

7 i 28 października 2026 r.

ZASTOSOWANIE BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY W ASPEKCIE ZACHODZĄCYCH ZMIAN KLIMATU

Krzysztof Józwiakowski

krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl

Katedra Inżynierii Środowiska

PLAN PREZENTACJI

1. Na czym polegają zmiany klimatu?
2. Jakie są skutki zmian klimatu?
3. Co to jest błękitno-zielona infrastruktura?
4. Przykłady zielonej infrastruktury
5. Przykłady błękitnej infrastruktury
6. Rola błękitno-zielonej infrastruktury w aspekcie zmian klimatu
7. Doświadczenia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z wdrażania rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury

1. NA CZYM POLEGAJĄ ZMIANY KLIMATU

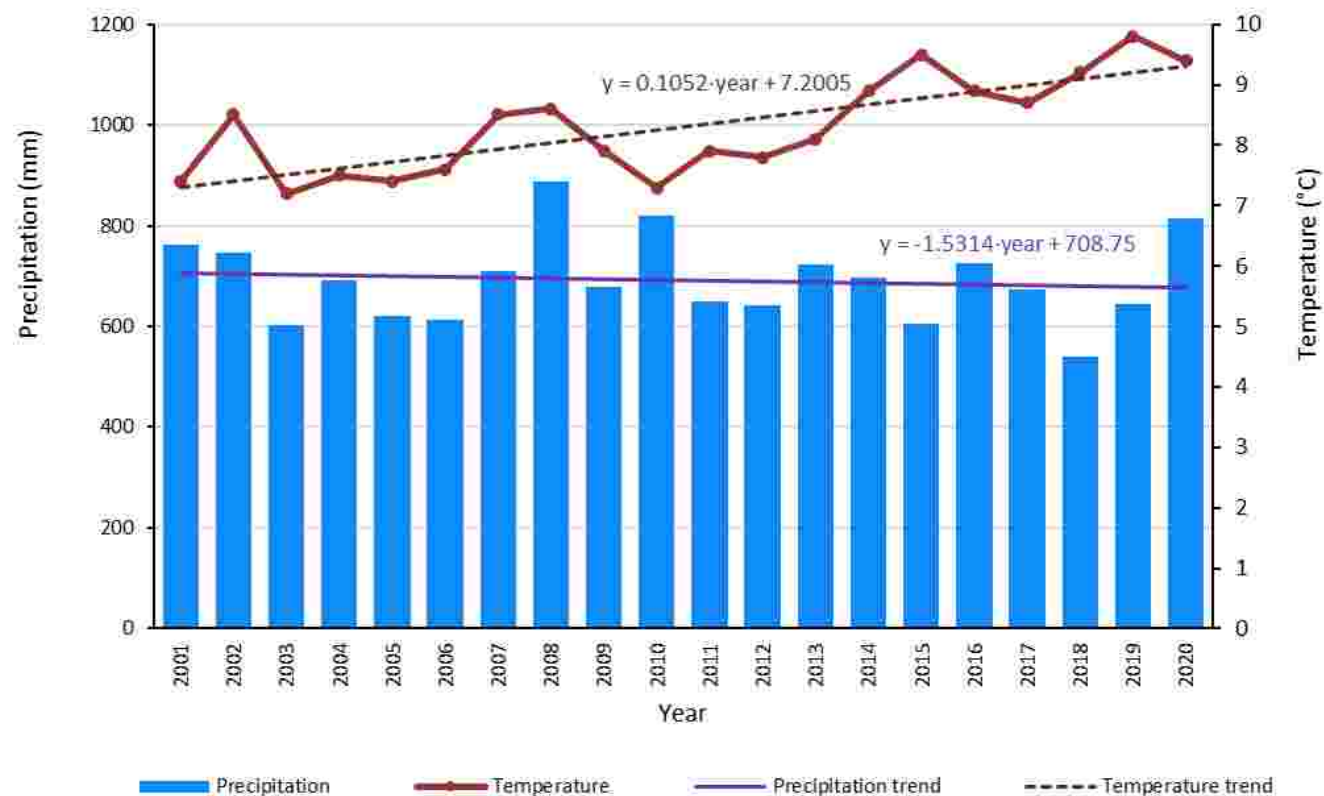
Zmiany klimatu to długotrwałe zmiany warunków pogodowych na Ziemi, takich jak temperatura, opady, wiatr czy częstotliwość występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych.



1. NA CZYM POLEGAJĄ ZMIANY KLIMATU

Obecnie obserwujemy przede wszystkim **globalne ocieplenie**, czyli **wzrost średniej temperatury na powierzchni Ziemi**. Jest ono związane głównie ze **wzrostem stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze**, takich jak:

- dwutlenek węgla (CO₂),
- metan (CH₄),
- podtlenek azotu (N₂O).



Zmiany sum opadów i temperatury powietrza w latach 2001–2020 w Zwierzyńcu na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego

Miesiące	Zmiana w czasie 20 lat
I	1,33
II	3,58
III	2,48
IV	1,68
V	-0,55
VI	3,48
VII	-0,56
VIII	2,65
IX	2,92
X	1,56
XI	1,30
XII	5,29
Półrocze zimne	2,51
Półrocze ciepłe	1,68
Rok	2,10

2. JAKIE SĄ SKUTKI ZMIAN KLIMATU?

Zmiany klimatu przejawiają się m.in. poprzez:

- wzrost średniej temperatury,
- częstsze i intensywniejsze fale upałów,
- zmiany w rozkładzie i intensywności opadów,
- **częstsze okresy suszy w niektórych regionach,**
- **większe ryzyko gwałtownych ulew i podtopień,**
- **topnienie lodowców i lądolodów,**
- wzrost poziomu mórz i oceanów,
- zmiany warunków życia wielu gatunków roślin i zwierząt.



Lodowiec Kilimandżaro – ikona skutków ocieplenia klimatu

Najwyższy szczyt Afryki - 5895 m n.p.m

W 1912 roku pokrywa lodowa miała **11,4 km²**,

a w 2011 już tylko **1,8 km²**.

Przewiduje się, że w połowie XXI wieku pokrywy lodowej

na Kilimandżaro już nie będzie



2. JAKIE SĄ SKUTKI ZMIAN KLIMATU?

Widoczne skutki zmian klimatu w Roztoczańskim Parku Narodowym Stawy Echo – Zwierzyniec,



2019 r.



2010 r.



2026 r.

2. JAKIE SĄ SKUTKI ZMIAN KLIMATU?

Widoczne skutki zmian klimatu w Poleskim Parku Narodowym – Jezioro Moszne



Maj 2026



Wrzesień 2026



3. CO TO JEST BŁĘKITNO-ZIELONA INFRASTRUKTURA?

W miastach szczególnie niebezpieczne są **upały oraz gwałtowne opady**. Duża ilość betonu i asfaltu ogranicza wsiąkanie wody i powoduje nagrzewanie się powierzchni.

Jednym ze sposobów przystosowania miast do zmian klimatu jest **zastosowanie błękitno-zielonej infrastruktury**.

Dzięki niej można jednocześnie zatrzymywać wodę i ograniczać przegrzewanie przestrzeni miejskiej.



3. CO TO JEST BŁĘKITNO-ZIELONA INFRASTRUKTURA?

Błękitno-zielona infrastruktura (BZI) to system naturalnych i półnaturalnych elementów miasta lub regionu, które pomagają **gromadzić wodę, ograniczać skutki upałów, zmniejszać ryzyko powodzi i poprawiać jakość środowiska.**

W kontekście zmian klimatu BZI jest jednym ze sposobów **adaptacji miast do coraz częstszych ekstremalnych zjawisk pogodowych.**



4. PRZYKŁADY ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Zielona infrastruktura

Obejmuje przede wszystkim elementy związane z roślinnością i glebą, np.:

- parki, lasy i skwery,
- drzewa przyuliczne,
- zielone dachy i ściany,
- ogrody deszczowe,
- łąki kwietne,
- tereny zieleni urządzonej i naturalnej,
- powierzchnie przepuszczalne.



Roślinność **zacienia przestrzeń i obniża temperaturę**,
a gleba i rośliny zatrzymują część wód opadowych.



5. PRZYKŁADY BŁĘKITNEJ INFRASTRUKTURY

💧 Błękitna infrastruktura

Dotyczy elementów związanych z wodą, m.in.:

- rzek i potoków,
- stawów i zbiorników retencyjnych,
- mokradeł,
- oczek wodnych,
- kanałów i rowów,
- systemów retencji i zagospodarowania deszczówki.



Zadaniem błękitnej infrastruktury jest m.in. **zatrzymywanie, magazynowanie i stopniowe odprowadzanie wody.**

6. ROLA BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY W ASPEKCIE ZMIAN KLIMATU

Problem klimatyczny	Rola błękitno-zielonej infrastruktury
 Upały	drzewa i roślinność dają cień oraz chłodzą przez parowanie wody
 Ulewne deszcze	zatrzymuje i opóźnia odpływ wód opadowych
 Podtopienia	zwiększa retencję i zmniejsza obciążenie kanalizacji
 Susza	umożliwia magazynowanie wody i jej wykorzystanie w okresach bezdeszczowych
 Miejska wyspa ciepła	zwiększa udział chłodzącej zieleni i powierzchni wodnych
 Utrata bioróżnorodności	tworzy siedliska dla roślin i zwierząt

7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

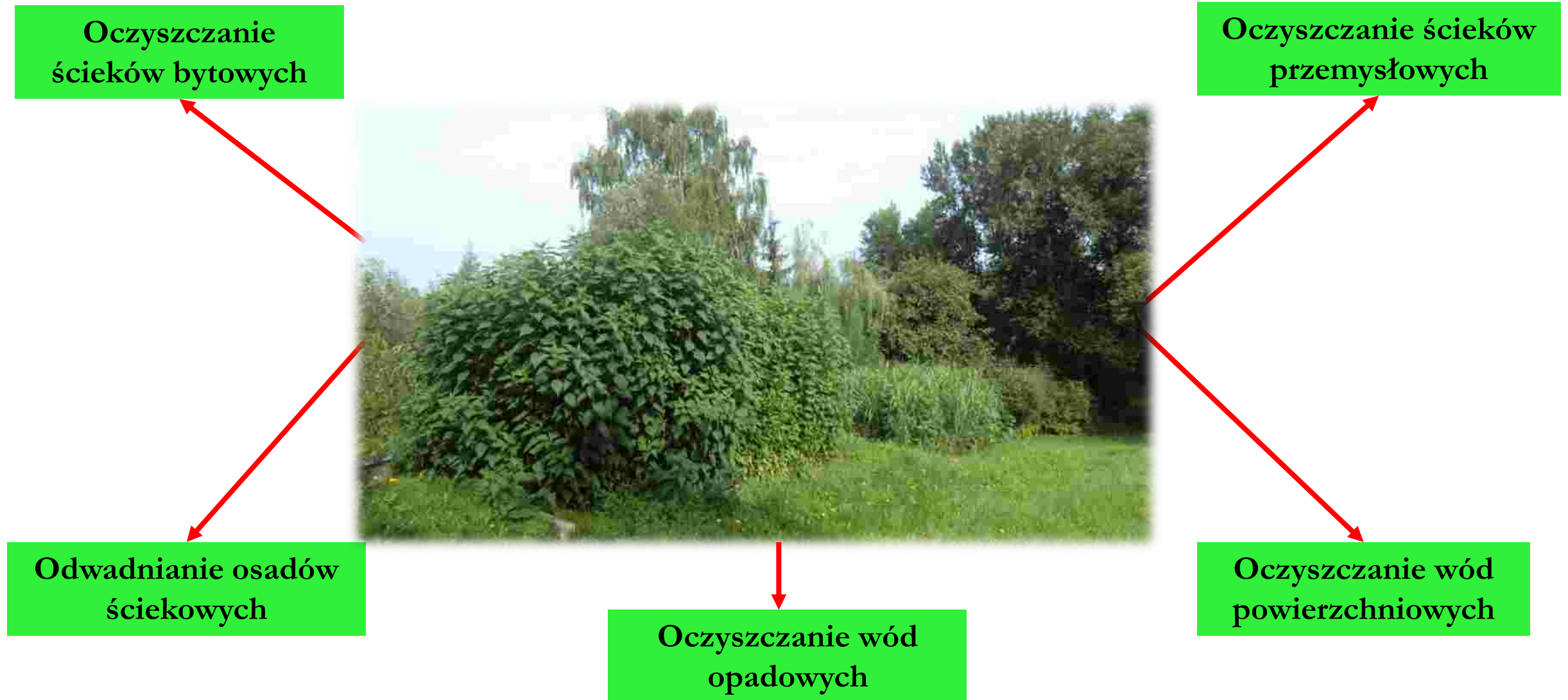
HYDROFITOWA METODA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW polega na wykorzystaniu procesów sorpcji zanieczyszczeń, chemicznych reakcji utleniająco-redukujących oraz biologicznej aktywności odpowiednio dobranych roślin zasiedlających ekosystemy bagienne. Oczyszczanie ścieków tą metodą może odbywać się w naturalnych lub sztucznych systemach, określanych odpowiednio jako: „wetland” i „constructed wetland”.

BŁĘKITNA INFRASTRUKTURA



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA SYSTEMÓW HYDROFITOWYCH



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

ROŚLINY STOSOWANE W SYSTEMACH HYDROFITOWYCH



Trzcina pospolita



Wierzba wiciowa



Miskant olbrzymi



Manna mielec



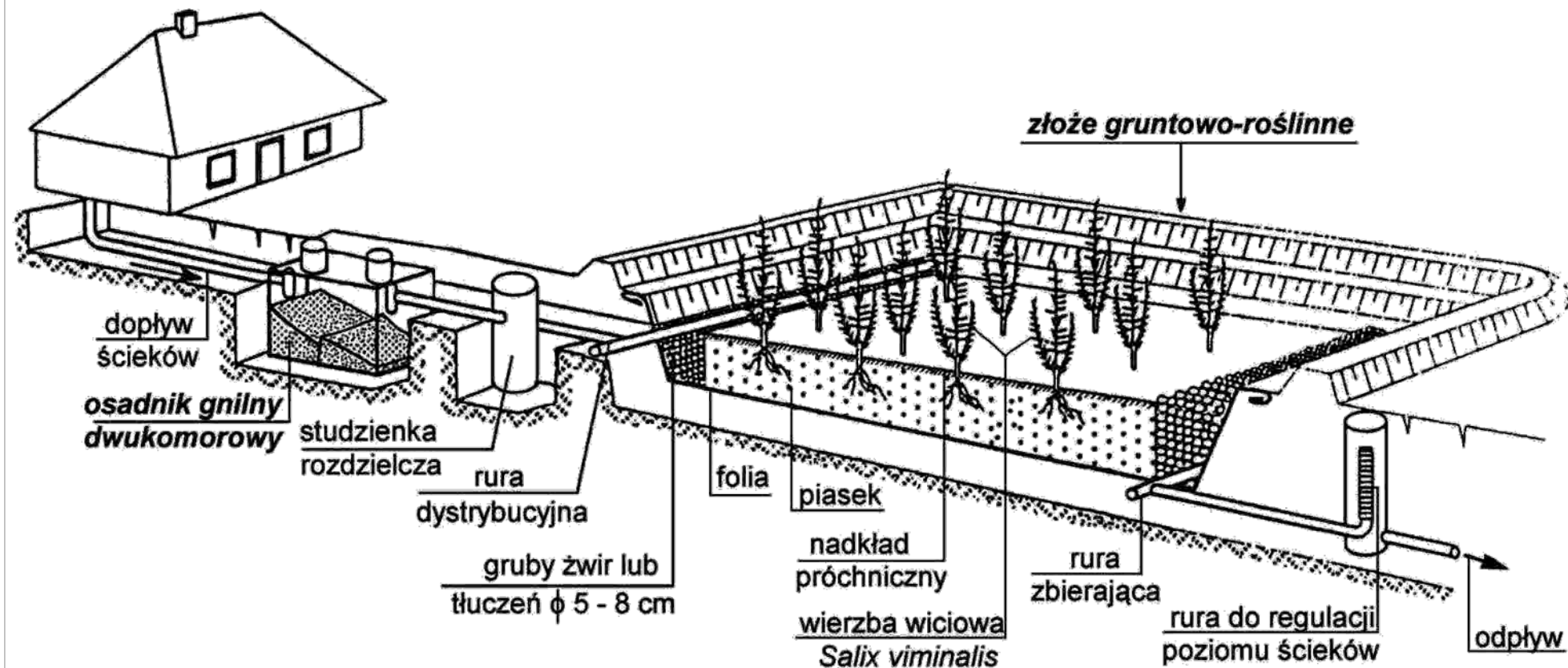
Topinambur



Ślazowiec pensylwański

7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Pierwsze jednostopniowe oczyszczalnie hydrofitowe powstały w woj. lubelskim
w latach 1992-1994 (gmina Jastków)



Drupka S., Sikorski M., Borys K., Projekty techniczne korzeniowych oczyszczalni ścieków dla gospodarstw indywidualnych w gminie Jastków.
IMUZ – Falenty, 1992.

7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE

Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Przydomowa hydrofitowa jednostopniowa oczyszczalnia ścieków (z poziomym przepływem) w Jastkowie koło Lublina 1994 rok ($Q=2 \text{ m}^3/\text{d}$)
z wierzba wiciową

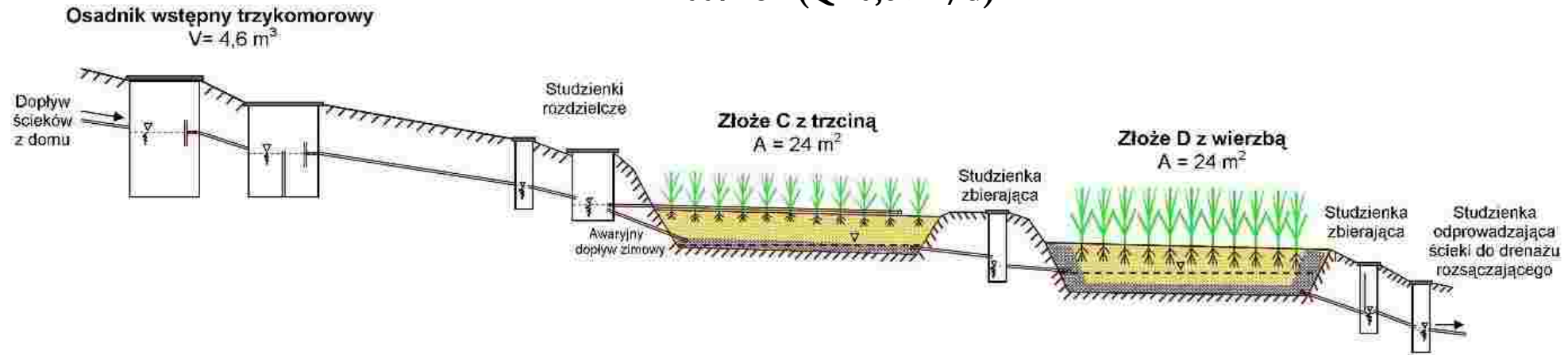


Hydrofitowa jednostopniowa oczyszczalnia ścieków (z pionowym przepływem) przy szkole w Sobieszynie koło Kocka 1995 rok ($Q=60 \text{ m}^3/\text{d}$)
z trzcina pospolitą



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Przydomowa hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków w Dąbrowicy koło Lublina
2007 rok ($Q=0,6 \text{ m}^3/\text{d}$)



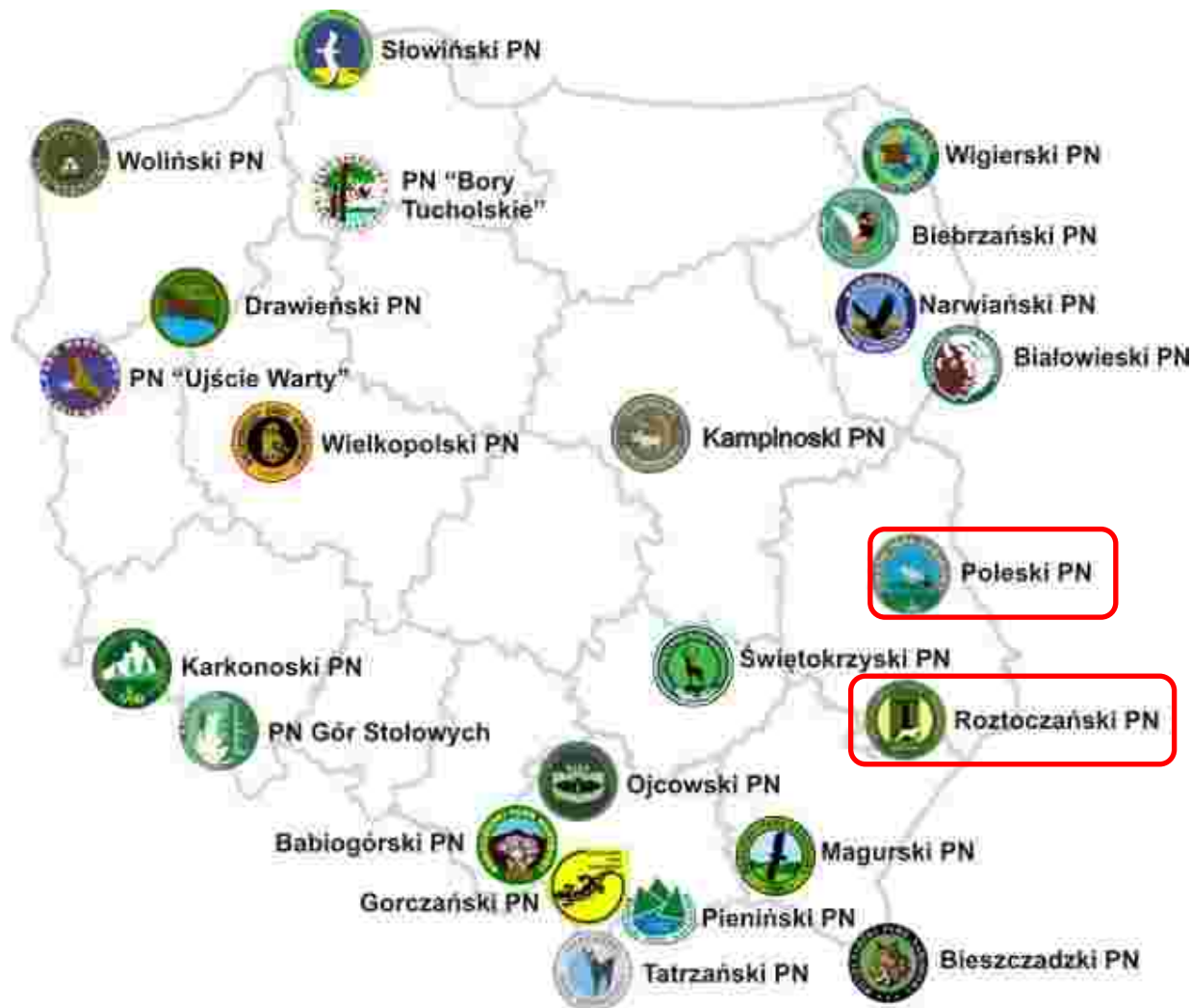
7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Przydomowa hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków w Dąbrowicy koło Lublina
2007 rok ($Q=0,6 \text{ m}^3/\text{d}$)



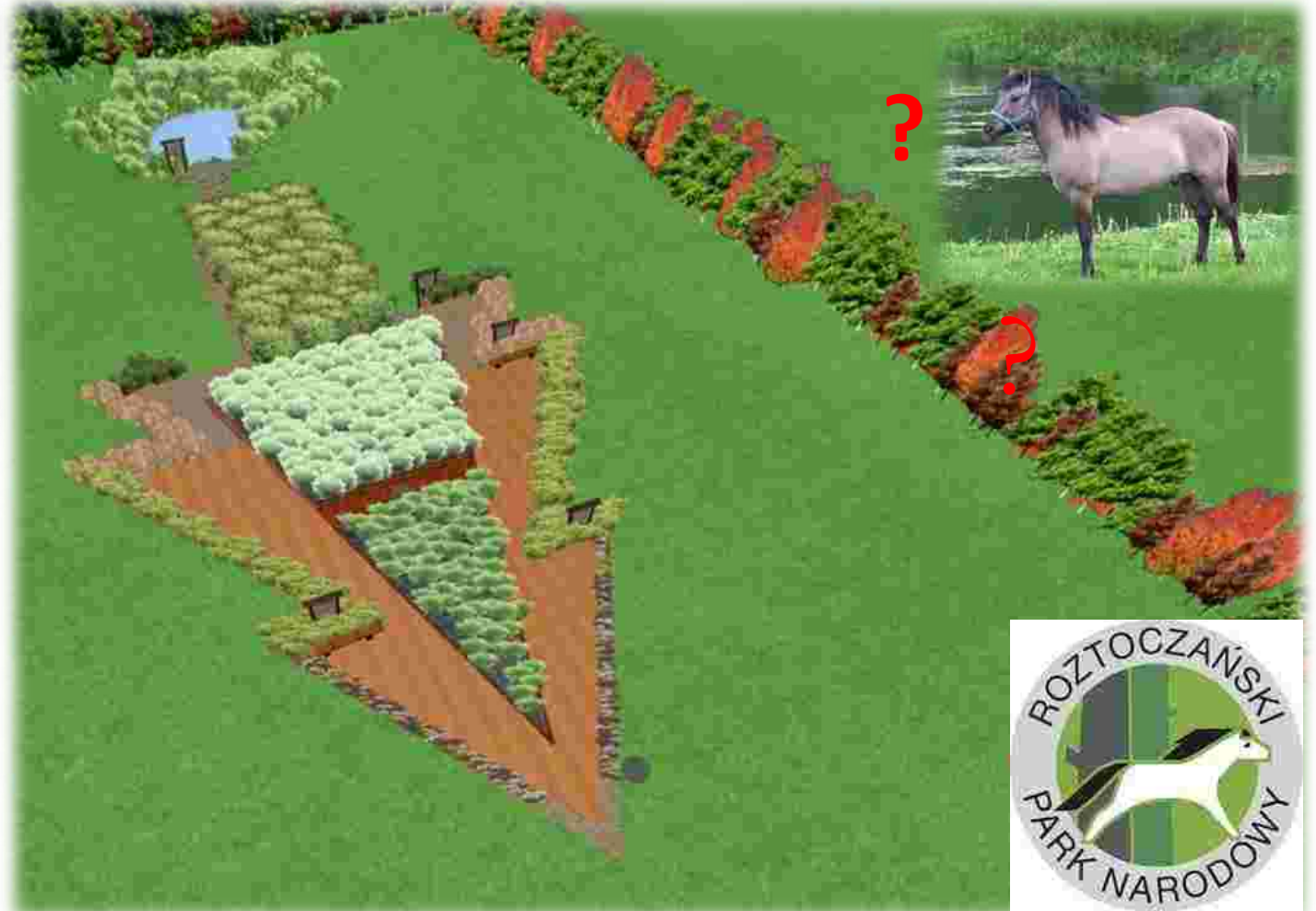
7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

WSPÓŁPRACA Z PARKAMI NARODOWYMI W ZAKRESIE WDRAŻANIA
HYBRYDOWYCH HYDROFITOWYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW – od 2014 r.



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

HYBRYDOWA HYDROFITOWA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W KOSOBUDACH W KSZTAŁCIE JODEŁKI
NA TERENIE ROZTOCZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO – 2014 R. ($Q=2\text{m}^3/\text{d}$)



7. DOŚWIADCZENIA UNIwersYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków w kształcie żółwia
w Starym Załuczu na terenie Poleskiego Parku Narodowego, 2015 r. ($Q=1 \text{ m}^3/\text{d}$)



2015 r.



Fot. Grzegorz Łukaszuk - PPN

2018 r.



Fot. dr Radomir Obroślak

7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

HYBRYDOWA HYDROFITOWA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW PRZY GOSPODARSTWIE

POLSKIEJ NOBLISTKI – PANI OLGI TOKARCZUK (2020 r.) – $Q=0,8 \text{ m}^3/\text{d}$



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków w Białce nad Jeziorem Bialskim
 $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ (dla 1800 mieszkańców) – 2020 r.



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków dla Zespołu Szkół w Kocudzy

Gmina Dzwola ($Q=9,5 \text{ m}^3/\text{d}$) - 2021 r.



IX Konferencja Naukowo-Techniczna pt. „NOWE KIERUNKI BADAŃ W INŻYNIERII ŚRODOWISKA, ENERGETYCE I GEODEZJI”

6-8 września 2023 r., Janów Lubelski

7. DOŚWIADCZENIA UNIwersYTETU PRZYRODnicZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków z zamkniętym obiegiem wody w Kulczynie
na terenie Poleskiego Parku Narodowego - 2023 r. ($Q=0,4 \text{ m}^3/\text{d}$)



<https://vod.tvp.pl/programy,88/polskie-parki-narodowe-odcinki,317252/odcinek-11,S01E11,888410>



7. DOŚWIADCZENIA UNIwersYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE

Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Demonstrator hybrydowego systemu hydrofitowego do oczyszczania ścieków mleczarskich (firma Mlekovita) – 2025 r.

Obiekt został przygotowany w ramach projektu badawczego SUP-RIM pt. „Sieć badawcza uczelni przyrodniczych dla rozwoju polskiego sektora mleczarskiego – projekt badawczy”. Obszar II. Innowacyjne rozwiązania wspierające działania proekologiczne polskich zakładów mleczarskich. Projekt finansowany z dotacji celowej Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2024-2027)



7. DOŚWIADCZENIA UNIwersYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE

Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

Doktorat wdrożeniowy - mgr inż. Waldemar Raduj (Poleski Park Narodowy) 2025-2028

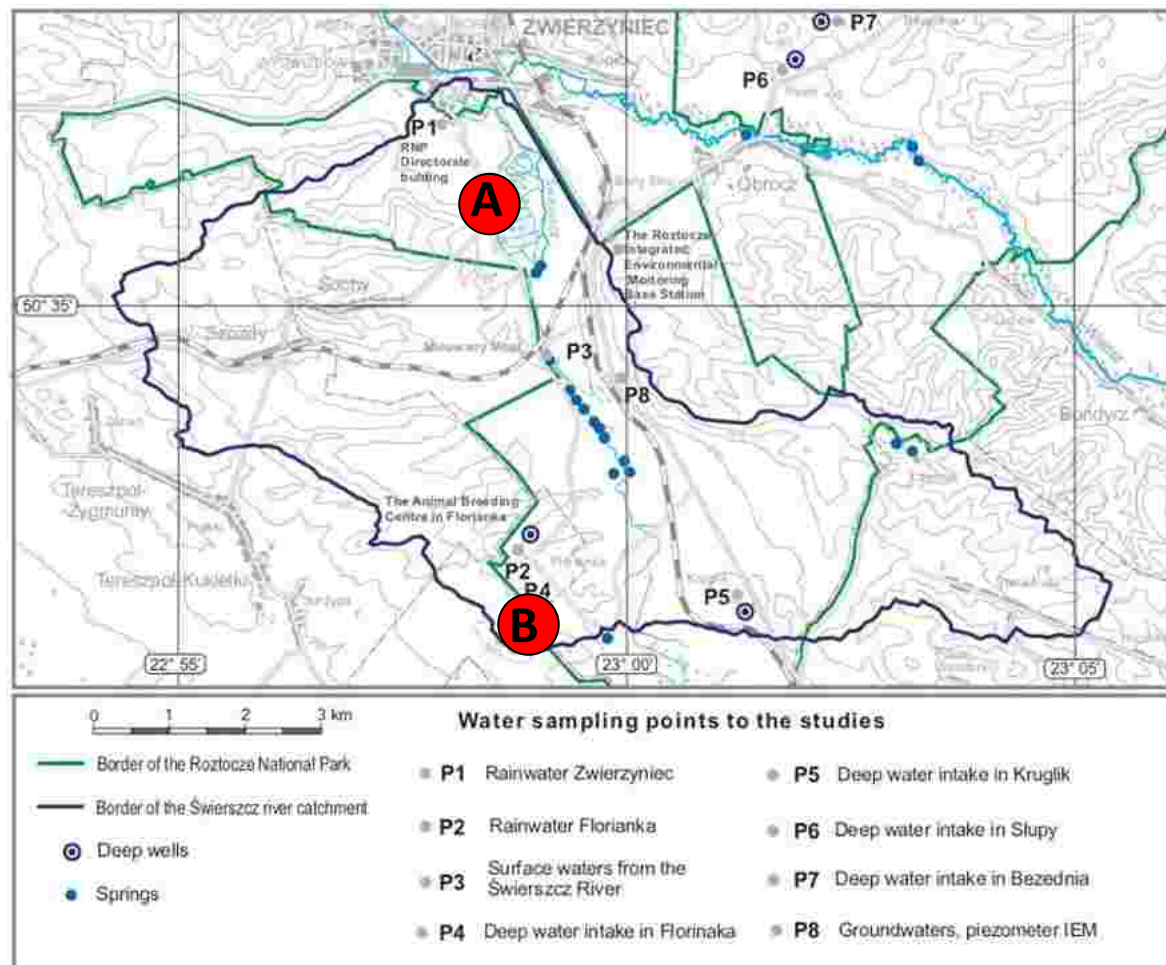
Opracowanie i wdrożenie technologii unieszkodliwiania osadów ściekowych z oczyszczalni przydomowych przy zastosowaniu metody hydrofitowej, finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego - MNIS.WTD.25.262



System hydrofitowy do odwadniania osadów ściekowych



7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY

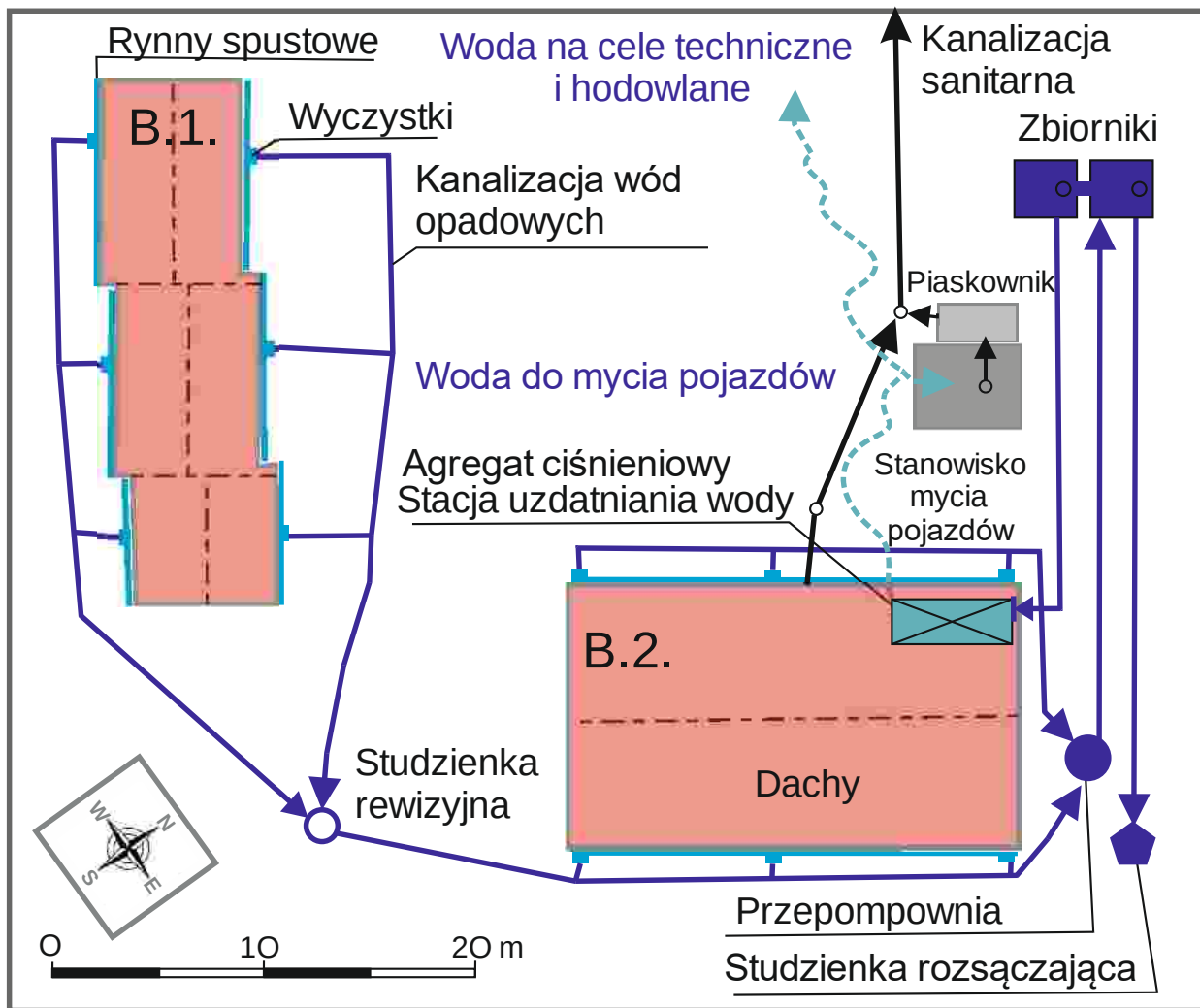


SYSTEMY DO ZAGOSPODAROWANIA WÓD OPADOWYCH NA TERENIE ROZTOCZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

A - instalacja zrealizowana w 2014 roku w budynkach dyrekcji RPN w Zwierzyncu

B - instalacja realizowana w 2026 roku w pobliżu Ośrodka Hodowli Zwierząt we Floriance

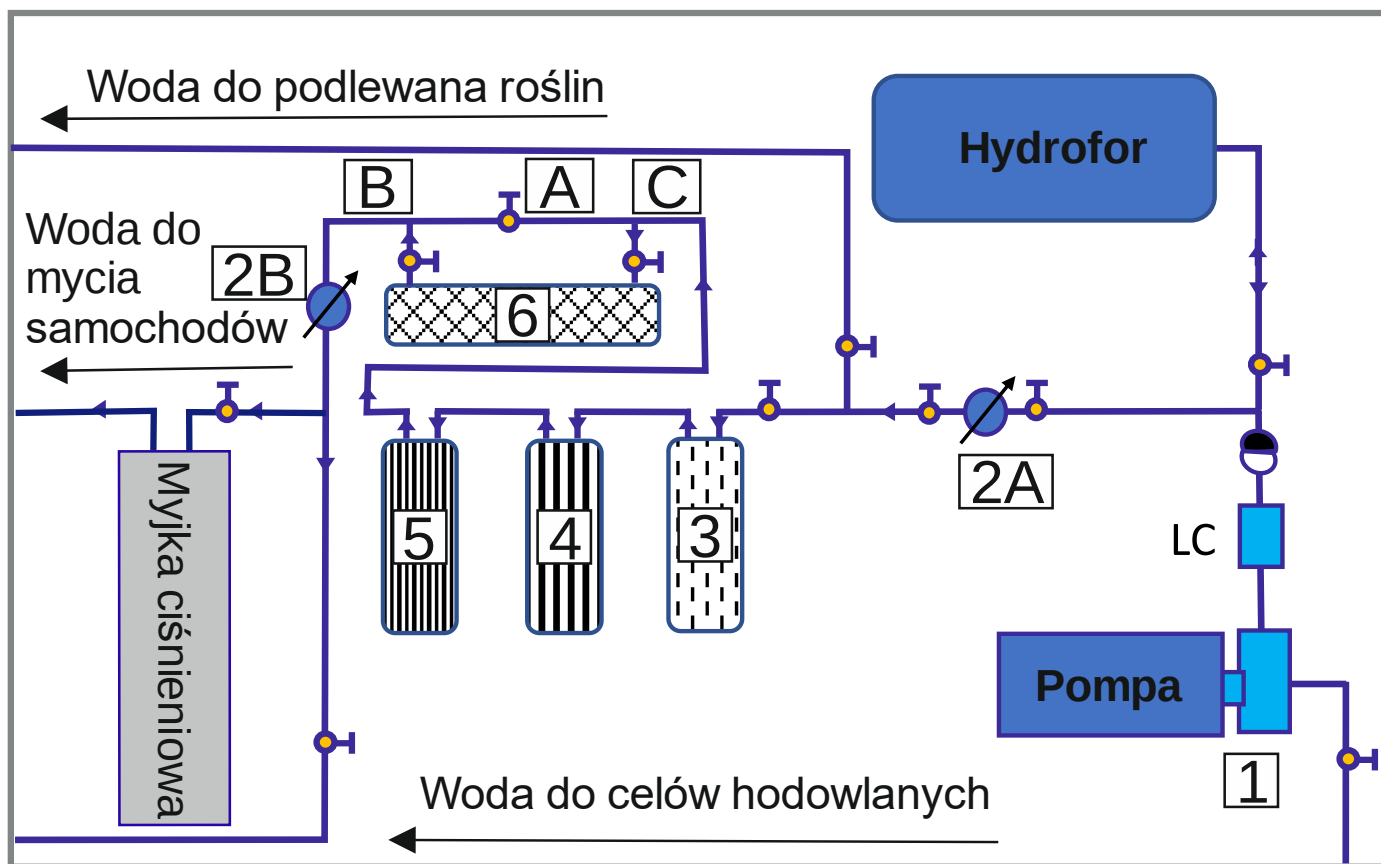
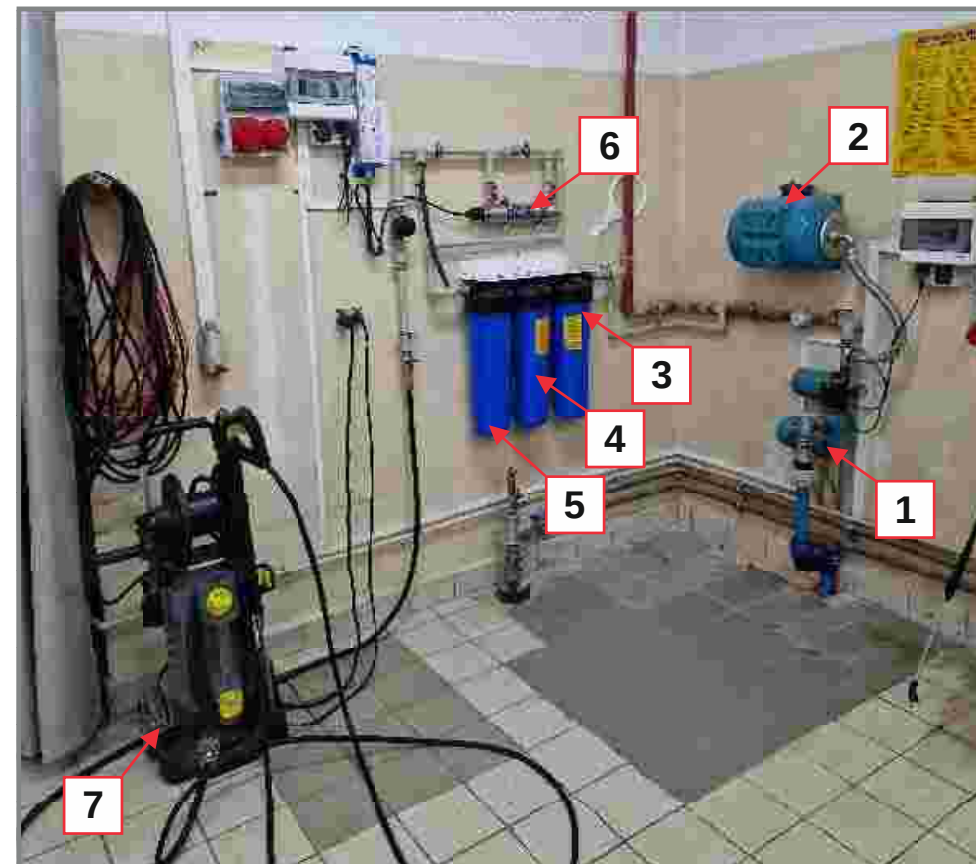
7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY



A - instalacja do zagospodarowania wód opadowych przy budynkach dyrekcji

Roztoczańskiego Parku Narodowego w Zwierzyńcu

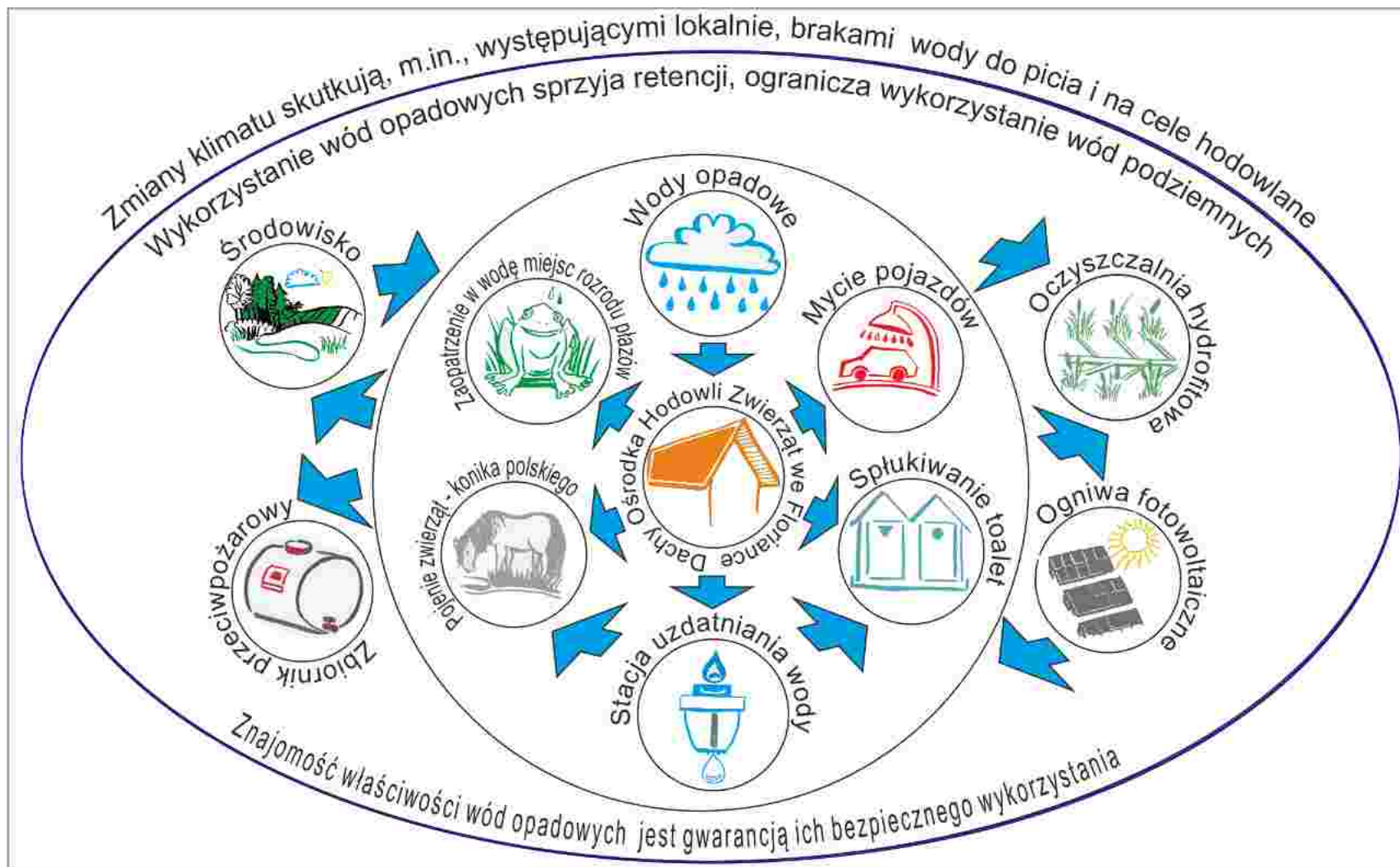
7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY



Schemat systemu do oczyszczania wody deszczowej w budynku RPN

Elementy systemu: 1 — pompa, 2A i 2B — wodomierze, 3 — filtr polipropylenowy do usuwania zanieczyszczeń mechanicznych o cząstkach większych niż 20 mikronów, 4 — filtr polipropylenowy do usuwania zanieczyszczeń mechanicznych o cząstkach większych niż 5 mikronów, 5 — filtr z węglem aktywnym, 6 — bakteriobójcza lampa UV, 7 — myjka ciśnieniowa, A, B, C — zawory do lampy UV.

7. DOŚWIADCZENIA UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE Z WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY



Schemat zrównoważonego systemu gospodarowania wodami opadowymi
w Ośrodku Hodowli Zwierząt we Florjance

Główne cele zastosowania wód
opadowych



Cele przeciwpożarowe



Woda do picia
dla Koników Polskich

CIEKAWOSTKA

NAJWIĘKSZA NA ŚWIECIE HYDROFITOWA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW

OMAN, $Q=175\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$, około 490 ha powierzchni,

oczyszczanie ścieków z pól naftowych, które są stosowane do nawadniania roślin uprawnych



Powierzchnia oczyszczalni to:
1200 boisk piłkarskich

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Krzysztof Józwiakowski

krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl

Katedra Inżynierii Środowiska

Wydział Inżynierii Produkcji

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie



https://www.youtube.com/watch?v=l1u1DQmu7PE&ab_channel=UniwersytetPrzyrodniczywLublinie