



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



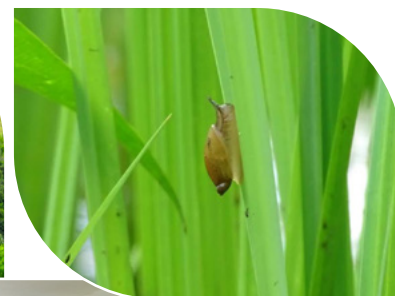
LIFE14 CCA/PL/000101

RadoKlima

LIFERADOMKLIMA-PL

RAPORT LAIKA projektu

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



Radom
siła w precyzji

 **wodociągi
miejskie**

 **UNIWERSYTET
ŁÓDZKI**

 **FPP
ENVIRO**



Spis treści:

1.	Projekt LIFE w Radomiu 2015-2020	3
2.	Radom – charakterystyka miasta	4
3.	Dlaczego Radom potrzebuje działań adaptacyjnych	4
4.	Miasta a zmiana klimatu	5
5.	Ocena podatności na zmiany klimatu	6
6.	Błękitno-Zielona Infrastruktura	8
7.	Poprawa jakości wody	19
8.	Zwiększenie bezpieczeństwa powodziowego i przeciwdziałanie suszom	20
9.	Ochrona bioróżnorodności	22
10.	Zwiększenie świadomości	23

1. Informacje o Projekcie

1.1. Dane projektu

Nr projektu: LIFE14CCA/PL/000101

Tytuł: Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia.
/ Adaptation to climate change through sustainable management of water in the urban area in Radom City.

Akronim: LIFERADOMKLIMA-PL

Wnioskodawca i Beneficjent Koordynujący:
Gmina Miasta Radomia

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

Lokalizacja projektu:
Gmina Miasta Radomia, województwo mazowieckie, Polska

Okres realizacji projektu:
16/07/2015 – 31/12/2022

Budżet projektu: 24 291 746 PLN

Dofinansowanie z Komisji Europejskiej: 12 207 760 PLN

Dofinansowanie z NFOŚiGW:
6 494 305 PLN



www.life.radom.pl/pl

Cele projektu:

- ➔ Zwiększenie odporności klimatycznej Miasta Radomia poprzez budowę demonstracyjnej „błękitno-zielonej infrastruktury”
- ➔ Poprawa jakości życia mieszkańców Radomia poprzez generowanie korzystnego mikroklimatu w przestrzeni miejskiej
- ➔ Integracja i zwiększanie różnorodności biologicznej we wszystkich działaniach projektu
- ➔ Włączenie adaptacji do zmiany klimatu do planowania przestrzennego
- ➔ Podnoszenie świadomości i budowanie zdolności w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu poprzez zagospodarowanie wody opadowej
- ➔ Wymiana doświadczeń i wiedzy eksperckiej w zakresie roli błękitno-zielonej infrastruktury w przestrzeni miejskiej i w adaptacji do zmian klimatu

2. Radom – charakterystyka miasta

Radom jest miastem na prawach powiatu położonym w centralno-wschodniej Polsce nad rzeką Mleczną. Jest drugim co do wielkości miastem województwa mazowieckiego, w 2020 roku liczba mieszkańców wynosiła ponad 209 tys.. Gmina Miasta Radomia jest prężnie rozwijającą się gminą w myśl hasła „Radom – siła w precyzji”. Radom jest jednym z pierwszych miast w Polsce, które kompleksowo zajęło się wdrażaniem rozwiązań z zakresu zintegrowanej gospodarki wodnej i błękitno-zielonej infrastruktury jako metodą na przystosowanie do zmiany klimatu, realizując w latach 2015-2022 projekt LIFEARDOMKLIMA-PL. To pierwszy projekt demonstracyjny w Polsce wdrażający działania adaptacyjne kompleksowo, systematycznie i w skali całego miasta.



3. Dlaczego Radom potrzebuje działań adaptacyjnych

Wysoka temperatura i brak opadów powodują wysychanie roślinności, zwłaszcza roślinności miejskiej – w parkach, skwerach, ogrodach. Wysychają również niewielkie oczka wodne, zmniejsza się poziom wód w rzekach i strumieniach, pogarsza się jakość wody i przyrody. Zbiornik Borki – miejsce rekreacji mieszkańców Radomia i okolic, często w okresie letnim doświadcza zakwitów sinic, uniemożliwiających korzystanie z kąpiel. Fale upałów są coraz trudniejsze do zniesienia przez mieszkańców. Efekt ten jest spotęgowany przez wybetonowanie i ciasną zabudowę przestrzeni miejskiej. Z drugiej strony przez zmiany klimatyczne częściej dochodzi do ekstremalnych zjawisk pogodowych takich jak intensywne opady i silne wiatry, skutkujące podtopieniami, uszkodzeniami drzew, budynków, samochodów. Uregulowane, wyprostowane cieki z zabudowanymi dolinami - takie jak rzeka Mleczna czy Potok Północny - szybko reagują na opad deszczu i wylewają w sposób niekontrolowany na zagospodarowane obszary miasta, powodując straty materialne. Kanalizacja deszczowa w trakcie ekstremalnych opadów jest przeciążona.



Podtopienia ze strony rzek w Radomiu (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)

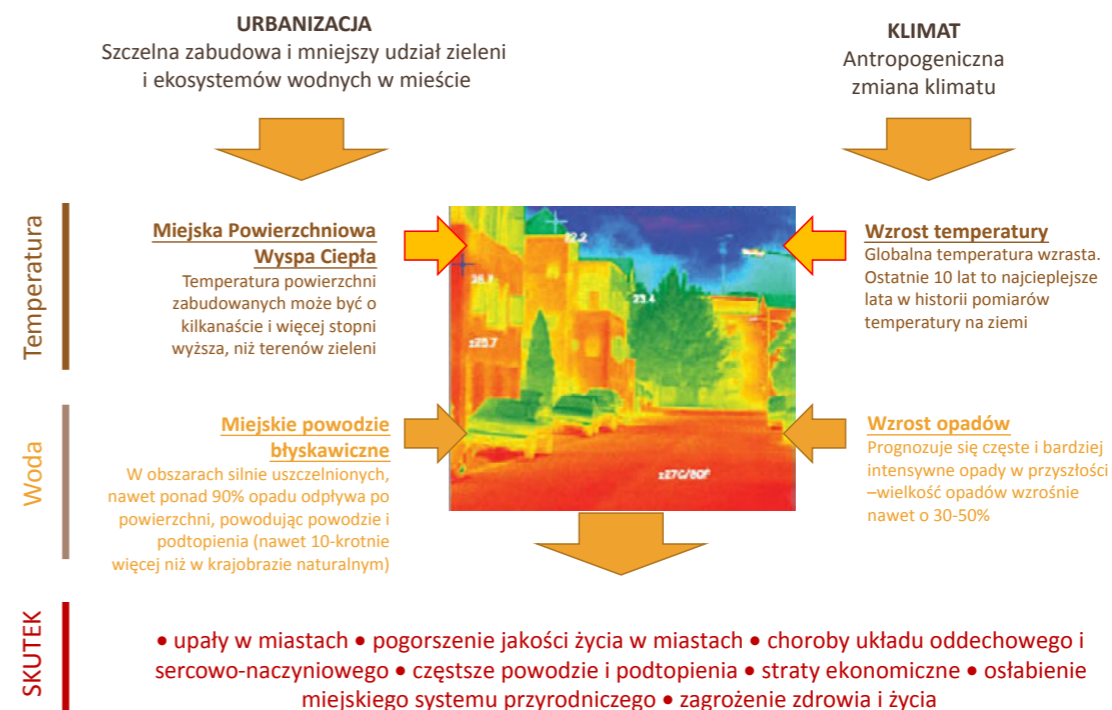


Wyschnięte koryto rzeki Mlecznej (fot. Wodociągi Miejskie w Radomiu)

4. Miasta a zmiana klimatu

W ostatnim dziesięcioleciu (2011-2020) globalna temperatura powierzchni Ziemi była około 1,1°C wyższa niż sto – sto pięćdziesiąt lat wcześniej. To, pozornie niewielkie, ocieplenie jest przyczyną nasilania się wielu zjawisk katastrofalnych, takich jak ekstremalne upały, intensywne opady, susze, powodzie i inne. Jeśli proces globalnego ocieplenia będzie się nasilał, zjawiska katastrofalne będą występować coraz częściej i z coraz większą intensywnością.

Specyficzny klimat miasta, powstający w wyniku zastępowania naturalnego krajobrazu zabudową miejską, dodatkowo potęguje skutki zmian klimatycznych. Zwiększająca się ilość uszczelnionych nawierzchni (ulice, chodniki itp.) oraz zmniejszający się udział terenów biologicznie czynnych (różnorodne formy zieleni, rzeki itp.) powodują zwiększenie temperatury wewnątrz miasta (tzw. miejska wyspa ciepła) i ryzyka wystąpienia podtopień i powodzi.



5. Ocena podatności na zmiany klimatu

Negatywny wpływ globalnego ocieplenia jest odczuwalny we wszystkich miastach, również w Radomiu.

Aby ocenić w jakim stopniu konkretne miasto jest narażone na skutki zdarzeń katastrofalnych, wykonuje się tzw. ocenę podatności. Ocena podatności informuje o tym, które z sektorów gospodarczych lub obszarów przestrzennych miasta są szczególnie narażone na negatywne oddziaływanie zmian klimatu. Na późniejszym etapie, jest również podstawą do skutecznego planowania działań adaptacyjnych.

Ocena podatności dla Radomia została wykonana zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Środowiska.

W dokumencie postawiono następujące pytania:



Wyniki oceny podatności dla Radomia wykonanej w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL dostępne są na stronie projektu w postaci platformy interaktywnej:

gis.umradom.pl/life_radom_mapy.html

W ocenie podatności dla Radomia wykorzystano dwa scenariusze emisji: Umiarkowany scenariusz RCP4.5 zakładający podjęcie działań ograniczających emisje CO2 oraz pesymistyczny scenariusz RCP8.5 zakładający wysokie emisje i największe zmiany średniej temperatury powierzchni Ziemi.

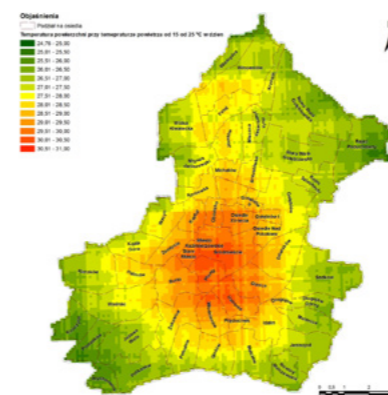
Wszystkie wykonane dla Radomia prognozy wskazują na:

- ➔ dalsze ocieplenie klimatu – wzrost średnich temperatur powietrza latem i zimą, wzrost temperatur ekstremalnych, wzrost ilości, długości i częstotliwości występowania fal ciepła i fal upałów;
- ➔ zmianę rozkładu opadów – wzrost ilości opadów, zwłaszcza w okresie zimowym, oraz wzrost intensywności opadów i częstotliwości występowania opadów o dużym natężeniu, zwłaszcza w okresie letnim,
- ➔ większe zagrożenie suszą – zwłaszcza w okresie letnim,
- ➔ mniej śniegu i dni chłodnych – zmniejszenie liczby dni w ciągu roku z opadami śniegu i liczby dni z pokrywą śnieżną.

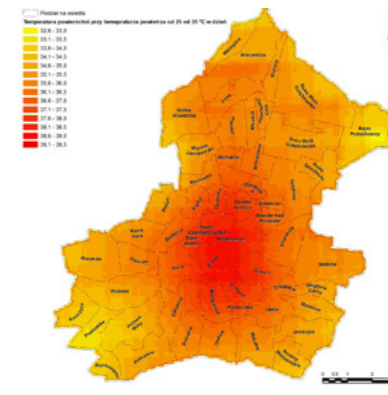
W przypadku realizacji pesymistycznego scenariusza emisji RCP8.5 należy spodziewać się bardziej intensywnych zmian niż przy realizacji scenariusza RCP4.5.

Kluczowe wyzwania klimatyczne dla Radomia to wzrastające temperatury oraz podtopienia w wyniku intensywnych opadów.

Analizy zdjęć satelitarnych pokazały, że najwyższe temperatury powierzchni w Radomiu występują w centrum miasta tam, gdzie znajduje się najwięcej zwartej zabudowy, a najmniej terenów związanych z wodą i zielenią. Zjawisko takie nazywamy miejską powierzchnią wyspą ciepłą.



Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 15°C do 25°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).



Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 15°C do 25°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).

Wysokie temperatury negatywnie oddziałują na mieszkańców miasta. W trakcie fal upałów zwiększa się ryzyko przegrzania organizmu i odwodnienia, może wystąpić zmęczenie i spadek samopoczucia. U osób z grup szczególnie wrażliwych, zwłaszcza u osób z chorobami układu krążenia i osób starszych, mogą zaobserwować się objawy chorobowe. Przesuszone miejskie powietrze, zwłaszcza w wysokich temperaturach, może zaostrzać objawy astmy oskrzelowej i alergii. Szczególną uwagę trzeba zwrócić na dzieci i osoby samotne, które mogą nie dostrzegać lub nie być w stanie samodzielnie poradzić sobie z objawami przegrzania.

Z drugiej strony pojawiające się intensywne opady deszczu mogą powodować zwiększenie ryzyka wystąpienia powodzi ze strony rzek. Analizy wykonane w ocenie podatności wskazują, że w roku 2016 podtopionych było ok. 430 ha na terenie Radomia. W roku 2050 powierzchnia ta dla opadu o tym samym prawdopodobieństwie i czasie trwania może w wyniku zmiany klimatu wzrosnąć o ponad połowę i wynieść 682 ha.

W Radomiu za najbardziej narażone na podtopienia należy uznać obszary położone wzdłuż rzeki Mlecznej i jej dopływów: Potoku Północnego, Strumienia Halinowskiego, Potoku Malczewskiego, Potoku Gołębiowskiego i Strumienia Godowskiego.



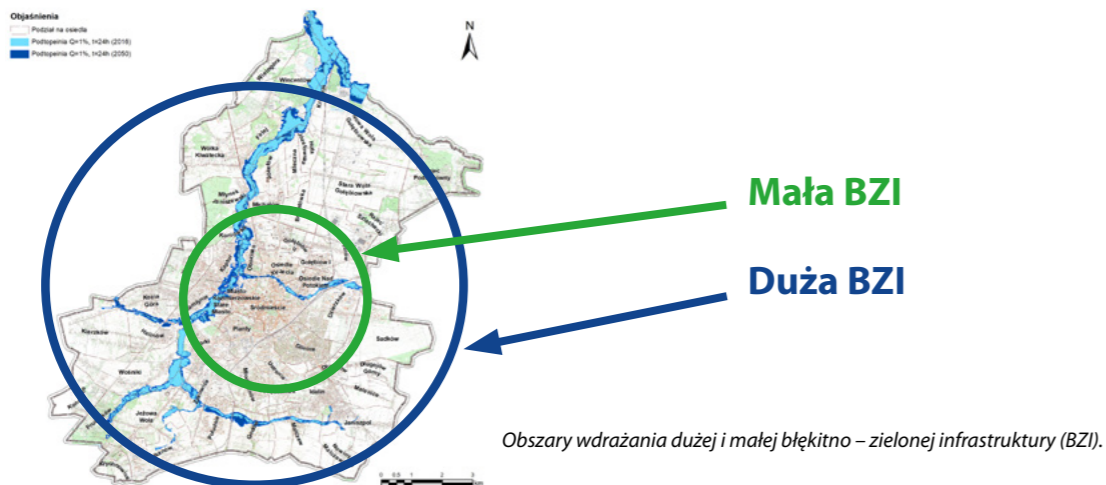
Utrzymująca się wysoka temperatura i brak opadów powodują w miastach wysychanie roślinności, zwłaszcza roślinności urządzonej. Ten negatywny wpływ można do pewnego stopnia łagodzić przez miejscowe zatrzymywanie wody opadowej na terenach zieleni.

Plac Jagielloński w Radomiu – fale upałów w lipcu 2019 roku (fot. FPP Enviro)

6. Błękitno-Zielona Infrastruktura (BZI)

Podstawą do adaptacji przestrzeni miejskiej do zmiany klimatu jest poprawne funkcjonowanie tzw. błękitno-zielonej infrastruktury (BZI). Składają się na nią wszystkie obszary związane z zielenią miejską, wodą powierzchniową oraz różne rozwiązania zatrzymujące wodę opadową w miejscu wystąpienia opadu.

W ramach projektu opracowano i wdrożono demonstracyjną błękitno-zieloną infrastrukturę na dwóch poziomach miasta: na poziomie zlewni rzek doprowadzających wody spoza miasta (duża błękitno-zielona infrastruktura - duża BZI), gdzie zwiększano pojemność retencyjną dolin rzecznych, by złagodzić ekstremalne przepływy, przy jednoczesnym tworzeniu siedlisk dla różnorodności biologicznej oraz w obszarach centralnych miasta (mała błękitno-zielona infrastruktura - mała BZI), gdzie zatrzymywano i zagospodarowano wodę opadową dla złagodzenia podtopień ze strony obszarów uszczelnionych miasta, tym samym łagodząc skutki suszy miejskiej.



8

Wdrożenia wykonane w Radomiu w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL pokazują, jak ograniczyć problem powodzi zwiększając retencję dolinową wód opadowych napływających do miasta systemami rzeczny. Zalew Borki wraz ze stawami kolmatacyjnymi zatrzymują prawie 30 tys. m³ wody napływających po opadach rzeką Mleczną do Radomia. Z kolei polder zalewowy skonstruowany na rzece Cerekwiance posiada zdolność przejścia do 17 tys. m³ wód transportowanych rzeką do miasta po intensywnych opadach. Wielofunkcyjny obszar stworzony na Potoku Północnym umożliwia zatrzymanie 11 tys. m³ wody opadowej płynącej rzeką.

Łącznie wprowadzone systemy są w stanie ograniczyć ilość napływającej do centrum miasta o prawie 60 tys. m³, zapobiegając podtopieniom wielu części miasta. Wykonana w centrum miasta remeandryzacja rzeki Mlecznej wraz z narzutami kamiennymi spowalnia przepływ wód i zwiększa jej retencję w dolinie. Uzupelnieniem łagodzenia skutków zmian klimatu są „Małe BZI”, które zrealizowano w zabudowanym centrum miasta. Mają one za zadanie zatrzymywanie wód opadowych w miejscu wystąpienia opadu. Mapa wszystkich inwestycji znajduje się na ostatniej stronie raportu.

W ramach projektu **RadoKlima** zrealizowano zadania z zakresu Dużej BZI:

- ➔ Adaptacja zbiornika Borki i stawów kolmatacyjnych do zmian klimatu
- ➔ Przebudowa kolektora deszczowego A0
- ➔ Budowa zbiornika wielofunkcyjnego na rzece Potok Północny
- ➔ Renaturyzacja i adaptacja rzeki Mlecznej do zmian klimatu
- ➔ Budowa polderu zalewowego na rzece Cerekwiance.

DUŻA BZI – ADAPTACJA ZBIORNIKA BORKI I STAWÓW KOLMATACYJNYCH DO ZMIAN KLIMATU

Zbiornik Borki stanowi miejsce rekreacji dla mieszkańców Radomia i okolic. W północno-wschodniej części zalewu znajduje się plaża i molo. Pozostała część linii brzegowej zbiornika porośnięta jest roślinnością wodną, głównie trzciną i pałą oraz sitem. Stosunkowo duża powierzchnia zbiornika sprawia, że spotkać tu można liczne gatunki ptaków wodno-błotnych. Ze względu na pogarszającą się jakość wód, głównie spowodowaną dopływem nieoczyszczonych wód burzowych odwadniających Radom, w okresie letnim obserwowane były w zbiorniku zakwity sinic – ich pojawianie może powodować powstawanie zatruc, przejściowe zaburzenia żołądkowe, jelitowe i wątrobowe. Dodatkowo, pojawiający się czasowo niski poziom wody uniemożliwiał korzystanie ze zbiornika i nasilał problemy z jej jakością.

Przebudowa **stawów kolmatacyjnych** zbiornika Borki miała zapewnić skuteczne doczyszczanie wód poprzez zastosowanie naturalnych procesów sedymentacji zawiesiny transportowanej rzeką, wydłużenie drogi przepływu oraz zastosowanie naturalnych procesów filtracyjnych i adsorpcyjnych dzięki wykorzystaniu struktur dolomitowych. Powodują one zwiększenie efektywności usuwania fosforu z wody i poprawę jej właściwości fizycznych w wyniku procesu napowietrzania wód.



Zbiornik Borki i stawy kolmatacyjne (fot. archiwum projektu)

9

Cele zadania:

- ➔ zapewnienie korytarza ekologicznego do migracji organizmom wodnym poprzez budowę przepławki,
- ➔ usunięcie osadów z dna zbiornika Borki,
- ➔ poprawa jakości wody dopływającej do zbiornika poprzez zwiększenie zdolności podczyszczającej stawów kolmatacyjnych w celu obniżenia stężenia azotu i fosforu odpowiedzialnych za formowanie się glonów i sinic w wodzie,
- ➔ zwiększenie pojemności retencyjnej stawów kolmatacyjnych poprzez usunięcie osadów dennych i przebudowę jazu kozłowego,
- ➔ zachowanie miejsc siedliskowych dla organizmów bytujących w zbiornikach kolmatacyjnych,
- ➔ regulacja przepływu wód do zbiornika Borki w celu zmniejszenia zagrożenia powodziowego.

Wykonano:

- ➔ przebudowę jazu głównego, która zapewniła dodatkową 20-centymetrową retencję wód opadowych w czaszy zbiornika, pozwalającą na zmniejszenie ilości wody dopływającej rzeką Mleczną w czasie intensywnych opadów do niższych położonych obszarów miasta,
- ➔ budowę przepławki szczelinowej umożliwiającej dwukierunkową migrację ryb i innych organizmów wodnych,
- ➔ montaż urządzeń do napowietrzania i mieszania wody (fontanny i dyfuzory) poprawiające jej właściwości fizyczne i ograniczające zakwity glonów i sinic w wodzie,
- ➔ montaż urządzeń energii odnawialnej (wiatraki, fotowoltaika) dla zasilania powyższych rozwiązań.
- ➔ budowlę piętrzącą nadmiar wód opadowych w stawach kolmatacyjnych,
- ➔ sekwencyjny system oczyszczający wody opadowe wprowadzane do stawów kolmatacyjnych z uwzględnieniem strefy sedymentacji zawiesiny, struktur dolomitowych dla usuwania związków fosforu, strefę roślinności wodnej dla redukcji związków azotu oraz napowietrzania dla ograniczenia przedostawania się fosforu z osadu do toni wodnej,
- ➔ usunięcie osadów nagromadzonych na dnie stawów, które w okresach letnich były przyczyną przedostawania się zanieczyszczeń, głównie związków fosforu do wody.

zdjęcie z lewej – Jaz i przepławka dla ryb na zbiorniku Borki (fot. Archiwum projektu),

zdjęcie z prawej strony – Urządzenia energii odnawialnej przy zalewie Borki (fot. Marek Miłkowski)



DUŻA BZI – PRZEBUDOWA KOLEKTORA DESZCZOWEGO A0

Uszczelnienie kanału A0 było kluczowe dla zapobiegania przedostawania się wód gruntowych zanieczyszczonych związkami żelaza, do jego wnętrza. Dodatkowo, dla zapewnienia dopływu wód do zbiornika Borki w letnich okresach bezdeszczowych zaadaptowano istniejący system odprowadzający wody z kolektora A0 do rzeki Mlecznej powyżej zbiornika. To zapewniło skuteczne oczyszczenie wód deszczowych pompowanych z podziemnego kanału A0 zasilających i zbiornik Borki. Rozwiązanie obejmuje zastosowanie naturalnych sorbentów, takich jak: kamień wapienny i dolomitowy, bioker oraz strefy roślinnej na odpływie z odprowadzalnika. Takie rozwiązanie eliminuje związki biogenne. Rozwiązanie to zarówno ogranicza więc transfer zanieczyszczeń oraz zapewnia dodatkowe źródło wody dla zbiornika Borki w okresach suszy, zmniejszając ilość transportowanej do centrum miasta wody w kolektorze deszczowym.



Cele zadania:

- ➔ redukcja przepływu wody w kanale A0 w porze suchej,
- ➔ poprawa jakości wody w kanale deszczowym.

Wykonano:

- ➔ uszczelnienie kanału na odcinku na długości 679 m od ul. Starokrakowskiej do przepompowni przy ul. Suchej,
- ➔ przebudowę układu zasilania wodami z kolektora A0 przepompowni wód deszczowych przy ulicy Suchej,
- ➔ adaptację istniejącego odprowadzalnika wód deszczowych z przepompowni kanału A0 w sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny,
- ➔ nasadzenia roślin posiadających właściwości redukcji substancji biogenicznych.

DUŻA BZI – BUDOWA ZBIORNIKA WIELOFUNKCYJNEGO NA RZECE POTOK PÓŁNOCNY

Potok Północny to prawobrzeżny dopływ rzeki Mlecznej przepływający przez centrum Radomia, biorący swój początek w okolicach Lasowic. W górnym odcinku odprowadzane są do niego wody deszczowe z terenu lotniska na Sadkowie oraz strumień z ogródków działkowych.

Cele zadania:

- ➔ adaptacja terenu zalewowego na Potoku Północnym w obszar wielofunkcyjny dla poprawy jakości wody, zwiększenia różnorodności biologicznej, adaptacji do zmiany klimatu oraz tworzenia funkcji społecznych i edukacyjnych,
- ➔ złagodzenie ekstremalnych przepływów wód dopływających do centrum Radomia rzeką Potok Północny poprzez jej zatrzymanie w wielofunkcyjnym obszarze o powierzchni ok. 2 ha,
- ➔ utworzenie siedliska bytowania zwierząt, w tym różnych gatunków płazów i ptaków,
- ➔ poprawa jakości życia okolicznych mieszkańców.



Polder zalewowy na Potoku Północnym (fot. Archiwum projektu)



Wykonano:

- ➔ adaptację terenu wraz z ogroblowaniem do zatrzymywaniu wód opadających,
- ➔ budowlę wlotową i wylotową rzeki umożliwiające regulację poziomu retencjonowanych wód,
- ➔ meandryzację koryta Potoku Północnego w czaszy systemu,
- ➔ liczne strefy zastoiskowe dla zwiększenia różnorodności biologicznej oraz stworzenia miejsc siedliskowych,
- ➔ strefę sedymentacyjno-flotacyjną dla wzmocnienia procesu sedymentacji zanieczyszczeń oraz strefy biofiltracyjne dla zwiększenia zdolności samooczyszczania się wód.

DUŻA BZI – RENATURYZACJA I ADAPTACJA RZEKI MLECZNEJ DO ZMIAN KLIMATU

Rzeka Mleczna, prawobrzeżny dopływ rzeki Radomki jest głównym ciekim Radomia. Zasilają ją również wody deszczowe, doprowadzane kolektorami deszczowymi z poszczególnych dzielnic miasta, powodując zagrożenie podtopieniami i spadek jakości wody. W okresie letnim, problemem jest natomiast wysychanie rzeki. Wpływ na to ma jej wyprostowane koryto o ograniczonych zdolnościach retencyjnych. Regulacja powoduje również utratę różnorodności biologicznej i ograniczenie zdolności oczyszczania wód.



Przywrócona meandryzacja rzeki Mlecznej – po lewej (fot. archiwum projektu)

Koryto wielkiej wody – po prawej (fot. archiwum projektu)

Cele zadania:

- ➔ zwiększenie bezpieczeństwa powodziowego w zmieniających się warunkach klimatycznych,
- ➔ poprawa jakości wody,
- ➔ poprawa różnorodności biologicznej - odbudowa siedlisk ptaków, płazów, ryb, bezkręgowców i innych,
- ➔ odtworzenie korytarza ekologicznego w dolinie rzeki,
- ➔ poprawa walorów krajobrazowych i rekreacyjnych.

Wykonano:

- ➔ odtworzenie krętości koryta rzeki Mlecznej na odcinku 315 m dla spowolnienia przepływu wód i możliwości jej rozlewania się w dolinie,
- ➔ 4 zatoki zastoiskowe dla zwiększenia retencji wód wezbraniowych i stworzenia miejsc siedliskowych dla organizmów wodnych,
- ➔ 10 systemów pełniących funkcję bystrzy (płyczn) i plos (przegłębień) w korycie rzeki poprawiających strukturę koryta rzeki i jakość wód,
- ➔ koryto wielkiej wody dla zatrzymania wód powodziowych na obszarze zalewowym,
- ➔ przebudowę wylotu kolektora wód opadających do rzeki w system doczyszczający z wykorzystaniem roślinności wodnej,
- ➔ przyzmy żwirowe w korycie dla podniesienia dna rzeki, a tym samym zwiększenia retencji wód w krajobrazie i dostępności jej dla roślin.

W dłuższej perspektywie odbudowa zdegradowanych naturalnych i półnaturalnych siedlisk hydrologicznych oraz odtworzenie korytarza ekologicznego doliny rzecznej, przyczyni się do poprawy jakości siedlisk gatunków ptaków, płazów, bezkręgowców itp.

DUŻA BZI – BUDOWA POLDERU ZALEWOWEGO NA RZECE CEREKWIANCE

Rzeka Cerekwianka, zwana również Strumieniem Halinowskim, jest lewobrzeżnym dopływem Mlecznej stanowiącym niewielki, ale istotny korytarz ekologiczny (szlak przemieszczania się zwierząt) Radomia. Rzeka ta regularnie powodowała lokalne powodzie, a pobliskie ulice były często zalewane podczas intensywnych opadów deszczu.



Polder zalewowy na rzece Cerekwiance
(fot. Archiwum Projektu)

14

Cele zadania:

- ➔ gromadzenie nadmiaru wody opadowej i zapobieganie podtopieniom okolicznych dróg,
- ➔ wykorzystanie procesów naturalnej sukcesji do rozbudowy struktury roślinnej i poprawy jakości wody,
- ➔ zwiększenie różnorodności biologicznej obszaru poprzez utworzenie mozaiki siedlisk wodno-błotnych,
- ➔ utrzymanie korytarza ekologicznego dla migracji organizmów wodnych, miejsc tarliskowych dla ryb oraz siedlisk dla ptactwa wodnego i płazów,
- ➔ utrzymanie dobrego stanu wód rzeki Cerekwianki.

Wykonano:

- ➔ polder zalewowy powierzchni 1,7 ha i głębokości 0,5-1 m poprzez adaptację istniejącego obniżenia terenu po dawnych stawach rybnych na prawym brzegu rzeki Cerekwianki,
- ➔ system kierujący nadmiar wód opadowych do polderu i zwiększający ich retencję,
- ➔ sekwencyjny system podczyszczający zbudowany z części osadnikowej i dwóch części biofiltracyjnych z naturalną roślinnością wodną.
- ➔ zwiększenia zdolności samooczyszczania się wód.

Mała BZI – to rozwiązania, które zatrzymują wodę deszczową w miejscu wystąpienia opadu w tych częściach miasta, gdzie ryzyko przepełnienia kanalizacji deszczowej i podtopień wynikających z błyskawicznych powodzi miejskich jest największe. Dzięki ich budowie powstają atrakcyjne miejsca dla mieszkańców i enklawy różnorodności biologicznej.

W ramach projektu **RadoKlima** zbudowano ponad 30 instalacji małej BZI:

Oczka wodne Climapond (5 szt.), zbiorniki naziemne Climabox (8 szt.), powierzchnie przepuszczalne (1 szt.), ogrody deszczowe i niecki chłonne (17 szt.), zielone wiaty przystankowe i zielone wiaty rowerowe (5 szt.).

Ponadto dla Zespołu Szkół Skórzano-Odzieżowych, Stylizacji i Usług, przy ul. Śniadeckich 5, wykonano architektoniczny projekt koncepcyjny skweru edukacyjnego, poświęconego adaptacji do zmian klimatu.

MAŁA BZI – CLIMAPOND – BIOLOGICZNY ZBIORNIK GROMADZĄCY WODĘ OPADOWĄ Z DACHÓW

Łącznie wykonano 5 niewielkich oczek wodnych, gromadzących wodę opadową z dachów budynków oświaty. Woda doprowadzana jest do nich rynnami spustowymi i systemem korytek lub tzw. suchych strumieni. Zbiorniki zostały zaprojektowane w taki sposób, aby w trakcie opadów zakumulować napływającą wodę, a nadmiar stopniowo infiltrować do gruntu w trakcie kolejnych dni. Po oddaniu wody zbiornik jest gotowy na przyjęcie kolejnej porcji wody opadowej. W zbiornikach i wokół nich posadzone gatunki roślinności wodnej i bagiennej, także w dodatkowych drewnianych donicach. Wszystkie lokalizacje wyposażono w tablice edukacyjne oraz zabezpieczono przez zamontowanie ogrodzenia.



Climapond - Przedszkole Publiczne nr 16

Odprowadzona z rynien woda trafiając do zbiornika napotyka na betonową rynnę przelewową o długości ok. 3 m, której zadaniem jest rozproszenie zbyt silnego strumienia wody, który mógłby wypłukać podłoże roślin wodnych lub zniszczyć delikatne gatunki roślin. Powierzchnia Climapontu to 16,9 m², maksymalna objętość retencyjna to ok. 3,67 m³. Nadmiar wody ze zbiornika oddawany jest do wodnego placu zabaw z pompą wodną a następnie do niecki chłonnej z przelewem awaryjnym.



Climapond - Publiczna Szkoła Podstawowa nr 11

Powierzchnia Climapontu to ok. 30 m², objętość to ok. 10,80 m³. Element zbiornika tj. rynna do rozprowadzania wody deszczowej jest podstawą konstrukcji drewnianej ławki. W zbiorniku rozróżniono dwie funkcjonalne strefy: strefę z infiltracją wód deszczowych wokół brzegów, o głębokości ok. 35 cm oraz strefę uszczelnioną o głębokości ok. 65 cm. Dodatkowo zainstalowano studzienkę dla podtrzymania życia biologicznego w okresie suszy.

15

MAŁA BZI – CLIMABOX – BIOLOGICZNY ZBIORNIK NAZIEMNY GROMADZĄCY WODĘ OPADOWĄ Z DACHÓW

Climaboxy to swoiste ogrody deszczowe umieszczone w naziemnych pojemnikach, które mogą być wykonane z różnych materiałów. Jest to idealne rozwiązanie tam, gdzie nie ma warunków dla budowy Climapondy - ze względu na to, że są szczelne, mogą być umieszczone bezpośrednio przy ścianie budynku. Zbiorniki, podobnie jak pozostałe małe BZI pełnią funkcję retencjonowania wody, zapewniają możliwość nawadniania roślin w okresie suszy oraz stanowią miejsce wypoczynku dla użytkowników obiektów, zarówno dzieci jak i dorosłych. Nadmiar wody deszczowej odprowadzany jest systemem suchych koryt do niecek chłonnych obsadzonych roślinnością wilgociolubną. Każdą z lokalizacji dopełniają tablice edukacyjne i tablice bezpieczeństwa.



ClimaBox betonowy

Modułowy zbiornik wodny z roślinnością wodną i łąk podmokłych, wykonany w konstrukcji betonowej, pełniący jednocześnie funkcję ławki.

Składa się z 3 części: zbiornika o pojemności 153 l z substratem i roślinami wodnymi, zbiornika (991 l) wypełnionego wodą, z roślinami wodnymi w specjalnych koszach oraz zbiornika (413 l), z ławką, pełniącego funkcję magazynu wody. Łącznie jest w stanie przejąć ok. 1,6 m³ wody.



ClimaBox drewniano-metalowy

Dwukomorowy zbiornik wykonany w technologii metalowej z obudową drewnianą o pojemności 1256 l. W każdej komorze znajduje się inny zestaw roślin, w tym rośliny wodne umieszczone na wyspach pływających.



ClimaBox ceglany

Wykonano 2 zbiorniki o różnej pojemności: 785 i 1366 l, z cegły klinkierowej, uszczelnionej od środka zbiornika. Każdy zbiornik podzielony jest na dwie komory, w których znajduje się różnorodna roślinność, w tym rośliny wodne umieszczone na pływających wyspach.

Nadmiar wody deszczowej z Climaboxów drewniano-metalowych i ceglanych, odprowadzany jest systemem naturalnie wyglądających tzw. suchych strumieni do niecek chłonnych obsadzonych roślinnością.

MAŁA BZI – OGRODY DESZCZOWE I NIECKI CHŁONNE – RÓŻNE FORMY ARANŻACJI TERENU ZBIERAJĄCE WODĘ OPADOWĄ

Główną funkcją ogrodów deszczowych jest wykorzystanie wody opadowej do rozwoju roślinności. Jedną z form ogrodów deszczowych mogą być niecki chłonne, które także zwykle są porośnięte roślinnością, ale mają za zadanie infiltrować wodę w głąb gruntu. Stosuje się je często w kombinacji z innymi elementami BZI – ClimaPondami, ClimaBoxami czy zielonymi wiatami, gdzie nadmiar wody mógłby powodować niepożądane rozlewiska lub podtopienia.



Publiczne Przedszkole nr 11

Inwestycja obejmuje wykonanie kaskadowego ogrodu deszczowego wyposażonego w przelew awaryjny. Ogród ma za zadanie przejąć i wykorzystać wodę opadową z dachu budynku przedszkola o powierzchni ok. 162 m² oraz powierzchni utwardzonej (chodnika) o powierzchni ok. 33 m². Ogród został podzielony na 3 części o powierzchniach 4,8 m², 4,3 m² i 18,5 m². Posiada dwie funkcjonalne strefy: bagienną - (strefa bez infiltracji wód deszczowych) oraz wilgotną - (strefa z infiltracją wód deszczowych). Najniżej położony jest zbiornik wodny o objętości ok. 4,36 m³, który stanowi strefę wilgotną i wyposażony został w przelew awaryjny z odpływem do sieci kanalizacji deszczowej. Obszar ogrodu został obsadzony roślinnością i zabezpieczony przez zamontowanie ogrodzenia.



Skwer pomiędzy ulicami Bema, Jasińskiego i Sowińskiego

Zespół trzech obniżeń terenu gromadzących wodę opadową z powierzchni placu, pełniący rolę niecek chłonnych. Ich łączna powierzchnia wynosi 164,1 m². Strefy niecek zostały rozdzielone instalacją z gabionów wypełnionych kamieniem hydrotechnicznym.

Niecka drewniana – Szkoła Podstawowa nr 33

Wodę deszczową można wykorzystać do nawadniania drzew. Woda z 290 m² dachu doprowadzana jest do niecki rynnymi i dalej suchymi strumieniami. Szpaler 5 drzew gatunków rodzimych posadzony został w niecce o powierzchni ok. 39,6 m², która jest w stanie przyjąć na raz blisko 8 m³ wody. Tuż przy niecce drzewnej ustawiono 9 ławek, w sposób, umożliwiających przeprowadzenie na świeżym powietrzu zajęć edukacyjnych o zmianach klimatu.



MAŁE BZI – ZIELONE WIATY



18

Zdjęcie z lewej u góry – Plac Jagielloński, zdjęcie z lewej u dołu – PSP nr 33, zdjęcie z prawej – RCS (fot. Archiwum projektu)

Zielone Wiaty wykonano z wzmocnionej konstrukcji stalowej pozwalającej na posadzenie Zielonego Dachy (ok. 10 m²) oraz Zielonej Ściany (ok. 9 m²). Zielony Dach wyposażony w system retencjonowania wody opadowej to 10 m² powierzchni obsadzonej mieszanką rozchodników. Konstrukcja dachu została tak zaprojektowana, aby zatrzymać nawet 90% wody opadowej, którą wykorzystuje się do nawodnienia Dachy oraz roślinności posadzonej wokół konstrukcji wiaty. W normalnych warunkach (poza okresami letnich susz) użytkownika Wiaty nie potrzebują dodatkowego nawodnienia roślin.

Zieleń posadzona w obrębie konstrukcji umożliwia produkcję 10kg tlenu rocznie. Stalowa konstrukcja obsadzona roślinnością pozwala na obniżenie temperatury wewnątrz wiaty nawet o 10°C względem temperatury zewnętrznej - stanowi to odpowiedź na występujące w przestrzeni miast tzw. wyspy ciepła.

7. Poprawa jakości wody

W celu określenia wpływu działań projektu na jakość wody, wykonano monitoring jej parametrów fizykochemicznych porównując jej stan w okresie poinwestycyjnym (2021/2022) ze stanem w okresie przedinwestycyjnym (2016). Dodatkowo oceniana była skuteczności funkcjonowania poszczególnych rozwiązań.

Adaptacja stawów kolmatacyjnych i jazu kozłowego przy zbiorniku Borki wpłynęły w największym stopniu na poprawę efektywności usuwania zawiesiny ogólnej (o 39%), azotu (redukcja różnych postaci azotu od 17% do 34%), fosforu (z 1% do 12%) i żelaza (z 18% do 29%). Wartości pozostałych parametrów (przewodność, stężenie tlenu) pozostała na podobnym poziomie. Dzięki temu stan sanitarny wody w zbiorniku Borki w roku 2022, szczególnie w okolicy kąpieliska, w miesiącach letnich wyraźnie poprawił się (nie wykryto toksycznych szczepów sinic) w porównaniu do roku 2016, przed zrealizowanymi inwestycjami.



Stan wody w zbiorniku Borki wyraźnie się poprawił (fot. Archiwum projektu)

Meandryzacja koryta rzeki Mlecznej, wprowadzenie deflektorów i pryzm żwirowych spowodowały spowolnienie przepływu wód, co przełożyło się na zauważalny spadek ilości transportowanej przez nie zawiesiny (z 11% do 15%) i stężenia azotu ogólnego (z 25% do 30%). Średnie wartości zawiesiny ogólnej, azotu amonowego i fosforu ogólnego powyżej renaturyzowanego odcinka rzeki były również niższe, co może potwierdzać pozytywny efekt wdrożenia rozwiązań w górnej części zlewni tj. na zbiorniku Borki, stawach kolmatacyjnych i rzece Cerekwiance. Dzięki uszczelnieniu kanału A0 ograniczono zanieczyszczenie związkami żelaza, które przedostawały się do niego z wodami gruntowymi, redukując jego wzrost ze 100% w roku 2016 do zaledwie 12% w roku 2022.



Skuteczność skonstruowanego na rzece Cerekwiance polderu w eliminacji substancji biogenicznych wyniosła dla azotu amonowego ok. 16%, azotu azotanowego ok. 2% i fosforu fosforanowego ok. 83%. Na poprawę jakości wody z pewnością wpłynie również konstrukcja wielofunkcyjnego obszaru na Potoku Północnym choć ocena skuteczności tego rozwiązania nie mogła być monitorowana z uwagi na zakończenie inwestycji we wrześniu 2022 roku.

Pryzmy żwirowe spiętrzają wodę spowalniając jej przepływ co wpływa pozytywnie na jej jakość (fot. Archiwum projektu)

19

8. Zwiększenie bezpieczeństwa powodziowego i przeciwdziałanie suszom



Dane meteorologiczne z trzech stacji utworzonych w ramach projektu wskazują, że zmniejsza się roczna suma opadów przy wzroście temperatur oraz rośnie liczba dni z opadem ekstremalnym. Sugeruje to, że bez podjęcia środków adaptacyjnych, w Radomiu zwiększy się ryzyko suszy i powodzi.

Stacja ST3 w pobliżu zbiornika Borki (fot. Archiwum projektu.)

Wzrost ilości wody transportowanej rzeką Mleczną i jej dopływami w okresach deszczowych, do centrum miasta, przyczyniał się do występowania licznych podtopień. Dla zwiększenia możliwości zatrzymywania wód opadowych, przebudowano istniejącą infrastrukturę techniczną zbiornika Borki. Przyczyniło się do uzyskania dodatkowej zdolności retencyjnej wód opadowych w zbiorniku wynoszącej prawie 30 tys. m³. Oznacza to, że dla ekstremalnego przepływu w rzece po intensywnym opadzie (tzw. woda stuletnia), trwającego do 45 min., woda ta w całości zmieści się w zbiorniku. W efekcie wykonane prace poprawiły bezpieczeństwo przeciwpowodziowe terenów, znajdujących się w zlewni rzeki Mlecznej, poniżej zbiornika (centrum miasta). Z kolei aby przeciwdziałać niedoborom wody w okresach suszy, wdrożono rozwiązanie pozwalające na przejmowanie wód z podziemnego kolektora A0, przebiegającego wzdłuż zbiornika Borki. Przeprowadzona została optymalizacja funkcjonowania przepompowni i przebudowa odprowadzalnika kanału, dzięki czemu zbiornik pozyskuje dodatkowe ilości podczyszczanej wody.

Wykonanie polderów zalewowych na rzece Cerekwiance oraz na Potoku Północnym, przyczyniają się łącznie do retencji kolejnych 27 tys. m³ wody opadowej. Po przejściu fali opadowej woda zatrzymana w polderze może zostać odprowadzona, przygotowując system do przejścia kolejnej fali lub może zostać zatrzymana i wykorzystana środowiskowo (poprawa mikroklimatu, zwiększenie retencji krajobrazowej) w okresach bezdeszczowych. Tym samym wykonane rozwiązania zabezpiecza bezpośrednio rzekę Mleczną i pośrednio centralną część miasta przed powodzią i podtopieniami.

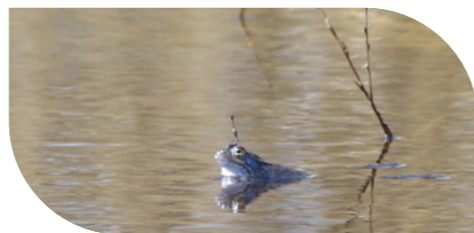


Polder zalewowy na Cerekwiance przed i po wystąpieniu opadu (fot. Archiwum projektu)

9. Ochrona bioróżnorodności

Poprawa warunków wilgotnościowych, tworzenie nawet najmniejszych zbiorników wodnych, zwłaszcza w warunkach „miejskich betonowych pustyń” zawsze wpływa korzystnie na zwiększenie bioróżnorodności 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.

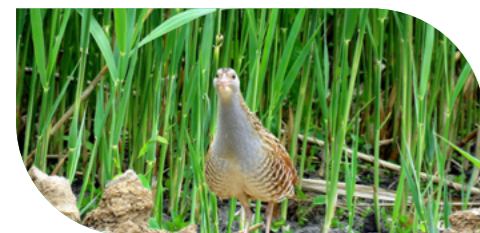
Wśród płazów stwierdzono 9 gatunków, w tym 5 gatunków zagrożonych w skali Unii Europejskiej (wymienionych w załączniku IV Dyrektywy Siedliskowej): żabę moczarową,



Żaba moczarowa, samiec (fot. Oskar Gross)

żabę jeziorkową, ropuchę zieloną, grzebiuszkę ziemną i najrzadszy z nich - traszkę grzebieniastą (w rejonie Potoku Północnego). Ten ostatni gatunek udało się wykryć dzięki nowatorskiej metodzie badania DNA z próbek wody - tzw. DNA środowiskowego (EDNA).

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 na powierzchni „Borki”) m.in.: zimorodka, bociana czarna, derkacza (zdj.), dzięcioła białoszyjnego, sokoła wędrownego, a nawet przybysza z dalekiej północy - nura czarnoszyjnego



Derkacz, samiec (fot. Robert Tęcza)

Stwierdzono występowanie kilkunastu cennych gatunków owadów. Do najciekawszych stwierdzonych gatunków owadów należą – chrząszcz zgniotek cynobrowy i motyl czerwony nieparek. Są one chronione na mocy prawa krajowego i europejskiego. Ponadto wykazano na monitorowanych stanowiskach występowanie 23 gatunków ważek. Po raz pierwszy zaobserwowano tężnicę małą – ważkę dotychczas nie stwierdzoną na terenie Radomia. 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 i piskorza.

Bardzo ważną rolę spełniają małe obiekty BZI, a wśród nich największą bioróżnorodnością cechowały się nowopowstałe oczka wodne (Climapondy). Posadzone zostały w nich rośliny wodne m. in.: żabieniec - babka wodna, strzałka szerokolistna, przętka pospolita. 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. Skorzystały również ssaki – przy Przedszkolu Publicznym nr 16, w okolicy Climapondy zadamowił się jeź.



Czerwończyk nieparek, samiec (fot. Marek Miłkowski)



Jeź (fot. Paweł Waclawik)

10. Zwiększenie świadomości

Dzięki projektowi LIFE RadomKlima 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. Zorganizowano 2 międzynarodowe konferencje w Radomiu jak również wymieniano doświadczenia w trakcie szeregu innych spotkań. Organizowano imprezy tematyczne m.in. „Wczuj się w klimat” 2019 r., „Piknik Rodzinny” 2019 r., czy też „Koncert z Klimatem” 2018 r., konkursy plastyczne np.: „EKO MIASTO” 2020 r., czy „Skutki zmian klimatu” 2019 r. Przygotowano materiały edukacyjne do przeprowadzenia zajęć dla przedszkolaków, które wykorzystano na otwarciu „Klimatycznego Przedszkola nr 16 w Radomiu”.



Konferencja ECOCITY w 2017 r. (fot. Gmina Miasta Radomia)

Rozwiązania projektu mają ogromny potencjał pod względem możliwości ich replikacji. Produkty takie jak ocena podatności na zagrożenia, kompleksowe podejście do wielopoziomowego terytorialnego zarządzania wodą deszczową, narzędzia GIS i demonstracyjna błękitno-zielona infrastruktura są udostępnione wszystkim zainteresowanym. Na stronie www.life.radom.pl w galerii można obejrzeć 12 filmów o projekcie oraz małych i dużych wdrożeniach Błękitno – Zielonej Infrastruktury.



Event „Wczuj się w klimat” 2019 r. (fot. Gmina Miasta Radomia)

Połączenie wiedzy inżynierów i ekologów pomogło wypracować wdrożenia, dzięki którym przestrzeń miasta prócz aspektów funkcjonalności, uzyskuje istotny w dobie zmiany klimatu element przyrodniczy, odpowiedzialny za jakość funkcjonowania obszaru zurbanizowanego. W 2021 i 2022 r. przedstawiciele projektu uczestniczyli w zorganizowanych przez Mazowiecką Okręgową Izbę Inżynierów Budownictwa Biuro Terenowe w Radomiu Konferencjach, w tym dedykowane efektem projektu LIFE w 2022 r..

Doświadczenia projektu realizowanego w Radomiu zostały wykorzystane w projekcie MPA 44 Ministerstwa Klimatu i Środowiska do opracowania planów adaptacji do zmian klimatu w 44 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców. W grudniu 2022 r. miasto Radom, dzięki efektem projektu LIFERADOMKLIMA-PL, zostało docenione na arenie międzynarodowej poprzez włączenie do Globalnej Sieci Ekohydrologicznych Miejsc Demonstracyjnych Międzyrządowego Programu Hydrologicznego UNESCO (UNESCO-IHP).



Wizyta inżynierów budownictwa (fot. Gmina Miasta Radomia)



Ilustracja z materiałów edukacyjnych

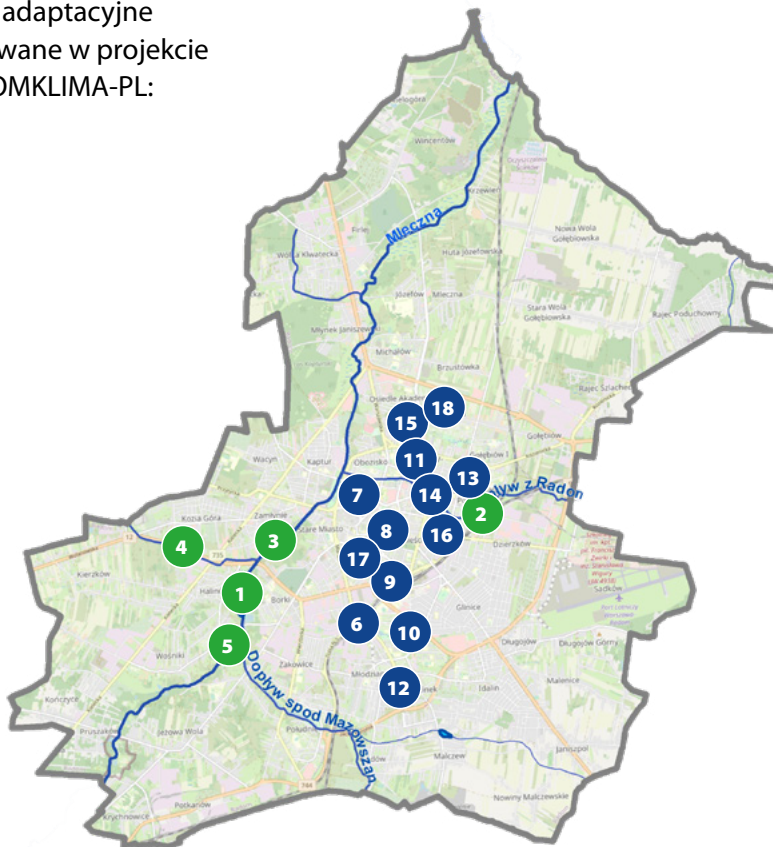


PROJEKT LIFERADOMKLIMA-PL

Radom, jako pierwsze miasto w Polsce, już od 2015 roku realizuje **wdrożeńowy 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:



Źródło mapy: OpenStreetMap.org

Duża BZI (błękitno-zielona infrastruktura):

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

Mała BZI (błękitno-zielona infrastruktura):

6. Climapond Przedszkole Publiczne Nr 16 (ul. Grenadierów 3)
7. Zielone wiaty przystankowe (ul. Struga 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. Wyciągowa 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:



Więcej o projekcie: www.life.radom.pl