

- ukształtowanie 4 zatok zastoiskowo-retencyjnych połączonych z korytem rzeki
- przywrócenie biegu rzeki do bardziej naturalnego stanu poprzez wykonanie 7 meandrów i zasypanie prostych odcinków
- ukształtowanie koryta wód wielkich pomiędzy zatokami zastoiskowo-retencyjnymi, a korytem rzeki o długości 205 m
- umocnienie fragmentów (zakoli) nowego koryta rzeki narzutem kamiennym w płótkach faszynowych w stopie skarpy, w miejscach narażonych na zwiększone prędkości przy dużych przepływach
- wykonanie 11 bystrzy – deflektorów w postaci narzutu kamiennego luzem i zatopionych w nich pojedynczych głazów i karp drzew, powodujących wewnętrzną meandryzację
- budowę drewnianego pomostu widokowego, służącego celom edukacyjno-promocyjnym i przeglądowi eksploatacyjnym
- przebudowę ujściowego odcinka kanalizacji deszczowej, odprowadzającego wody do rzeki Mlecznej, przez zmianę ujścia z bezpośredniego do rzeki na ujście pośrednie, rozlewające wody przed wpływieniem do rzeki do wypłyenia na powierzchni 75 m²

Korzyści

- meandryzacja rzeki i przywrócenie jej łączności z doliną spowodowała spowolnienie przepływu w korycie rzeki Mlecznej na odcinku poddanym renaturyzacji oraz podniesienie rzędnej zwierciadła wody przy przepływach średnich i niskich, co oznacza zwiększenie retencji korytowej i dolinnej oraz zmniejszenie ryzyka niekontrolowanego wylewu wód na tereny zagospodarowane przez zabudowę
- nastąpiła poprawa parametrów chemicznych określających jakość wody. Średnie stężenia zawiesiny ogólnej, azotu amonowego i fosforu ogólnego na stanowisku powyżej renaturyzowanego odcinka rzeki były niższe w okresie 2021/2022, co może być efektem wdrożenia skutecznych rozwiązań w górnej części zlewni tj. na zbiorniku Borki, stawach kolmatacyjnych i rzece Cerekwiance. Wprowadzenie rozwiązań spowalniających przepływ wód i wymuszających zmianę charakteru przepływu z prostoliniowego na kręty, spowodowała zauważalny spadek ilości transportowanej zawiesiny w wodzie o ok. 15% i stężenia azotu ogólnego o ok. 30% w okresach deszczowych
- nastąpiła odbudowa zdegradowanych naturalnych i półnaturalnych siedlisk hydrogenicznych, w tym zdegradowanych zbiorowisk łągowych, łąk wilgotnych, szuwarowych na obszarze ok. 1 ha



W zatokach zastoiskowych stwierdzono najcenniejszy gatunek obszaru analiz - piskorza (*Misgurnus fossilis*) (fot. Marek Miłkowski)



Przemy żwirowe podnoszą poziom wody w korycie, spowalniają jej odpływ i poprawiają jakość (fot. Archiwum projektu)



- poprawiono jakość siedlisk gatunków ptaków, płazów, bezkręgowców i in. grup, w tym występujących w dolinie miejskiej rzeki Mlecznej gatunków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej: błotniaka stawowego (*Circus aeruginosus*) i derkacza (*Crex crex*)
- dzięki odtworzeniu meandrów i stworzeniu obszarów stagnującej wody powstały warunki do bytowania kilku gatunków ważek, w tym niewystępujących dotychczas na tym stanowisku: oczobarwnica większa (*Erythromma najas*), straszka pospolita (*Sympecma fusca*) oraz tężnica mała (*Ischnura pumilio*) - ważka dotychczas niestwierdzona na zbiornikach w Radomiu
- wykonana rewitalizacja z wykorzystaniem deflektorów w formie poprzecznych, naturopodobnych progów wpłynęła na zróżnicowanie siedlisk i liczebność ryb zasiedlających rewitalizowany odcinek cieką objęty pracami wdrożeniowymi. W odcinku z deflektorami w przypadku najrzadziej stwierdzanego jazia (*Leuciscus idus*) odnotowano trzy osobniki tego gatunku, a pozostałe gatunki występowały nie tylko w liczbie co najmniej kilku osobników, ale także były odławiane częściej niż raz. Na odcinku kontrolnym tej rzeki, na którym nie wdrożono żadnych rozwiązań, nie stwierdzono nawet jednego osobnika szczupaka (*Esox lucius*) czy leszcza (*Abramis brama*) a liczba reofilnych kleni (*Squalius cephalus*) stanowiła tylko około 30% osobników odłowionych w odcinku z deflektorami
- z kolei w zastoiskach pomimo stwierdzania relatywnie niewielkich liczebności ryb, wykazano w nich większą liczbę gatunków, w tym najcenniejszy gatunek obszaru analiz - piskorza (*Misgurnus fossilis*). Jest to jedyne miejsce występowania niektórych gatunków limnofilnych, jak wzdręga (*Scardinius erythrophthalmus*). W zatokach zastoiskowych stwierdzano największe osobniki szczupaka (*Esox lucius*), co także wskazuje, że ten typ siedliska zwiększył „ofertę siedliskową” w obrębie rewitalizowanego odcinka rzeki i zmiany wynikające z projektu można postrzegać jako zdecydowanie pozytywne
- opracowano model hydrologiczny zlewni rzeki Mlecznej, który wykorzystano do opracowywania koncepcji i projektów związanych z adaptacją istniejącej infrastruktury, a po ich realizacji do oceny skuteczności podjętych działań. Opracowano też bazę danych dotycząca stanu jakości środowiska rzeki oraz raport z monitoringu właściwości fizyko-chemicznych wody i oceny skuteczności zrealizowanych zadań

ZBIORNIK BORKI, KANAŁ A0, STAWY KOLMATACYJNE

Radom, dzielnica Borki

(1) Kanał A0

Współrzędne:
51,384552 N; 21,117332 E

(2) Stawy kolmatacyjne

Współrzędne:
51,386794 N; 21,116786 E

(3) Zbiornik Borki:

Współrzędne:
51,390959 N; 21,115463 E



Realizacja działań związanych ze zbiornikiem Borki stanowiła najbardziej złożone przedsięwzięcie projektu LIFERADOMKLIMA-PL. Składało się ono z trzech dużych zadań realizacyjnych:



57



fot. Uniwersytet Łódzki, Wodociągi Miejskie w Radomiu

KANAŁ A0 - POPRAWA JAKOŚCI WODY ZASILAJĄCEJ ZBIORNIK BORKI I ALIMENTACJA W OKRESIE SUSZY

Wyzwanie adaptacyjne

- redukcja przepływu wody w kanale A0 w porze suchej i poprawa jej jakości
- poprawa jakości wody dopływającej do zbiornika Borki dla ograniczenia zakwitów sinicowych i poprawa bezpieczeństwa ekologicznego osób korzystających ze zbiornika Borki
- łagodzenie niżówek w zbiorniku Borki

Zakres wdrożenia

Uszczelnienie podziemnego kolektora A0 - systemu transportującego wody opadowe do rzeki Mlecznej - było kluczowe dla zapobiegania przedostawaniu się wód gruntowych zanieczyszczonych związkami żelaza do wnętrza kolektora. Wysokie stężenie żelaza powoduje brunatne zabarwienie wody i gleby po wprowadzeniu wód opadowych z kanału do wód powierzchniowych. Pierwotnie, umiejscowiony wzdłuż zbiornika podziemny kanał deszczowy A0, odprowadzał wodę do rzeki poniżej zbiornika Borki, co dodatkowo ją obciążało i zwiększało zagrożenie powodziowe. W ramach projektu wykonano adaptację istniejącego systemu do przejmowania wód opadowych z podziemnego kolektora A0 i po ich podczyszczeniu, zaczęto wprowadzać je do rzeki Mlecznej powyżej zbiornika, jako działanie adaptacyjne łagodzące skutki niżówek. To zapewniło alimentację wód w zbiorniku, szczególnie w okresach, kiedy ubytek wód w zbiorniku (parowanie, infiltracja, odpływ) przewyższa jego zasilanie.

Z kanału A0 woda odprowadzana jest odprowadzalnikiem do rzeki Mlecznej powyżej zbiornika Borki. Dla jej podczyszczenia wykonano system hybrydowy składający się z części podziemnej i naziemnej. Część podziemną obejmuje system ujęcia wód z podziemnego kanału A0 wraz z osadnikiem wirowym i przepompownią. Część naziemną stanowi Sekwencyjny System Sedymentacyjno-Biofiltracyjny (SSSB), rozpoczynający się osadnikiem znajdującym się w miejscu wylotu wody na powierzchnię, układu trzech przepuszczalnych barier reaktywnych – PBR (ang. Permeable Reactive Barriers), wykonanych z dolomitu, wapienia (naruszt kamienny) i preparatu **BioKer** oraz strefą roślinną na odpływie pełniącą funkcję biofiltra. Układ PBR umieszczony został w istniejącym korycie betonowym o długości 112 m, stanowiącym wcześniej odprowadzalnik wód z kanału deszczowego. Ostatnim elementem jest biofiltr zbudowany na podłożu piaszczystym wraz ze strefą roślinną o powierzchni ok. 300 m². Przelew do rzeki Mlecznej odbywa się powierzchniowo poprzez całą długość bocznej skarpy biofiltra, wyłożoną kamieniami dolomitowymi.

BIOKER to lekkie kruszywo ceramiczne opłaszczone wielowarstwowym biopolimerem, sorbent umieszczony w koszach siatkowych na odpływie wody. Dzięki właściwościom biopolimeru możliwe jest opłaszczenie lekkiego rdzenia ceramicznego materiałami o wysokiej skuteczności sorpcyjnej. Pozwala to na uzyskanie lekkiego produktu o zdolnego do usuwania zanieczyszczeń z wody. W badaniach realizowanych w Katedrze UNESCO Ekohydrologii i Ekologii Stosowanej UŁ potwierdzono wysoką skuteczność preparatu BIOKER wobec jonów fosforanowych, które stanowią jedną z głównych przyczyn eutrofizacji wód śródlądowych. Ponadto, testowano możliwość zastosowania preparatu modyfikowanego biowęgłem do usuwania zanieczyszczeń pestycydowych, również z pozytywnym skutkiem. Szerokie możliwości związane ze stosowaniem tego preparatu do oczyszczania wody, przyczyniły się do jego komercjalizacji. Od 2018 roku, nawiązano współpracę z firmą APRS sp. z o. o., która oferuje BIOKER na rynku w Polsce. Preparat jest objęty ochroną patentową, nr patentu Pat.238640 (Jarosiewicz i Zalewski, 2021).

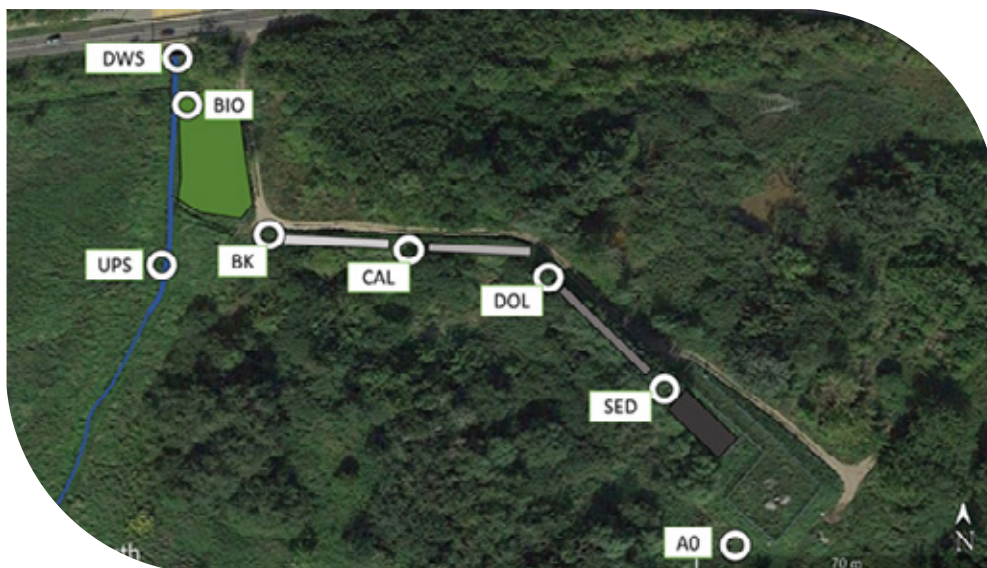
Inwestycja obejmowała:

- uszczelnienie podziemnego kanału A0 na odcinku na długości ok. 700 m, pozwalające na przejmowanie wód opadowych transportowanych kolektorem A0 i uzupełnianie zasobów wodnych w zbiorniku Borki w okresach bezdeszczowych
- adaptację przepompowni i systemu zasilania wodami deszczowymi wód rzeki Mlecznej powyżej zbiornika Borki, pochodzącymi z podziemnego kolektora deszczowego A0
- zmianę funkcji istniejącego odprowadzalnika wód deszczowych z przepompowni kanału A0 w system filtracyjny stanowiący sekwencyjny układ sedymentacyjno-biofiltracyjny, umożliwiający doczyszczanie wody, z wykorzystaniem innowacyjnego układu przepuszczalnych barier reaktywnych (ang. Permeable Reactive Barriers) dla podczyszczania wód pozyskiwanych z kanału A0, które służą do zwiększenia przepływu w rzece Mlecznej na odcinku zasilającym zbiornik Borki

- konstrukcję roślinnej strefy biofiltracyjnej (wykorzystanie procesów fitoremediacji w poprawie jakości wód) o powierzchni ok. 300 m², zbudowanej na podłożu piaszczystym i zlokalizowanej na końcowym fragmencie odprowadzalnika, wraz z powierzchniowym przelewem wód do rzeki przez całą długość bocznej skarpy biofiltra wyłożonej dodatkowo kamieniem dolomitowym

Korzyści:

- redukcja przepływu wód w kanale A0 w okresie bezopadowym o 50%
- poprawa jakości wody dopływającej do zbiornika Borki przez sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny skonstruowany na odprowadzalniku z kanału A0 w zakresie od 28% dla azotanów do 85% dla jonów amonowych, w tym dla fosforanów o 64%
- w roku 2016 średnie stężenie żelaza pomiędzy stanowiskiem zlokalizowanymi na początku i na końcu planowanego wówczas do uszczelnienia odcinka kanału A0 rosło dwukrotnie (z wartości 2,8 mg/L do 5,6 mg/L). Uszczelnienie kanału na odcinku ok. 700 metrów i ograniczenie infiltracji wód gruntowych bogatych w związki żelaza spowodowało, że w po adaptacji wzrost ten wynosi już tylko 11% (z 3,1 mg/L do 3,4 mg/L)
- zastosowany system PBR redukuje ok. 1/3 ładunku fosforanów transportowanych z kanału A0. Wraz z częścią biofiltracyjną, system łącznie usuwa prawie 70% fosforanów. Uzyskana skuteczność systemu w redukcji jonów azotanowych i amonowych wyniosła odpowiednio 11% i 33% i powinna dalej wzrastać wraz z rozwojem strefy biofiltracji i biofilmu wewnątrz barier



Schemat układu doczyszczającego wody z kolektora A0 przed ich wprowadzeniem do rzeki Mlecznej i dalej zbiornika Borki; oznaczenia SED – część sedymentacyjna systemu, DOL – wypełnienie dolomitowe odprowadzalnika, CAL – wypełnienie kamieniem wapiennym odprowadzalnika, BK – wypełnienie biokerem odprowadzalnika, BIO – strefa roślinna (biofiltr), UPS – stanowisko rzeczne powyżej wylotu wód z systemu podczyszczającego, DWS stanowisko poniżej wylotu wód z systemu podczyszczającego.



Po uszczelnieniu podziemnego kanału A0, przedostaje się do niego znacznie mniej zanieczyszczonej wody (zdjęcie po lewej – przed, zdjęcie po prawej po modernizacji) (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu).

STAWY KOLMATACYJNE - POPRAWA JAKOŚCI WODY DOPŁYWAJĄCEJ DO ZBIORNIKA RZEKĄ MLECZNĄ W CZASIE OPADÓW

Wyzwanie adaptacyjne

- obniżenie ładunków azotu i fosforu powodujących formowanie się sinic w zbiorniku Borki
- zmniejszenie zagrożenia powodziowego
- zachowanie miejsc siedliskowych dla organizmów bytujących w stawach kolmatacyjnych

Zakres wdrożenia

Przebudowa stawów kolmatacyjnych, zlokalizowanych tuż powyżej zbiornika Borki na dopływie rzeki Mleczonej, miała zapewnić złagodzenie wezbrań rzeki oraz doczyszczanie wód wprowadzanych rzeką do zbiornika w okresie wysokich przepływów. W tym celu zastosowano rozwiązania oparte na przyrodzie do których należą: sedymentacja zawiesiny transportowanej rzeką dzięki konstrukcji specjalnej strefy osadnikowej w miejscu dopływu wód rzeki Mleczonej do zbiornika i wydłużeniu drogi przepływu wody w górnym stawie kolmatacyjnym; wzmocnienie procesów filtracyjnych i adsorpcyjnych dzięki wykorzystaniu struktur dolomitowych; poprawa właściwości fizycznych i chemicznych wód w wyniku ich napowietrzania oraz asymilacji substancji biogenicznych poprzez nasadzenia roślinności szuwarowej oraz w postaci wysp pływających w dolnym stawie kolmatacyjnym. Połączenie wielu procesów opartych na przyrodzie i ich wzmocnienie przez zastosowanie ekohydrologii miało na celu zwiększenie efektywności usuwania fosforu i innych zanieczyszczeń z wody, aby zapobiegać pojawianiu się sinic w zbiorniku Borki, pełniącym funkcję rekreacyjną.

Szczegóły inwestycji i korzyści:

- zwiększenie pojemności retencyjnej stawów kolmatacyjnych o 4 500 m³
- ograniczenie zasilania wewnętrznego, czyli przedostawania się zanieczyszczeń, głównie związków fosforu, do wody z osadów dennych w okresie letnim w wyniku usunięcia osadów
- poprawa jakości wód wprowadzanych przez rzekę Mleczną do stawów kolmatacyjnych i zbiornika Borki przez stworzenie sekwencyjnego systemu z uwzględnieniem strefy sedymentacji zawiesiny, struktur dolomitowych usuwających związki fosforu, stref roślinności wodnej (fitoremediacja)
- napowietrzanie i mieszanie wody (system przydennych dyfuzorów) poprawiające jej właściwości fizyczne, ograniczające przedostawanie się fosforu z osadu do toni wodnej i montaż urządzeń energii odnawialnej (wiatraki, fotowoltaika) dla zasilania powyższych rozwiązań
- zwiększenie zdolności podczyszczającej zbiorników kolmatacyjnych w zakresie redukcji ilości zawiesiny ogólnej (ok. 39% w całym okresie 2021/ 2022), azotu ogólnego (ok. 34%), azotu azotanowego (ok. 24%) i azotu amonowego (ok. 17%). Efektywność usuwania fosforu ogólnego w zbiornikach kolmatacyjnych zwiększyła się z ok. 1% w 2016 roku do ok. 12% w 2021/ 2022 i żelaza z 18% do 29%
- uzyskanie możliwości regulacji dopływu wód do zbiornika Borki przez przebudowę jazu kozłowego kierującego wody powodziowe bezpośrednio do stawów kolmatacyjnych oraz przebudowę jazu piętrzącego nadmiar wód opadowych w samych stawach kolmatacyjnych,
- stworzenie odpowiednich warunków dla cennych gatunków roślin (pojawili się grzybień białe (*Nymphaea alba*) – podlegające ochronie częściowej) i zwierząt
- bujna roślinność, płytka woda i liczne, bezpieczne miejsca przesiadywania sprawiły, że miejsce to stało się atrakcyjne dla ptaków, w tym tych najbardziej zagrożonych (wymienionych w zał. Dyrektywy siedliskowej) m.in. bączka (*Ixobrychus minutus*) i rybitwy białowąsiej (*Chlidonias hybrida*) jak również owadów - odnotowano porobnicę wiosenną (*Anthophora plumipes*) objętą ochroną gatunkową częściową, zasiedlającą skarpy zbiornika
- woda na odpływie ze stawów kolmatacyjnych do zbiornika Borki spełniała normy dla dobrego potencjału wód dla wszystkich analizowanych wskaźników z wyłączeniem fosforu fosforanowego
- odmulone i przebudowane stawy kolmatacyjne wprowadzały znacznie mniejsze ilości zawiesiny do zbiornika Borki niż w roku 2016, a tym samym znacznie niższe stężenia form ogólnych azotu i fosforu. W roku 2021 odnotowano w zbiorniku Borki redukcję fosforu ogólnego o 15%, w porównaniu do 60% wzrostu stężenia tego parametru w 2016 roku



*Stawy kolmatacyjne i dopływ rzeki Mleczna do zbiornika Borki
(fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu, Radomski Dron)*



Stawy kolmatacyjne (fot. Archiwum projektu)



Jaz koźłowy kierujący wody rzeki Mlecznej na zbiorniki kolmatacyjne (fot. Archiwum projektu)



Pływające wyspy dla ptaków na stawach kolmatacyjnych (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)

ZBIORNIK BORKI - POPRAWA POJEMNOŚCI I SPRAWNOŚCI PRZECIWPOWODZIOWEJ ZBIORNIKA BORKI

Wyzwanie adaptacyjne

- zwiększenie objętości retencyjnej zbiornika Borki i elastyczny system zarządzania przeciwpowodziowego
- zapewnienie korytarza ekologicznego do migracji organizmom wodnym
- poprawa jakości wody i ograniczenie zakwitów sinicowych

Zakres wdrożenia

W zbiorniku Borki wykonano przebudowę jazu głównego, aby uzyskać dodatkową zdolność retencyjną wód powodziowych w czaszy zbiornika. Ważnym działaniem było skonstruowanie przepławki dla dwukierunkowej migracji ryb i innych organizmów wodnych. To działanie odtworzyło ciągłość korytarza ekologicznego rzeki. Dodatkowo w trakcie prac inwestycyjnych usunięto namul zgromadzony na dnie zbiornika zwiększając jego pojemność i ograniczając zasilenie wewnętrzne zbiornika w biogeny. Zamontowano urządzenia do napowietrzania i mieszania wody (fontanny) poprawiające jej właściwości fizyczne i ograniczające możliwość formowania się zakwitów glonów i sinic w wodzie. Zamontowano też urządzenia wykorzystujące energię odnawialną (wiatraki, fotowoltaika) dla zasilania powyższych rozwiązań.

Szczegóły inwestycji i korzyści:

- adaptacja zbiornika Borki poprzez usunięcie 12 000 m³ osadów z ok. 70% dna zbiornika co zwiększyło jego objętość retencyjną
- przebudowa jazu głównego, która zapewniła dodatkową 20 cm retencję wód opadowych w czaszy zbiornika, przez co o 17% (24 000 m³) zwiększyła się zdolność retencyjną zbiornika dla wód opadowych - zmniejszenie ilości wody odpływającej ze zbiornika do rzeki Mlecznej w czasie intensywnych opadów zabezpiecza niżej położone obszary miasta przed powodzią
- zdolność retencyjna całego systemu z uwzględnieniem zdolności retencyjnej stawów kolmatacyjnych wzrosła o 28 500 m³ co oznacza, że dla przepływu w rzece Mleczna wynoszącego po intensywnym opadzie 11 m³/s (woda stuletnia) w ciągu 45 min woda powodziowa w całości zostanie zatrzymana w zbiorniku. Dla przepływu o połowę niższego okres zatrzymywania tych wód wydłuży się już dwukrotnie
- budowa przepławki szczelinowej umożliwia dwukierunkową migrację ryb i innych organizmów wodnych i udrożnienie korytarza ekologicznego między rzeką Mleczna, a zbiornikiem Borki. W trakcie monitoringu przepławki stwierdzono 244 osobników 6 gatunków ryb. Gatunkiem najliczniej stwierdzanym w przepławce był okoń (*Perca fluviatilis*), a intensywność migracji pomiędzy poszczególnymi kontrolami wahała się od 8,3 do 59,3 osobnika na godzinę pracy pułapki
- zbiornik Borki cechuje się największą różnorodnością gatunków awifauny wśród analizowanych obiektów Dużych BZI (łącznie 113 gatunków – 111 wykazanych w monitoringu, 2 – dane niepublikowane), z czego aż 13 zostało wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej, m.in.: zimorodek (*Alcedo atthis*), rybitwa białowąsa (*Chlidonias hybrida*), rybitwa czarna (*Chlidonias niger*), błotniak stawowy (*Circus aeruginosus*)



Redukcja zakwitów sinicowych na zbiorniku Borki

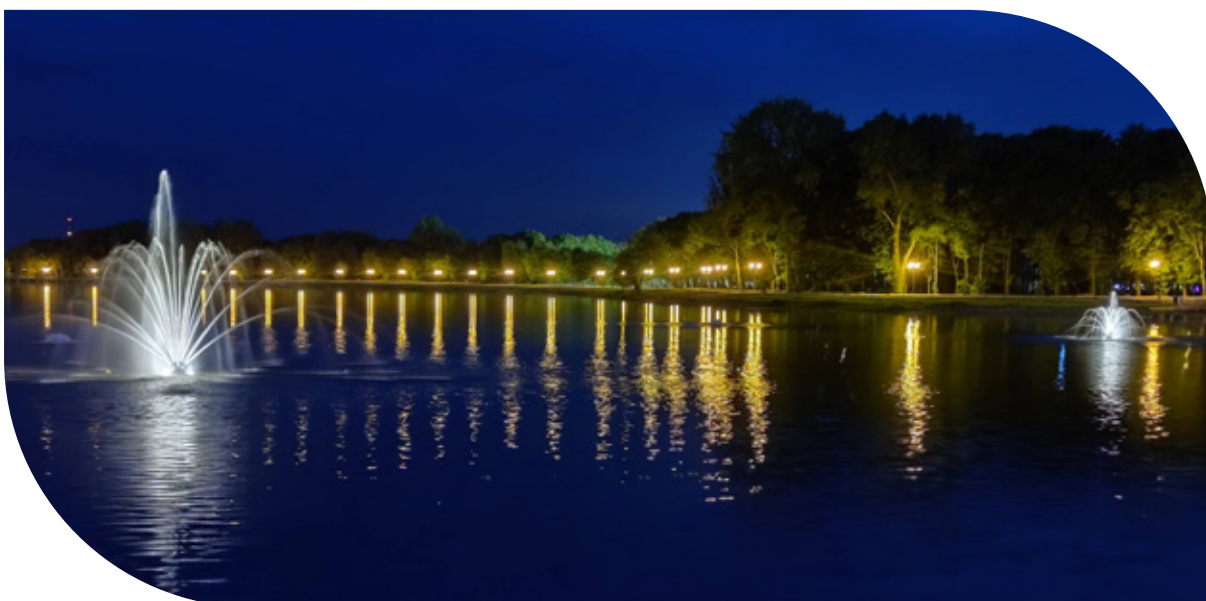
Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu



Fot. Przepławka szczelinowa (zdjęcie po lewej) przy jazie (zdjęcie po prawej) na zbiorniku Borki (fot. Z. Kaczowski)



Zbiornik Borki (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu, Radomski Dron)

RZĘKA CEREKWIANKA - POLDER ZALEWOWY CHRONIĄCY PRZED PODTOPIENIAMI



Radom, rzeka Cerekwianka (Strumień Halinowski),
wzdłuż ulicy Ceramicznej

Współrzędne: 51.39732436255424N, 21.102400474421092E



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu

64

Wyzwanie adaptacyjne

- mocno uregulowany i zabudowany infrastrukturą hydrotechniczną ciek w centrum miasta nie jest w stanie przejmować wód opadowych transportowanych rzeką i dopływających kolektorami burzowymi
- nadmiar wody staje się problemem w miejscach zawężenia koryta (przepusty drogowe) oraz w miejscu dopływu do rzeki Mlecznej, tworząc podtopienia na drodze dojazdowej do miasta

Zakres wdrożenia

Jednym z rozwiązań adaptacyjnych do zmiany klimatu było skonstruowanie polderu zalewowego przy rzece Cerekwiance w miejscu istniejących wiele lat temu stawów rybnych. Polder jest w stanie całkowicie przejąć wody opadowe niesione rzeką do centrum miasta (dla przepływu Q1% wynoszącego 6 m³/s polder wypełni się w ciągu 45 minut) nie powodując zwiększonego przepływu poniżej i podtopień. W porze bezdeszczowej zbiornik samoczynnie obniża poziom wody odprowadzając je do cieku i przygotowując się do przejęcia kolejnej fali opadowej. W konstrukcji zbiornika wykorzystano naturalne procesy do podczyszczania wód tworząc na wlocie do polderu strefę sedimentacji do zatrzymywania głównie zawiesziny, strefy geochemiczne do wychwytywania fosforanów oraz strefy biofiltracyjne do redukcji związków azotu.

Szczegóły inwestycji i korzyści:

- stworzenie polderu zalewowego o powierzchni 1,7 ha i średniej głębokości 1,2 m, poprzez adaptację istniejącego obniżenia terenu po dawnych stawach rybnych na prawym brzegu rzeki Cerekwianki. System może przejąć 17.800 m³ wody opadowej nie doprowadzając do podtopienia okolicznych dróg
- budowa sekwencyjnego systemu podczyszczającego wody złożonego z części osadnikowej i dwóch części biofiltracyjnych z naturalną roślinnością wodną usuwającego substancje biogeniczne - redukcja dla azotu amonowego wyniosła ok. 16%, dla azotu amonowego ok. 2% i dla fosforu fosforanowego ok. 83%
- wykorzystanie procesów naturalnej sukcesji do rozbudowy struktury roślinnej poprawiającej jakość wody i zwiększającej różnorodność biologiczną obszaru poprzez utworzenie mozaiki siedlisk wodno-błotnych

- wprowadzenie na dno zbiornika kilkunastu tysięcy sadzonek roślinności szuwarowej – pałek (*Typha L.*), kosaćca żółtego (*Iris pseudacorus*), manny mielec (*Glyceria maxima*), turzycy zaostrej (*Carex acuta*) co miało na celu zainicjować i przyspieszyć procesy sukcesyjne
- monitoring poadaptacyjny wykazał pojawienie się zbiorowiska roślinnego poprzednio tu nienotowanego – łąki ramienicowej (*Charetum vulgaris*), reprezentującego chronione siedlisko Natura 2000 (kod 3140)
- odnotowano wzrost ilości gatunków ważek do 21 (przy 6 gatunkach w roku 2016) w tym np. szafranki czerwonej (*Crocothemis erythraea*) i lecichy białoznacznej (*Orthetrum albistylum*), co świadczy o korzystnych zmianach środowiskowych
- stworzono siedliska rozrodcze dla wielu gatunków płazów, np. żaba wodna (*Pelophylax kl. esculentus*) i jeziorkowa (*Pelophylax lessonae*), żaba trawna (*Rana temporaria*), ropucha szara (*Bufo bufo*) i ropucha zielona (*Bufo viridis*)
- stwierdzono 51 gatunków ptaków, w tym przelotne (żerujące i odpoczywające) z załącznika I Dyrektywy Ptasiej: bociana czarnego (*Alcedo atthis*)
- utrzymano korytarz ekologiczny dla migracji organizmów wodnych, miejsca tarliskowe dla ryb oraz siedliska pozwalające na osiągnięcie dobrego stanu wód rzeki Cerekwianki



Wylot z polderu przy Cerekwiance. Zdjęcie po lewej - koryto rzeki z rdzawym zabarwieniem wody. Zdjęcie po prawej dalsza część koryta z wylotem z polderu – brak rdzawej barwy (fot. Sebastian Szklarek)



Polder Cerekwianka. Zdjęcie po lewej - przed napełnieniem wodą. Zdjęcie po prawej po napełnieniu (fot. Sebastian Szklarek)

POTOK PÓŁNOCNY



Radom, dzielnica Nad Potokiem,
w pobliżu ul. Olsztyńskiej

Współrzędne: 51,405608 N; 21,183094 E



Przed wdrożeniem



Po wdrożeniu

Wyzwanie adaptacyjne

- adaptacja terenu zalewowego na Potoku Północnym w obszar wielofunkcyjny dla poprawy jakości wody, zwiększenia różnorodności biologicznej i stworzenia funkcji społecznych i edukacyjnych
- złagodzenie ekstremalnych przepływów wód dopływających do centrum miasta
- utworzenie siedliska bytowania zwierząt, w tym różnych gatunków płazów i ptaków
- poprawa jakości życia okolicznych mieszkańców

Zakres wdrożenia

Dla realizacji celów projektowych skonstruowano w obrębie koryta i doliny Potoku Północnego wielofunkcyjny obszar o powierzchni 2 ha.

Inwestycja obejmowała:

- adaptacja terenu zalewowego w wielofunkcyjny obszar funkcjonujący w okresie przepływów wezbraniowych o pow. ca 2 ha z ukształtowaniem stref zastoiskowych
- ukształtowanie nowego odcinka koryta Potoku Północnego pomiędzy torami kolejowymi a ulicą, odcinkowo umocnionego faszyną z narzutem kamiennym
- meandryzację koryta Potoku Północnego w czaszy wielofunkcyjnego systemu
- wykonanie na trasie nowo ukształtowanego odcinka koryta Potoku Północnego wraz z obszarem zalewowym stref sedymentacyjno-flotacyjnej oraz biofiltracyjnej;
- wykonanie zabezpieczeń w postaci grobli z dostosowaniem korony do funkcji drogi technologicznej (wymóg prawny)
- wykonanie konstrukcji wylotowej, umożliwiającej regulację poziomu wód
- w wyniku kolizji z wdrażaną inwestycją konieczne było wykonanie przebudowy sieci gazowej, elektroenergetycznej i kanalizacyjnej

Korzyści:

- spowolnienie najwyższych przepływów wód dopływających do miasta Potokiem Północnym o ok. 10-20% (brak możliwości zweryfikowania założeń projektowych ze względu na zakończenie inwestycji tuż przed końcem projektu)
- stworzenie możliwości retencji wód opadowych w ilości ponad 10 000 m³ co oznacza, że dla przepływu w rzece wynoszącego po intensywnym opadzie 9 m³/s (woda stuletnia) w ciągu 20 min woda ta w całości zostanie zatrzymana w systemie. Dla przepływu o połowę niższego czas ten wydłuży się dwukrotnie. W efekcie wykonane prace poprawiły bezpieczeństwo przeciwpowodziowe terenów centrum miasta znajdujących się bezpośrednio w zlewni rzeki Potok Północny i pośrednio w zlewni rzeki Mleczna
- stworzenie siedlisk wodnych i wodno-błotnych, które poprawią różnorodność biologiczną obszaru
- spodziewana poprawa jakości wody (ocena skuteczności tego rozwiązania w zakresie poprawy jakości wody nie była możliwa z uwagi na zakończenie inwestycji we wrześniu 2022 roku)
- stworzenie przestrzeni wielofunkcyjnej dla mieszkańców pobliskiego osiedla



Wielofunkcyjny zbiornik na Potoku północnym przy wysokim stanie wody. Zdjęcie wykonane tuż po ukończeniu prac adaptacyjnych, przed ukonstytuowaniem się roślinności (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)



Budowa polderu na Potoku Północnym (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu, Radomski Dron)

KROK 8

Monitoring działań adaptacyjnych

Zrealizowane zadania adaptacyjne podlegają stałemu monitoringowi w zakresie:

- monitoring warunków klimatycznych
- monitoring właściwości fizyko-chemicznych wód
- monitoring hydrologiczny
- monitoring różnorodności biologicznej metodą tradycyjną i metodą eDNA
- monitoring efektów projektu – poprawa jakości życia mieszkańców Radomia (badania ankietowe)

Pełne raporty z monitoringu realizowanego w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL znajdują się na stronie projektu:
<https://life.radom.pl/pl/o-projekcie/raporty>

68

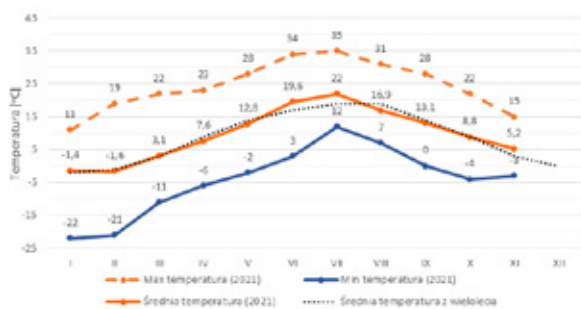
Monitoring warunków klimatycznych

W ramach monitoringu warunków klimatycznych, w Radomiu zainstalowano stacje meteorologiczne w trzech różnych lokalizacjach. Stacje działają nieprzerwanie od 2018 roku i pozwalają na monitorowanie bieżących warunków klimatycznych oraz kontynuację analiz długoterminowych trendów historycznych wykonanych w ocenie podatności. Stacje, zakupione przez Wodociągi Miejskie w Radomiu, **prowadzą w czasie rzeczywistym pomiary prędkości wiatru, ciśnienia, opadów, temperatury i wilgotności powietrza.**

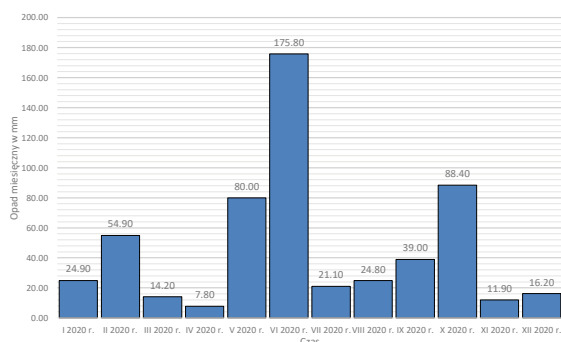
..... DOBRA PRAKTYKA

W przypadku braku zainstalowanych stacji meteorologicznych, analizy danych ogólnych można wykonywać w oparciu o dane pozyskane od podmiotów zewnętrznych. W Radomiu były to między innymi dane pochodzące z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Lotniska Radomskiego, Radomskiego Lotniska Wojskowego oraz z prywatnych stacji meteorologicznych.

Najbardziej interesujące z punktu widzenia bieżących prac adaptacyjnych były pomiary w czasie rzeczywistym temperatury i opadów. Raporty z monitoringu **potwierdziły wzrostowy trend temperatur powietrza**. Na przytoczonym tu wykresie widzimy temperaturę średnią, minimalną i maksymalną zarejestrowaną na stacji ST1 w 2022 roku w odniesieniu do średniej temperatury z wielolecia dla miasta Radom.



Temperatura średnia, minimalna i maksymalna zarejestrowana na stacji „Sławno” w 2022 roku w odniesieniu do średniej temperatury z wielolecia dla miasta Radom



Opad miesięczny zarejestrowany na stacji „Sławno” w 2020 roku

Analiza rozkładu miesięcznych sum opadu w tej samej stacji wykazała, że **najwyższa suma opadu** miesięcznego w czasie trwania projektu wystąpiła w czerwcu 2020 roku i wyniosła 175.8 mm. Wyniki wszystkich stacji i lat potwierdzają również występowanie **długotrwałych okresów bezopadowych**, zwłaszcza wiosną, w miesiącach wakacyjnych, listopadzie i grudniu.



Stacja pomiarowa LIFERADOMKLIMA-PL - ST3
(fot. Uniwersytet Łódzki)

Prace wykonane w ramach monitoringu pozwoliły m.in. na przygotowanie materiału do kalibracji modelu numerycznego sieci hydrologicznej na terenie Radomia i prognozowania zmian dla przyszłych warunków temperatury i opadu. W połączeniu z danymi z przeprowadzonych kampanii pomiarowych (monitoring poziomów wody, temperatury i strumieni przepływów w wybranych przekrojach obliczeniowych) pozwoliły na określenie rzeczywistej retencyjności analizowanej zlewni oraz „reakcji zlewni na opad”. Zebrane i przeanalizowane dane opadowe zasilają **model numeryczny zlewni**.

Wyniki monitoringu **potwierdziły również wnioski z oceny podatności**, że najbardziej narażonym na skutki zmiany klimatu sektorem jest sektor wodny, w tym gospodarka wodami opadowymi i sektory narażone na skutki jej niedostosowania. Nieodnowione elementy szarej infrastruktury i niewystarczająca retencja zbiorników dodatkowo pogłębią problem miasta i będą narażać na częstsze zalewanie.

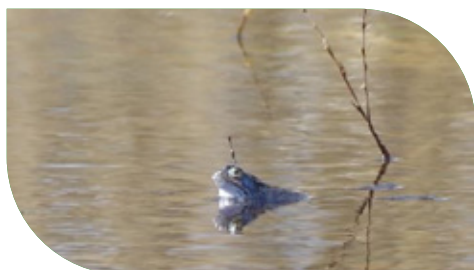
Monitoring hydrologiczny i właściwości fizyko-chemicznych wód

Monitoring parametrów fizykochemicznych wody przeprowadzono przed wprowadzeniem działań adaptacyjnych, w roku 2016, a następnie po zakończeniu działań adaptacyjnych, w roku 2021 i 2022. Monitoring prowadzono na 12 podstawowych stanowiskach. Po zakończeniu projektu objął on również dodatkowe 14 stanowisk uzupełniających, oceniających skuteczność funkcjonowania nowoutworzonych rozwiązań – małej BZI.

Monitoring hydrologiczny obejmował przeprowadzenie kampanii pomiarowej w zlewni hydrologicznej rzeki Mlecznej, w rejonie realizowanych działań adaptacyjnych. Zainstalowano urządzenia monitorujące poziom zwierciadła wody w zbiorniku Borki i w polderze na Cerekwiance. Prowadzono pomiary prędkości strumieni wody w wybranych przekrojach pomiarowych oraz powiązane z nimi pomiary natężenia przepływu wód w sieci hydrologicznej wykorzystując do tego celu urządzenia radarowe i ultradźwiękowe. Zrealizowane pomiary posłużyły kolejno do przeprowadzenia procesu kalibracji modelu matematycznego sieci hydrologicznej oraz wykonania dedykowanych analiz oceny skuteczności wdrożonych działań adaptacyjnych. Wdrożone na terenie Radomia ekohydrologiczne rozwiązania oparte na naturze przyczyniły się do zatrzymania w przestrzeni miasta ponad 60 000 m³ wód opadowych, zmniejszając zagrożenie powodziowe z 378,9 ha zalanych terenów miejskich w 2017 r. do 319,8 ha w 2022 roku.

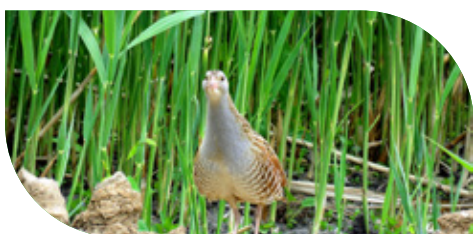
Monitoring różnorodności biologicznej

Poprawa warunków wilgotnościowych, tworzenie nawet najmniejszych zbiorników wodnych, zwłaszcza w warunkach „miejskich betonowych pustyń” zawsze wpływa korzystnie na zwiększenie różnorodności biologicznej, czyli różnorodności form życia. Woda jest niezbędna dla rozwoju zieleni miejskiej, wraz z nią pojawia się roślinność wilgociolubna i wodna oraz zwierzęta związane ze środowiskiem wodnym - bezkręgowce, płazy, ptaki i ssaki. Wszystkie te grupy były monitorowane w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL.



Żaba moczarowa (*Pelophylax lessonae*), samiec
(fot. Oskar Gross, FPP Enviro)

Po wykonaniu działań adaptacyjnych w dolinach rzecznych stwierdzono 9 gatunków płazów, w tym 5 gatunków zagrożonych w skali Unii Europejskiej (wymienionych w załączniku IV Dyrektywy Siedliskowej): żabę moczarową (*Rana arvalis*), żabę jeziorkową (*Pelophylax lessonae*), ropuchę zieloną (*Bufo viridis*), grzebiuszkę ziemną (*Pelobates fuscus*) i najrzadszy z nich - traszkę grzebieniastą (*Triturus cristatus*), występującą w rejonie Potoku Północnego. Ten ostatni gatunek udało się wykryć dzięki nowatorskiej metodzie badania DNA z próbek wody - tzw. DNA środowiskowego (EDNA).



Derkacz (*Crex crex*), samiec (fot. Robert Tęcza)

Podczas prowadzonych obserwacji wykazano na badanym obszarze występowanie 124 gatunków ptaków, w tym 15 gatunków wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej. Aż 13 z nich stwierdzono w okolicy działań adaptacyjnych prowadzonych w okolicy zbiornika Borki, były to m.in.: zimorodek (*Alcedo atthis*), bocian czarny (*Alcedo atthis*), derkacz (*Crex crex*), dzięcioł białoszyi (*Dendrocopos syriacus*), sokół wędrowny (*Falco peregrinus*), a nawet przybysza z dalekiej północy - nur czarnoszyi (*Gavia arctica*).

Stwierdzono występowanie kilkunastu cennych gatunków owadów. Do najciekawszych należą – chrząszcz zgniótek cynobrowy (*Cucujus cinnaberinus*) i motyl czerwończyk nieparek (*Lycaena dispar*). Są one chronione na mocy prawa krajowego i europejskiego. Ponadto wykazano na monitorowanych stanowiskach występowanie 23 gatunków ważek. Po raz pierwszy zaobserwowano tężnicę małą (*Ischnura pumilio*) – ważkę dotychczas nie stwierdzoną na terenie Radomia.



Czerwończyk nieparek (*Lycaena dispar*), samiec
– Potok Północny (fot. Marek Miłkowski)

W porównaniu z okresem sprzed rozpoczęcia projektu LIFE, liczba gatunków ryb zwiększyła się o 8. Łącznie wykazano obecność 26 gatunków ryb, w tym dwóch gatunków uwzględnionych także w Załączniku II Dyrektywy Siedliskowej: bolenia (*Leuciscus aspius*) i piskorza (*Misgurnus fossilis*).



Piskorz (*Misgurnus fossilis*) najcenniejszy gatunek ryby
stwierdzony w Radomiu (fot. Roman Kujawa)



Przędka pospolita (*Hippuris vulgaris*) w Climapond w przedszkolu klimatycznym w Radomiu (fot. Michał Maniakowski)

Bardzo ważną rolę spełniają małe obiekty BZI, a wśród nich najbardziej znaczącym wpływem na różnorodność biologiczną cechowały się nowopowstałe oczka wodne (Climapondy). Wprowadzone zostały w nich rośliny wodne m. in.: żabieniec - babka wodna (*Alisma plantago-aquatica* L.), strzałka wodna (*Sagittaria sagittifolia*), przędka pospolita (*Hippuris vulgaris*). W środowisku miejskim, gdzie dostęp do wody jest bardzo ograniczony, zbiorniki wodne są wykorzystywane przez ptaki, które chętnie piją z nich wodę i zażywają kąpeli latem. W bluszczu jednej z zielonych wiat przystankowych zagnieździł się kos (*Turdus merula*). Skorzystały również ssaki – przy Przedszkolu Publicznym nr 16, w okolicy Climapondy zdomowił się jeż (*Erinaceus roumanicus*).

Monitoring efektów projektu – poprawa jakości życia mieszkańców Radomia (badania ankietowe)

Świadomość społeczną i instytucjonalną w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu budowano poprzez działania edukacyjne. Aby ocenić ich wpływ, przeprowadzono badanie ankietowe na próbie ok. 500 pełnoletnich mieszkańców Radomia na początku i pod koniec projektu.

Wyniki ankiet przeprowadzonych na początku realizacji projektu pokazały, że blisko połowa mieszkańców obawia się o stan środowiska naturalnego w mieście. Obawy te najczęściej związane są ze złą jakością powietrza oraz skutkami długotrwałych upałów (m.in. susza, niedobory wody), skokami temperatur i tworzeniem się miejskiej wyspy ciepła, czy zanieczyszczeniem rzek i zbiorników wodnych. W ocenie badanych mniejszym zagrożeniem były lokalne podtopienia. Badanie wskazywało natomiast, że istotnym problemem – zdaniem mieszkańców – była zbyt mała ilość infrastruktury zielonej w granicach miasta oraz miejsc, w których można byłoby się schronić przed skutkami długotrwałych upałów.

Po realizacji projektu LIFE zdecydowana większość mieszkańców Radomia uznaje zmianę klimatu za poważny problem, który powinien stać się podstawą polityki miasta. Zdecydowanie zwiększył się odsetek Radomian deklarujących omawiane wyżej obawy, co może wynikać wprost ze wzrostu poziomu świadomości ekologicznej lokalnej społeczności. Mieszkańcy odczuli poprawę jakości życia w mieście w aspekcie zarządzania wodami opadowymi. Obecnie odsetek mieszkańców obawiających się skutków wzmożonych opadów, burz, podtopień i powodzi jest mniejszy niż w 2016 r. Osoby zamieszkujące obszary bezpośrednio narażone na skutki zmian klimatu wyraźnie rzadziej niż pozostali respondenci obawiają się, że w przyszłości mogą doświadczyć lokalnych podtopień (np. zalania piwnic). Poprawa nastąpiła także w aspektach zamieniania się ulic i chodników w rwące potoki w czasie wzmożonych opadów, przepełnionych/wylewających studzienek kanalizacyjnych, czy zanieczyszczonych/niedrożnych ich wlotów. W ostatnich latach wzrósł odsetek mieszkańców niedoświadczających tych zjawisk. 80% mieszkańców doceniło także użyteczność powiększenia pojemności miejskiego zbiornika Borki i budowy nowego zbiornika na Potoku Północnym.



Ilustracja z materiałów edukacyjnych



Tablice edukacyjne przy Przedszkolu nr 11 (fot. Archiwum projektu)

! KROK 9

Budowanie społecznego potencjału do adaptacji

Projekt położył ogromny nacisk na prowadzenie działań informacyjno-promocyjnych. Obejmowały one między innymi: prowadzenie strony internetowej i profilu FB projektu; montaż tablic informacyjnych w miejscach realizacji projektowych; tworzenie sieci z innymi projektami i organizacjami; organizację konferencji rozpoczynającej i zamykającej projekt; współpracę z innymi projektami LIFE zajmującymi się aspektami adaptacji do zmian klimatu; wyjazdy studyjne do Danii, Niemiec i Holandii; organizację eventów promocyjnych, wytwarzanie i dystrybucję materiałów promocyjno-informacyjnych; konkursy tematyczne dla szkół; warsztaty w placówkach oświatowych; opracowanie, wykonanie i dystrybucję materiałów audiowizualnych o projekcie; opracowanie planu działań kontynuujących zdobycze i rezultaty projektu.



Wizyta terenowa Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa (fot. Gmina Miasta Radomia)

Współpraca z grupami profesjonalistów

Dzięki projektowi LIFERADOMKLIMA-PL do głównego nurtu planowania przestrzennego miasta włączono działania adaptacyjne do zmiany klimatu oraz zwiększono wiedzę na temat świadomego podejmowania decyzji na szczeblu lokalnym poprzez m.in. grupy robocze. Organizowano również spotkania dla grup profesjonalistów i wyjazdy techniczne dla studentów polskich i zagranicznych.



Współpraca z organizacjami pozarządowymi (fot. Gmina Miasta Radomia)

Współpraca z organizacjami pozarządowymi

Projekt z różną intensywnością i w różnych okresach współpracował z ośmioma organizacjami pozarządowymi: Bractwo Rowerowe, Towarzystwo Ziemi Radomskiej, Klub Przyrodników Ziemi Radomskiej, Fundacja Sendzimira, Stowarzyszenie Zielona Akcja Reaktywacja, Stowarzyszenie Orzeł i Reszka, Liga Ochrony Przyrody, Stowarzyszenia Radomianie dla Demokracji.



Spotkania z dziećmi z radomskich szkół w ramach działań edukacyjnych (fot. Gmina Miasta Radomia)

Współpraca ze szkołami

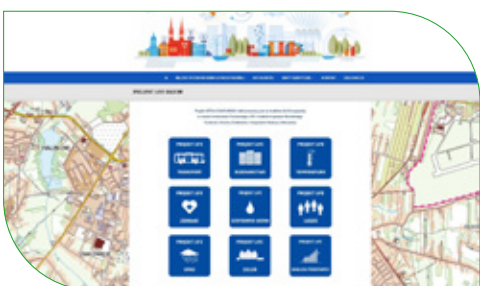
W trakcie realizacji projektu przeprowadzono 5 edycji konkursu plastycznego wśród uczniów klas 4-6, w gimnazjach i szkołach średnich publicznych placówek oświatowych miasta Radomia. Wzięło w nim udział 396 uczniów. Teren szkół to doskonałe miejsce do pogłębionej edukacji ekologicznej. Dlatego też część działań adaptacyjnych w zakresie małej BZI była wdrażana na terenie szkół średnich, podstawowych i przedszkoli. Przygotowano materiały edukacyjne do przeprowadzenia zajęć dla przedszkolaków, które wykorzystano na otwarciu „Klimatycznego Przedszkola nr 16 w Radomiu” i udostępniono nauczycielom.



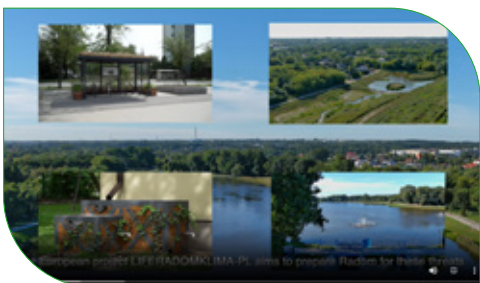
Event „Wczuj się w klimat” (fot. Gmina Miasta Radomia)



life.radom.pl



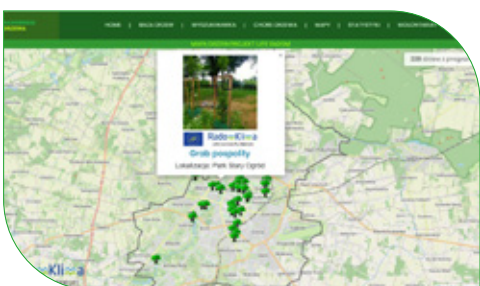
gis.umradom.pl/life_radom_mapy.html



Kadr z filmu o projekcie (life.radom.pl)



Konferencja ECOCITY (fot. Gmina Miasta Radomia)



drzewa.radom.pl

Budowanie świadomości wśród społeczeństwa

Dla mieszkańców Radomia organizowano wiele imprez tematycznych m.in. „Wczuj się w klimat” 2019 r., „Piknik Rodzinny” 2019 r., „Koncert z Klimatem” 2018 r., konkursy plastyczne np.: „EKO MIASTO” 2020 r., czy „Skutki zmian klimatu” 2019 r.

Gra edukacyjna

Gra edukacyjna może być wykorzystana zarówno przez szkoły jak i wszystkie zainteresowane osoby. Jest dostępna na stronie projektu i pozwala zaprojektować własne miasto odporne na zmianę klimatu.

Platforma interaktywna

Platforma interaktywna umieszczona na stronie internetowej projektu upowszechnia wyniki i pełni rolę edukacyjną. Platforma udostępnia mieszkańcom mapy Radomia wskazujące obszary wrażliwe na zmiany klimatu. Funkcjonuje w oparciu o opracowaną w projekcie metodologię oceny wrażliwości oraz zdolności adaptacji przestrzeni miejskiej do zmiany klimatu.

Filmy

Zrealizowano 12 krótkich filmów o projekcie oraz małych i dużych wdrożeniach BZI w Radomiu. Wszystkie filmy dostępne są na stronie projektu: www.life.radom.pl. Ponadto opublikowano ponad 50 komunikatów w lokalnych i ogólnopolskich gazetach oraz czasopismach branżowych – część z nich jest również dostępna na stronie projektu i w zasobach internetowych.

Konferencje

W ramach projektu zorganizowano dwie międzynarodowe konferencje – pierwszą w kwietniu 2016 roku, z okazji rozpoczęcia i drugą w listopadzie 2022 roku, z okazji zakończenia projektu. Wyniki projektu były prezentowane na 52 konferencjach krajowych i międzynarodowych, między innymi w Belgii, Czechach, Francji, Hiszpanii, Niemczech, Portugalii, Polsce, Wielkiej Brytanii i wielu innych krajach. W trakcie spotkań krajowych i międzynarodowych rozprowadzono ponad 9000 materiałów drukowanych o działaniach projektowych.

Radomskie Drzewa

Ze środków projektu LIFERADOMKLIMA-PL sfinansowano zakup sadzonek 513 drzew i 191 krzewów, które zostały posadzone lub były rozdawane przy okazji różnych wydarzeń informacyjno-promocyjnych. Posadzone drzewa zostały zdigitalizowane w ramach akcji Radomskie Drzewa przez Stowarzyszenie Zielona Akcja Radom i umieszczone w bazie drzew na stronie drzewa.radom.pl.

KROK 10

Replikacja i rozpowszechnianie wiedzy, doświadczeń i rozwiązań BZI

Rozwiązania projektu mają ogromny potencjał pod względem możliwości ich replikacji. Produkty takie jak ocena podatności na zmianę klimatu, kompleksowe podejście do wielopoziomowego terytorialnego zarządzania wodą opadową, narzędzia GIS na platformie interaktywnej, interaktywna gra edukacyjna i demonstracyjna błękitno-zielona infrastruktura są udostępnione wszystkim zainteresowanym. Wiedza i doświadczenie wygenerowane w projekcie już stały się podstawą do realizacji kolejnych projektów adaptacyjnych w ramach mechanizmu finansowego LIFE.

74

JUŻ TERAZ REALIZOWANE SĄ DWA PROJEKTY LIFE CZERPIĄCE Z DOŚWIADCZEŃ LIFERADOMKLIMA-PL. SĄ TO:

(1) IP LIFE PL PILICA BASIN CTRL: IMPLEMENTATION OF RIVER BASIN MANAGEMENT PLAN IN THE VISTULA BASIN ON THE EXAMPLE OF PILICA RIVER CATCHMENT (IMPLEMENTED IN THE PILICA CATCHMENT IN POLAND)

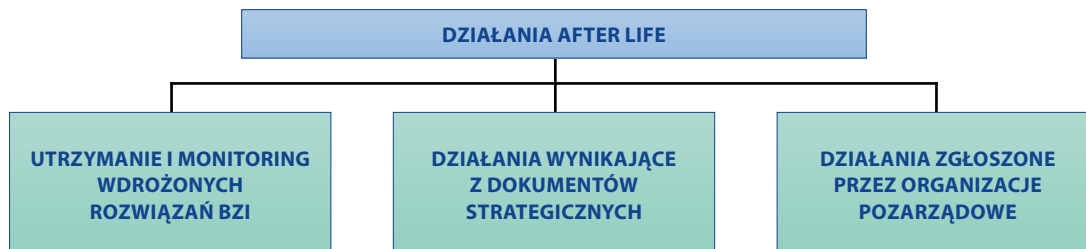


(2) LIFECOOLCITY (LIFE21-CCA-PL, PROJECT 101074553): USE OF REMOTE SENSING FOR MANAGEMENT OF BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE IN THE PROCESS OF CITY ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE (IMPLEMENTED IN THE CITY OF WROCŁAW AND REPLICATED TO 10 000 OTHER CITIES IN EUROPE)



Działania After LIFE

Działania adaptacyjne w Radomiu nie zakończyły się wraz z końcem projektu. Są i będą one kontynuowane w ramach planu „After LIFE” i będą obejmowały trzy główne grupy działań.



Utrzymanie i monitoring wdrożonych rozwiązań BZI

Część działań wynika z konieczności utrzymania wdrożonych rozwiązań, w tym demonstracyjnych rozwiązań BZI i zapewnienia ich właściwego funkcjonowania po zakończeniu realizacji. Ta grupa działań jest bezpośrednio powiązana z wdrożeniami wykonanymi w projekcie. Przewiduje się również kontynuację monitoringu efektów projektu i rozpowszechnianie wypracowanych rozwiązań poprzez szereg przedsięwzięć edukacyjnych, promocyjnych i naukowych w Polsce i za granicą. Dla wszystkich działań okres założony w After LIFE planie to 5 lat po zakończeniu projektu. Działania finansowane będą ze środków własnych beneficjentów jak również, w miarę możliwości, przy wykorzystaniu środków zewnętrznych, szczególnie przy replikowaniu rozwiązań projektowych w zakresie dużych i małych BZI w celu zagospodarowaniu wód opadowych na terenie miasta.

Działania wynikające z dokumentów strategicznych

Część doświadczeń projektowych będzie wdrażana w innych obszarach miasta niż te objęte działaniami demonstracyjnymi w ramach realizacji LIFERADOMKLIMA-PL. Działania te wynikają z obowiązujących i przygotowywanych dokumentów strategicznych Miasta Radomia:

- Koncepcji Programu Rozwoju Terenów Zieleni Radomia (PRTZ) i
- Planu Adaptacji do zmian klimatu miasta Radomia do roku 2030 (MPA).

Uwzględniają one między innymi działania adaptacyjne na obszarach wrażliwych wskazanych przez ocenę podatności Radomia na zmianę klimatu i obejmują dalsze wdrażanie małej BZI w części centralnej miasta i dużej BZI na jego częściach peryferyjnych. Wdrażanie tych strategii będzie wymagało zaangażowania wielu podmiotów: wydziałów Urzędu Miejskiego, jednostek miejskich, spółek, stowarzyszeń, organizacji, mieszkańców. Za monitoring i wdrażanie odpowiedzialny będzie Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa Urzędu Miejskiego. Z uwagi na obszerny zakres zadań zaplanowanych do realizacji, pracochłonność i złożoność oraz konieczność zabezpieczenia (pozyskania) znacznych środków finansowych realizacja przewiduje horyzont czasowy 2023- 2034. Podstawowym źródłem finansowania będzie budżet gminy. W przypadku zabezpieczenia środków niezbędnych jako „wkład własny” będzie możliwość o ubieganie się o fundusze ze środków Unii Europejskiej, krajowych i regionalnych instrumentów.

Potrzeby działań zgłoszone przez organizacje pozarządowe

W trakcie spotkań projektowych z organizacjami pozarządowymi oraz przedstawicielami mieszkańców zgłoszono szereg potrzeb wpisujących się w kontynuację działań realizowane w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL. Mają one na celu przede wszystkim wzmacnianie kapitału naturalnego miasta i jego różnorodności biologicznej oraz aktywizację mieszkańców. After Life plan uwzględnia również te potrzeby, zwłaszcza zgłaszane przez organizacje pozarządowe.

W grudniu 2022 r. miasto Radom, dzięki efektom projektu LIFERADOMKLIMA-PL, zostało docenione na arenie międzynarodowej. Miasto zostało włączone do Globalnej Sieci Ekohydrologicznych Projektów Demonstracyjnych Międzyrządowego Programu Hydrologicznego UNESCO (UNESCO-IHP)

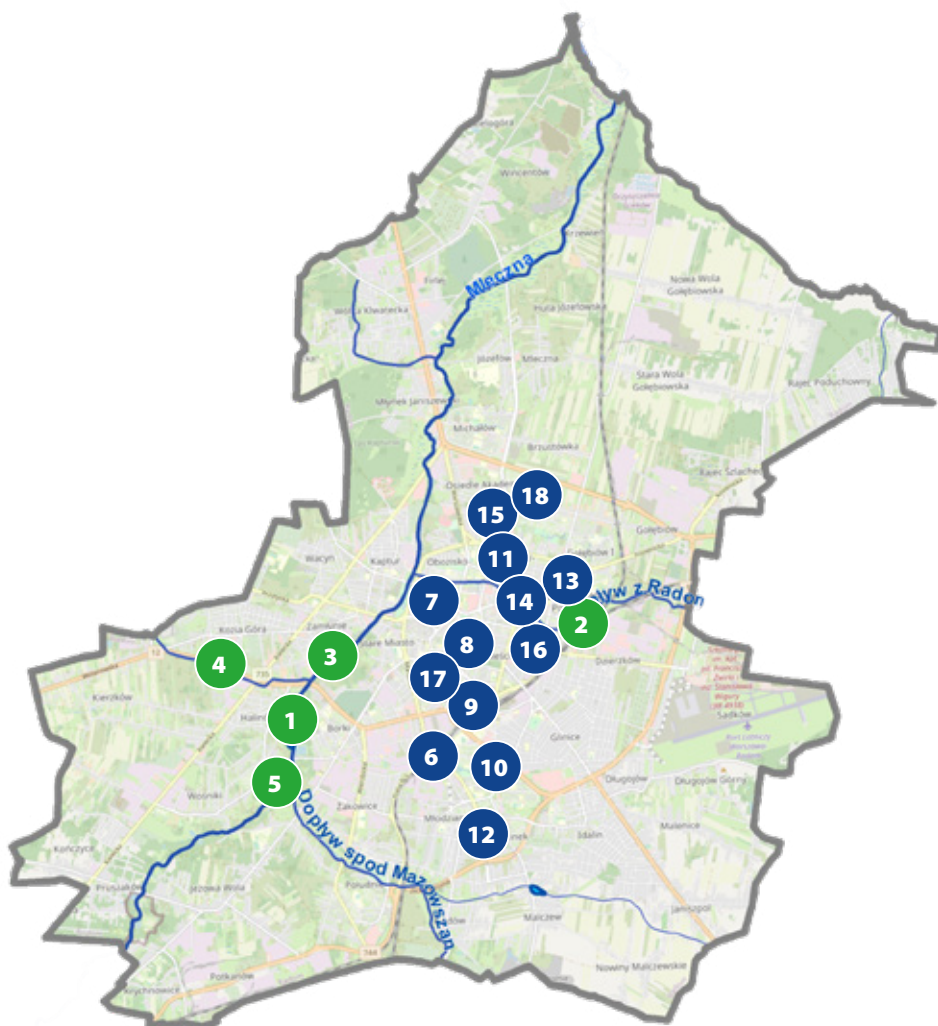


PROJEKT LIFERADOMKLIMA-PL

Radom, jako pierwsze miasto w Polsce, już od 2015 roku realizuje wdrożeniowy projekt dotyczący adaptacji miasta do antropogenicznej zmiany klimatu. Projekt o nazwie „Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia” (LIFERADOMKLIMA-PL, LIFE14 CCA/PL/000101) jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Programu LIFE oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Działania adaptacyjne
podejmowane w projekcie
LIFERADOMKLIMA-PL:



Duża BZI (błękitno-zielona infrastruktura):

1. Adaptacja zbiornika Borki i stawów kolmatacyjnych
2. Budowa zbiornika wielofunkcyjnego na rzece Potok Północny wraz z sekwencyjnym systemem sedimentacyjno – biofiltracyjnym (SSSB) (pomiędzy ulicą Olsztyńską, a torami PKP)
3. Remeandryzacja rzeki Mlecznej (przy bulwarach nad Mleczną)
4. Poldery zalewowe na rzece Cerekwiance (przy ulicy NSSZ Solidarność – za Rondem Jana Łaskiego)
5. Kanał A0 i SSSB na rzece Mlecznej powyżej zbiornika Borki (przy ul. Suchej)

Mała BZI (błękitno-zielona infrastruktura):

6. Climapond Przedszkole Publiczne Nr 16 (ul. Grenadierów 3)
7. Zielone wiaty przystankowe (ul. Struga vis a vis Galerii Słonecznej)
8. Ogród deszczowy – Przedszkole Publiczne Nr 4 (ul. Jana Kilińskiego 23)
9. Ogród deszczowy i Climapond – Przedszkole Publiczne Nr 11 (ul. Kościuszki 10)
10. Climapond – Publiczna Szkoła Podstawowa Nr 11 (ul. Gagarina 19)
11. Niecki chłonne (Plac Bema/ Jasińskiego)
12. Ogrody deszczowe - Dom Pomocy Społecznej (ul. Wyścigowa 16)
13. Ogrody deszczowe - Dom Pomocy Społecznej (ul. Struga 88)
14. Zielona wiata rowerowa - RCS przy (ul. Struga 63)
15. Ogrody deszczowe i Climapond - XI LO (ul. 11 Listopada 27)
16. Niecka drzewna i Zielona wiata rowerowa - Publiczna Szkoła Podstawowa Nr 33 (ul. Kolberga 5)
17. Climapond i Zielona wiata rowerowa - III LO (ul. Traugutta 44)
18. Climabox kompozytowy - Miejski Ośrodek Kultury Amfiteatr (ul. Daszyńskiego 5)

Projekt jest realizowany przez:

wraz z partnerami:



Więcej o projekcie: www.life.radom.pl