



TAKING  
**COOPERATION**  
FORWARD



Wersja 1, 10/2019 r.



**D.T1.3.1 Techniczny podręcznik szkoleniowy dla gmin:  
Gospodarka wodna o obiegu zamkniętym w gminach**



fbr, Stowarzyszenie ds. gromadzenia deszczówki i wykorzystania wody

## ❖ Recykling szarej wody

- Studium przypadku 1: Hotel ArabellaSheraton (RBC)
- Studium przypadku 2: Zintegrowana koncepcja wodna "Blok 6"
- Studium przypadku 3: Recykling szarej wody i energii z wykorzystaniem reaktora z ruchomym złożem biofilmu (MBBR) w pasywnym budynku mieszkalnym
- Studium przypadku 4: Recykling wody szarej w wielopiętrowym budynku z wykorzystaniem bioreaktora membranowego (MBR)

## ❖ Zbieranie wody deszczowej, w tym spływów ulicznych

- Studium przypadku 5: Berlin-Lankwitz



# STUDIUM PRZYPADKU 1: HOTEL ARABELLA-SHERATON



# STUDIUM PRZYPADKU 1: HOTEL ARABELLA-SHERATON

## System recyklingu szarej wody (technologia złóż obrotowych RBC) w hotelu Arabella

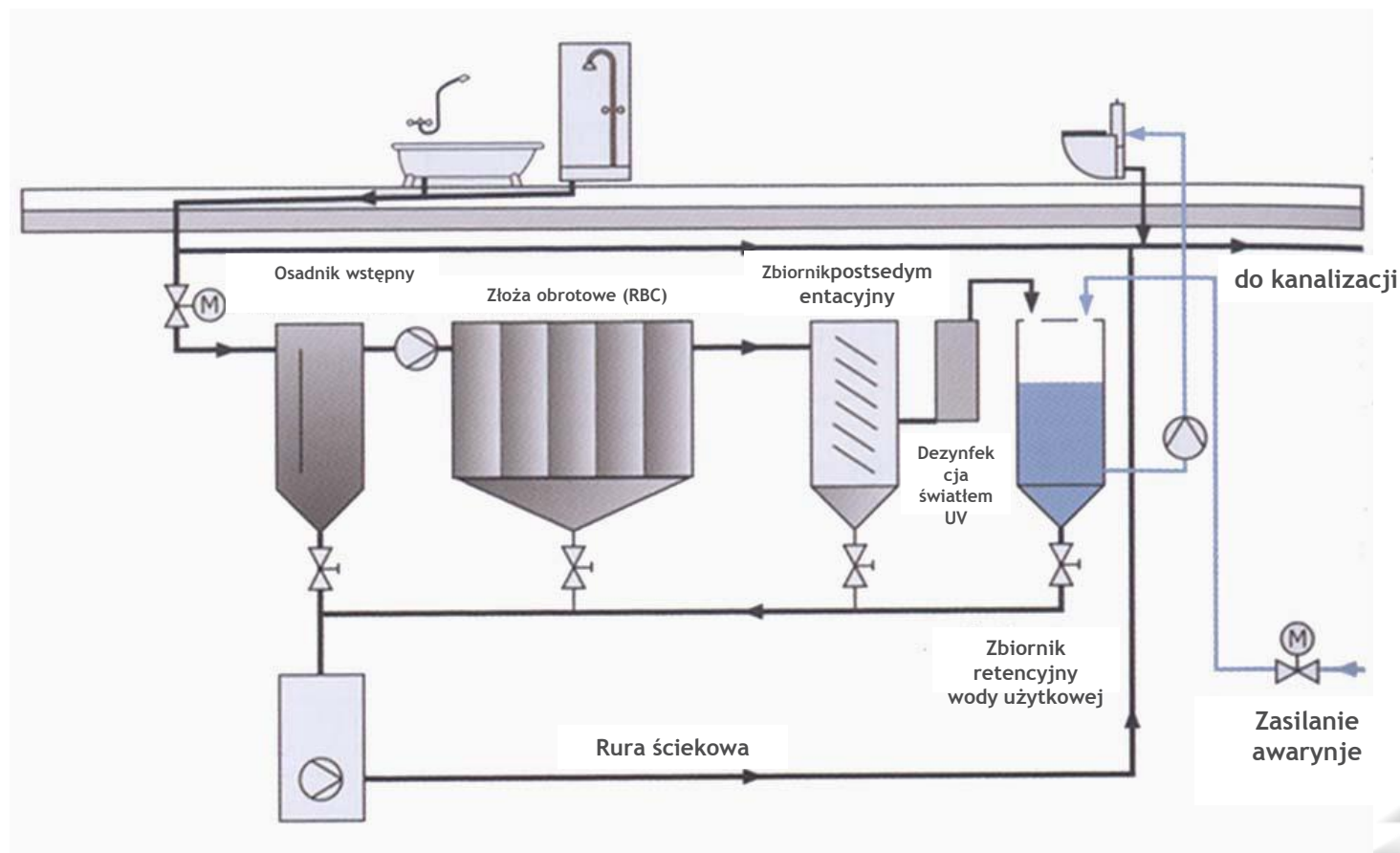


(Źródło: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 1: HOTEL ARABELLA-SHERATON

## Schemat stacji uzdatniania wody szarej w hotelu ArabellaSheraton



## Recykling szarej wody w hotelu (1995)

### Recykling szarej wody w 4-gwiazdkowym hotelu ArabellaSheraton w Offenbach

|                                      |                                                                              |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Opis                                 | Pierwsza generacja biologicznych systemów recyklingu szarej wody w Niemczech |
| System oczyszczania                  | Technologia złożów obrotowych (RBC)                                          |
| Rozpoczęcie eksploatacji             | 01/1996                                                                      |
| Wydajność                            | 20 m <sup>3</sup> /d (na 221 pokoi, 380 łóżek)                               |
| Potrzebna powierzchnia               | 2 parkingi, 5,7m x 6,7m = 38 m <sup>2</sup>                                  |
| Źródła szarej wody                   | Prysznice i wanny                                                            |
| Opcje ponownego wykorzystania        | Splukiwanie toalet, nawadnianie                                              |
| Całkowite zapotrzebowanie na energię | 1.35 kWh/m <sup>3</sup> łącznie z dystrybucją wody użytkowej                 |
| Oszczędność wody                     | 5.000 m <sup>3</sup> /r, czas zwrotu mniejszy niż 7 lat                      |



# STUDIUM PRZYPADKU 1: HOTEL ARABELLA-SHERATON

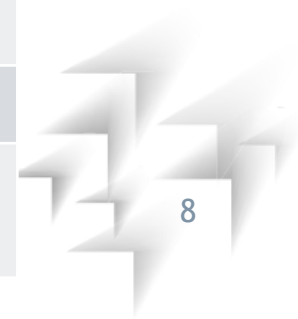
## Specyfikacje techniczne

|                                               |                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Rury odprowadzające szarą wodę                | DN150 x 2                                                 |
| Zbiornik magazynowy i osadnik wstępny         | łącznie 6.8 m <sup>3</sup>                                |
| Technologia złóż obrotowych (6 jednostek RBC) | 6 x 1 m <sup>3</sup><br>Łącznie czas retencji<br>HRT: 8 h |
| Osadnik                                       | 2.4 m <sup>3</sup>                                        |
| Urządzenie do dezynfekcji UV                  | 50 Watt                                                   |
| Zbiorniki wody użytkowej                      | łącznie 6.8 m <sup>3</sup>                                |
| Pompy wspomagające                            | 3 pompy x 1 kW, 5 bar                                     |

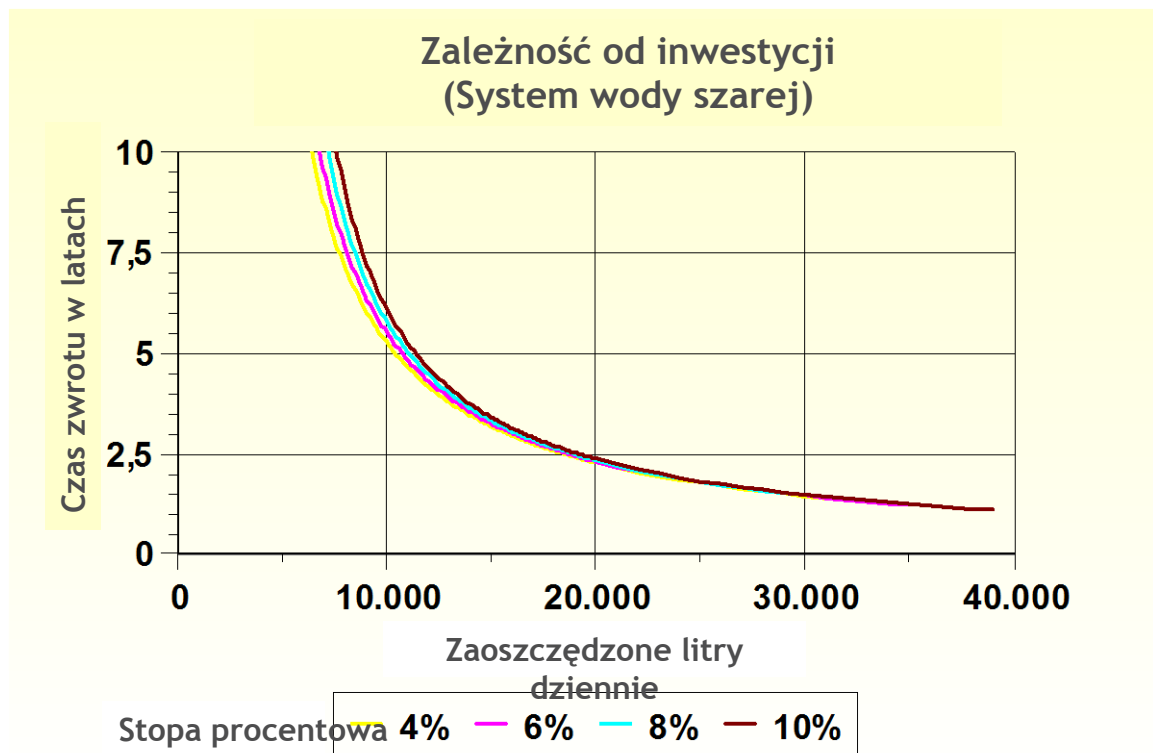


# STUDIUM PRZYPADKU 1: HOTEL ARABELLA-SHERATON

|                                                    |                                                                                                                               | Koszty roczne<br>(Euro/rok) |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b><i>Inwestycja początkowa</i></b>                |                                                                                                                               |                             |
| System oczyszczania z planowaniem                  | 72,000 €                                                                                                                      |                             |
| System podwójnych przewodów rurowych z planowaniem | ok. 100.000 €                                                                                                                 |                             |
| <b><i>Koszty operacyjne</i></b>                    |                                                                                                                               | <b>5.680</b>                |
| Koszty energii                                     | Zapotrzebowanie na energię:<br>1.35 kWh/m <sup>3</sup><br>oczyszczonej szarej wody<br>Cena energii elektrycznej: 0.3<br>€/kWh | 2000                        |
| Wewnętrzne koszty utrzymania                       |                                                                                                                               | 1.040                       |
| Konserwacja przez producenta                       |                                                                                                                               | 1.200                       |
| Koszty naprawy                                     |                                                                                                                               | 1.440                       |
| <b><i>Oszczędności</i></b>                         |                                                                                                                               |                             |
| Ograniczenie zużycia wody pitnej                   | 5.000 m <sup>3</sup> wody pitnej<br>zaoszczędzonej rocznie (cena<br>wody pitnej: 6 €/m <sup>3</sup> )                         | <b>30.000</b>               |



# STUDIUM PRZYPADKU 1: HOTEL ARABELLA-SHERATON



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Faza I: Sztuczne mokradła do recyklingu szarej wody (1987)



Sztuczne mokradła



Podłoże  
trzcinowe



Laguna  
beztlenowa



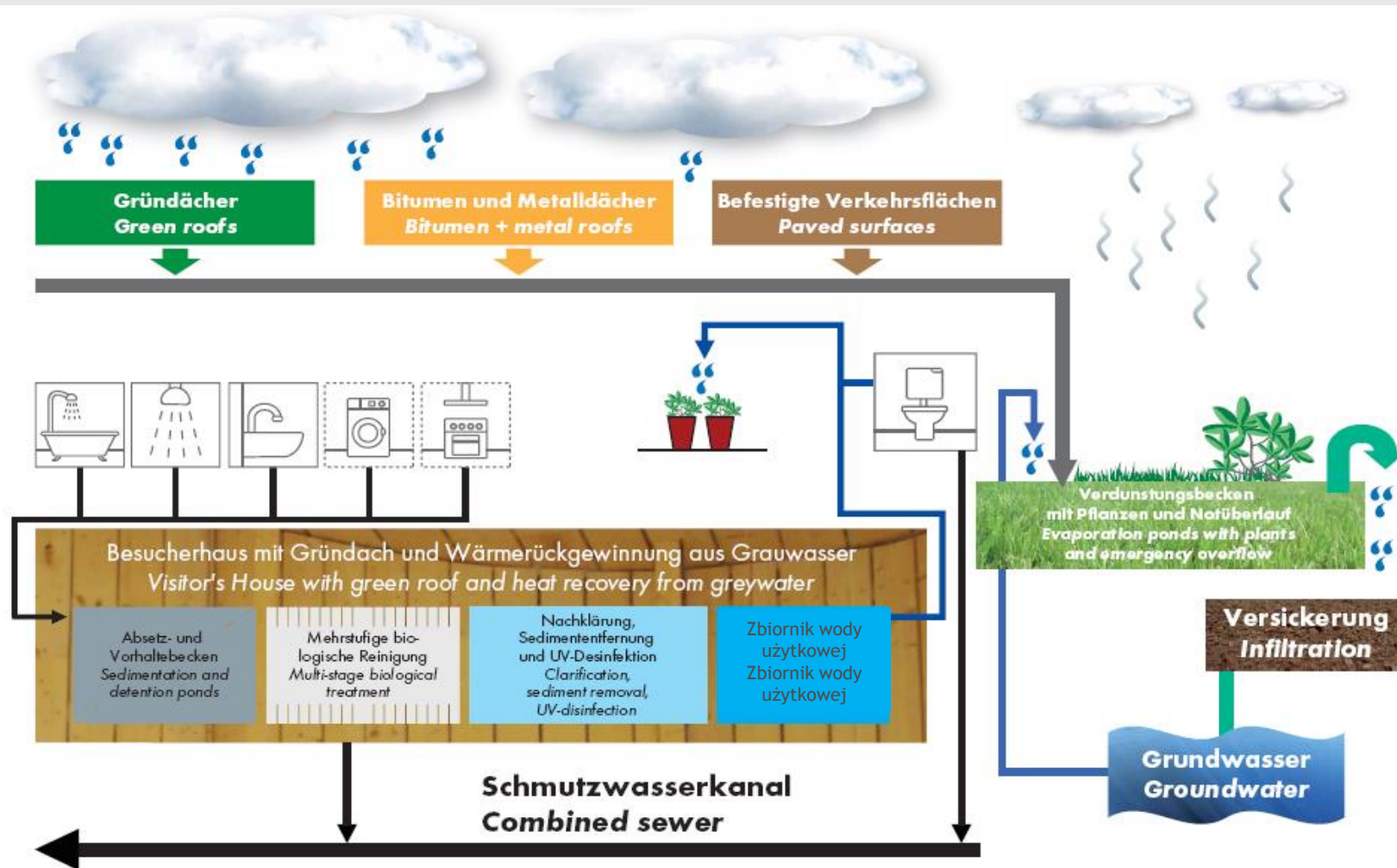
# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Zintegrowana koncepcja wodna "Blok 6" - Berlin do 2006 r

| Faza I: 1987                                              | Gospodarka wód opadowych                                                                                                                                             | Recykling szarej wody                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opis                                                      | 3 wielopiętrowe budynki zamieszkałe przez ok. 250 osób w centrum Berlina                                                                                             |                                                                                                                                                                        |
| Infrastruktura                                            | Podwójny system rurociągów, wodoszczędna armatura i rozwiązania oszczędzające wodę, wodomierze;<br>Odłączenie od kanalizacji miejskiej (bez opłat za wodę deszczową) |                                                                                                                                                                        |
| Potrzebna powierzchnia                                    | Podłoże trzcinowe 100 m <sup>2</sup> + staw z wodą deszczową                                                                                                         | 900 m <sup>2</sup> podłoże trzcinowe                                                                                                                                   |
| Projekt systemu                                           | Staw na wodę deszczową graniczący ze sztucznymi mokradłami; trzcinowisko; parowanie                                                                                  | Sztuczne mokradła (790 m <sup>2</sup> filtr z obsadzonej gleby) + laguna beztlenowa (110 m <sup>2</sup> )                                                              |
| Źródła wody deszczowej/szarej i ich ponowne wykorzystanie | 2 350 m <sup>2</sup> powierzchni dachowej<br>650 m <sup>2</sup> uszczelnionych powierzchni                                                                           | Umywalki, prysznice, wanny, kuchnia i pralki Ponowne użycie: sptukiwanie toalet i nawadnianie                                                                          |
| Problemy                                                  |                                                                                                                                                                      | Wysokie tempo parowania, masowy porost glonów, zatykanie się filtra glebowego.<br>Sztuczne mokradła zostały zamknięte w 1993 r. z powodu wysokich kosztów operacyjnych |



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"



(Źródło: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Zintegrowana koncepcja wodna "Blok 6", Berlin, od 2006 r

| Faza II*: 2006                                            | Gospodarka wód opadowych                                                                                                                                                                        | Recykling szarej wody                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opis                                                      | 3 wielopiętrowe budynki zamieszkałe przez ok. 250 osób w centrum Berlina                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                             |
| Infrastruktura                                            | Podwójny system rurociągów, wodoszczędna armatura i rozwiązania oszczędzające wodę, wodomierze;<br>Odłączenie od kanalizacji miejskiej (bez opłat za wodę deszczową)                            |                                                                                                                                                                                             |
| Potrzebna powierzchnia                                    | 1 000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                            | 50 - 100 m <sup>2</sup><br>umieszczone na terenie dawnej laguny beztlenowej                                                                                                                 |
| Projekt systemu                                           | Staw z wodą deszczową i rów konturowy z roślinnością; parowanie, trzcinowiska                                                                                                                   | Oczyszczanie biologiczno-mechaniczne z wykorzystaniem reaktora z ruchomym łóżem biologicznym (MBBR), a następnie dezynfekcja światłem UV<br>Dobowa wydajność czyszczenia: 10 m <sup>3</sup> |
| Źródła wody deszczowej/szarej i ich ponowne wykorzystanie | 2 350 m <sup>2</sup> powierzchni dachowej<br>650 m <sup>2</sup> uszczelnionych powierzchni                                                                                                      | Umywalki, prysznice, wanny, <b>kuchnia i pralki</b><br>Ponowne wykorzystanie: spłukiwanie toalet and nawadnianie                                                                            |
| Zalety                                                    | Mniejsze wymagania przestrzenne, większa stabilność procesu, wysoka jakość wody użytkowej, niskie koszty utrzymania; 3 mln litrów wody pitnej zaoszczędzonych rocznie; niższe koszty operacyjne |                                                                                                                                                                                             |

\* Po likwidacji starego zakładu i rekonstrukcji

# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Gospodarka wód opadowych

Cała woda deszczowa wyparowuje w stawach na wodę deszczową i przenika do rowu konturowego porośniętego roślinnością.

### Zalety:

- Obniżenie kosztów opłat za wodę deszczową (brak opłat za korzystanie z wody deszczowej z powodu odłączenia od kanalizacji)
- Zmniejszenie obciążenia wodociągów publicznych
- Poprawa mikroklimatu
- Pojawienie się nowego biotopu i specyficznej roślinności
- Siedlisko dla ptaków i owadów
- Otwarta przestrzeń zielona



(Źródło: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

Parowanie wody deszczowej na gęsto zaludnionych obszarach miejskich w celu chłodzenia i poprawy mikroklimatu



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Parowanie wody deszczowej i infiltracja



(Źródło: Nolde i Partner)

TAKING COOPERATION FORWARD

# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Oczyszczanie wody szarej, w tym brudnej wody z kuchni i pralni

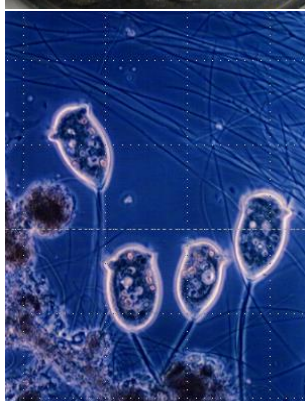
Szara woda z wanien,  
pryszniców, pralek i  
kuchni

Przepuszczanie  
przez sito i  
sedymentacja

Wieloetapowe  
oczyszczanie biologiczne  
bez użycia chemikaliów

Usuwanie cząsteczek  
(sedymentacja)  
dezynfekcja światłem  
UV

Wykorzystanie wody  
użytkowej w budynkach  
(WC) i do produkcji  
żywności

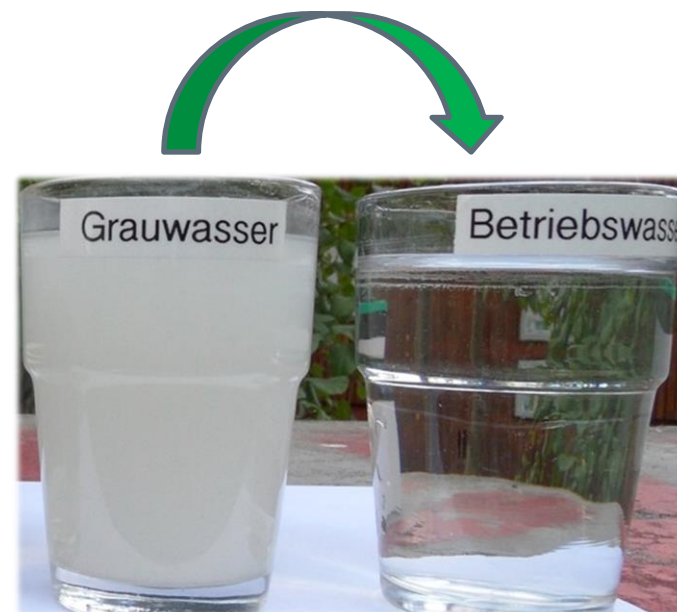


# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Reaktor z ruchomym złożem biologicznym (MBBR)



(Źródło: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Recykling szarej wody

Szara woda o niskim i wysokim obciążeniu z 71 mieszkań (250 osób) jest oczyszczana i ponownie wykorzystywana do spłukiwania toalet i nawadniania.

### Zalety:

- Obniżenie kosztów opłat za wodę pitną
- Wysokiej jakości woda użytkowa
- Ochrona wód słodkich
- Odciążenie środowiska i kanalizacji
- Brak zastosowania środków chemicznych do uzdatniania wody szarej
- Roczna oszczędność wody pitnej na poziomie ok. 3 mln litrów



# STUDIUM PRZYPADKU 2: ZINTEGROWANA KONCEPCJA WODNA "BLOK 6"

## Specyfikacje techniczne

|                                               |                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Stężenia ChZT w zanieczyszczonej wodzie       | 500 -1 000 mg/l                                           |
| Podczyszczanie                                | Komora separowania tłuszczu i piasku oraz sito            |
| Reaktor z ruchomym złożem biologicznym (MBBR) | 10 zbiorników o pojemności 1,5 m <sup>3</sup> każdy       |
| Oczyszczanie wtórne                           | Filtr piaskowy                                            |
| Jednostka do dezynfekcji UV                   | 50 Watt                                                   |
| Inne jednostki                                | Pompa wspomagająca, system rezerwowy zasilania sieciowego |
| Cena wody użytkowej                           | 3.50 €/m <sup>3</sup>                                     |



# STUDIUM PRZYPADKU 3: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

## Recykling wody szarej i energii w pasywnym domu mieszkalnym



# STUDIUM PRZYPADKU 3: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

## Dane projektowe pasywnego domu mieszkalnego w Berlinie

|                                                  |                                                  |                                        |                               |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| Przestrzeń mieszkalna                            | 4.600 m <sup>2</sup>                             | Liczba mieszkańców                     | 123                           |
| Liczba mieszkań                                  | 41                                               | Powierzchnia handlowa                  | 650 m <sup>2</sup>            |
| Parking podziemny                                | 23                                               | Liczba lokali handlowych               | 4                             |
| Powierzchnia gruntu                              | 2.083 m <sup>2</sup>                             | Powierzchnia użytkowa brutto           | 6.620 m <sup>2</sup>          |
| Izolacja cieplna                                 | 26 cm                                            | Ogród                                  | 1.100 m <sup>2</sup>          |
| Ogrzewanie pomieszczeń                           | 73.400 kWh/r.                                    | Podgrzewanie ciepłej wody              | 103.636 kWh/r.<br>(284 kWh/d) |
| Ogrzewanie gazowe dostarczane z elektrociepłowni | 16 kW <sub>elec.</sub><br>35 kW <sub>term.</sub> | Energia słoneczna:<br>92 Moduły 20 kWp | 18.000 kWh/r.                 |

## Recykling szarej wody i ciepła

|                                                                        |                                                         |                                                                                                                   |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Recykling szarej wody                                                  | 3 m <sup>3</sup> /d<br>(1,000 m <sup>3</sup> /r.)       | Odzyskiwanie ciepła z szarej wody                                                                                 | 12.5 kWh <sub>therm.</sub> /m <sup>3</sup><br>ok. 13,000 kWh/r. |
| Jakość wody: BZT <sub>7</sub>                                          | <3mg/l)                                                 | Jakość wody: zmętnienie                                                                                           | <1- 2 NTU                                                       |
| Jakość wody: Higiena                                                   | Zgodnie z wytycznymi UE dotyczącymi wody w kąpieliskach |                                                                                                                   |                                                                 |
| Łączna powierzchnia recyklingu szarej wody i instalacji odzysku ciepła | 9 m <sup>2</sup>                                        | Całkowite koszty instalacji (łącznie z kosztami instalacji i podatkami) na m <sup>2</sup> powierzchni mieszkalnej | 11.30 €/m <sup>2</sup>                                          |



# STUDIUM PRZYPADKU 3: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

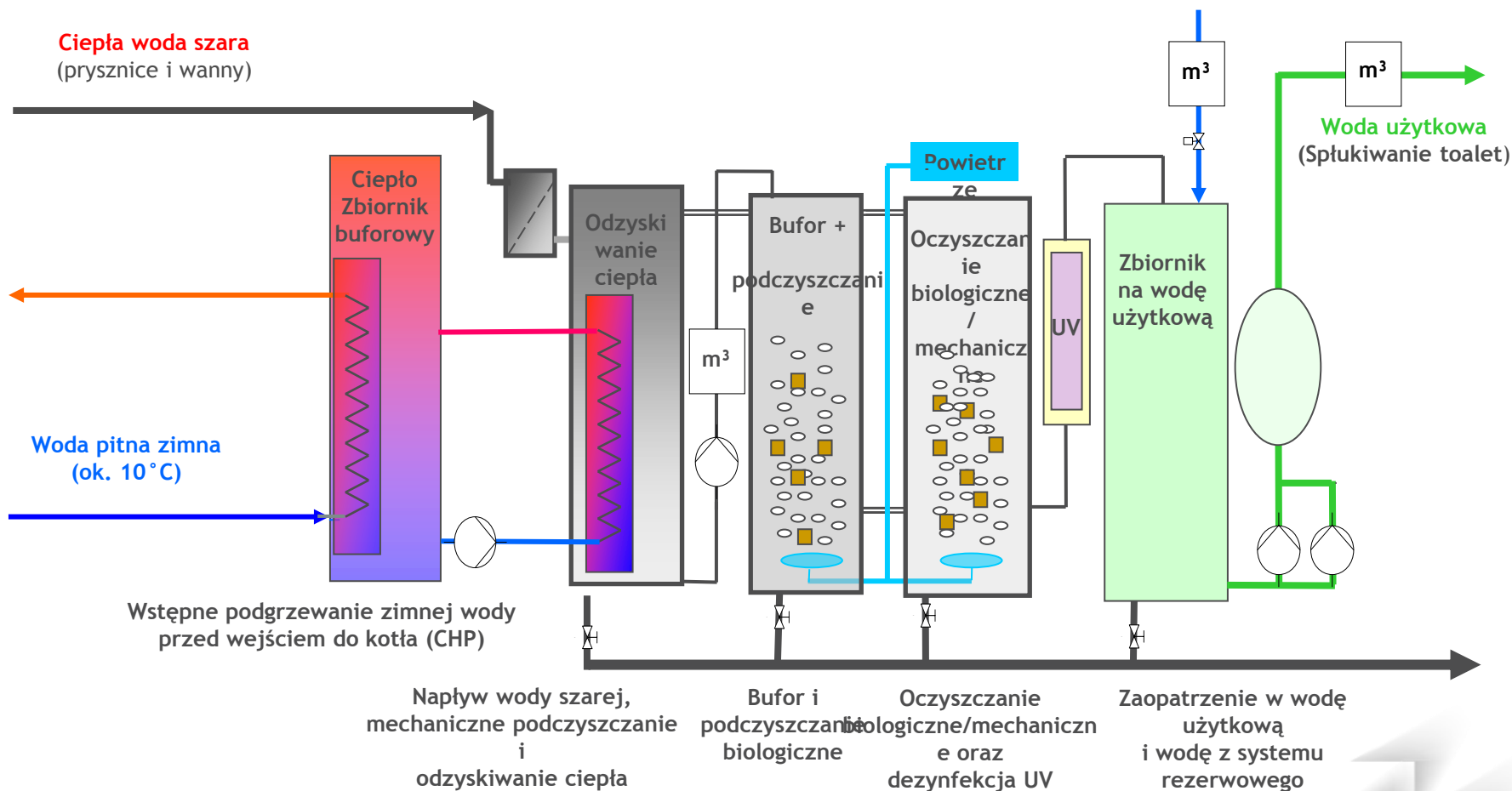
## Specyfikacje techniczne

|                                               |                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Stężenia ChZT w zanieczyszczonej wodzie       | ok. 200 mg/l                                              |
| Podczyszczanie                                | Sito                                                      |
| Reaktor z ruchomym złożem biologicznym (MBBR) | 3 zbiorniki o pojemności 1 m <sup>3</sup> każdy           |
| Oczyszczanie wtórne                           | Zintegrowana sedymentacja w bioreaktorze końcowym         |
| Jednostka do dezynfekcji UV                   | 50 Watt                                                   |
| Inne jednostki                                | Pompa wspomagająca, system rezerwowy zasilania sieciowego |
| Cena wody użytkowej                           | 3.50 €/m <sup>3</sup>                                     |



# STUDIUM PRZYPADKU 4: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

## Recykling szarej wody i odzysk ciepła z szarej wody

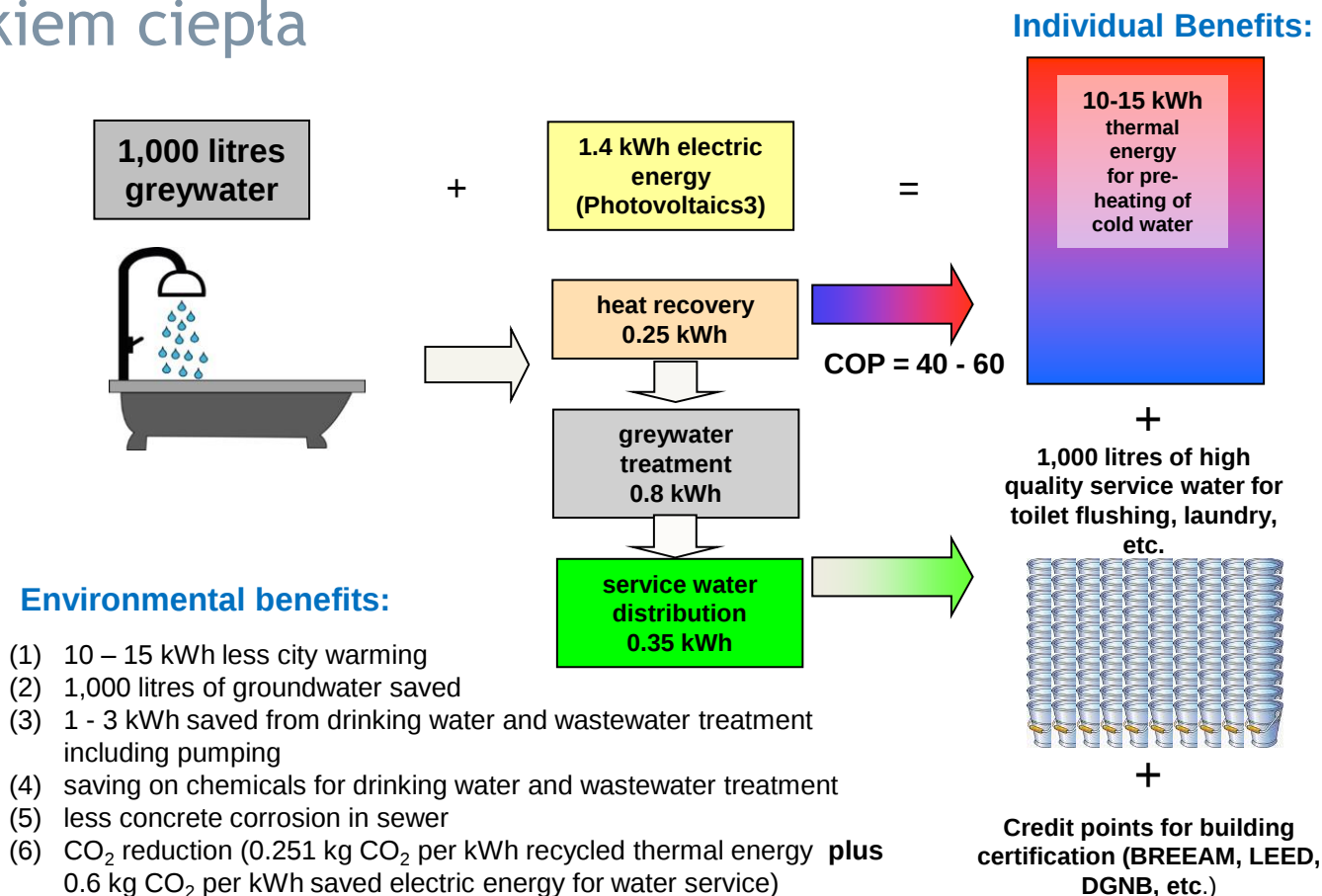


(Źródło: Nolde i Partner)



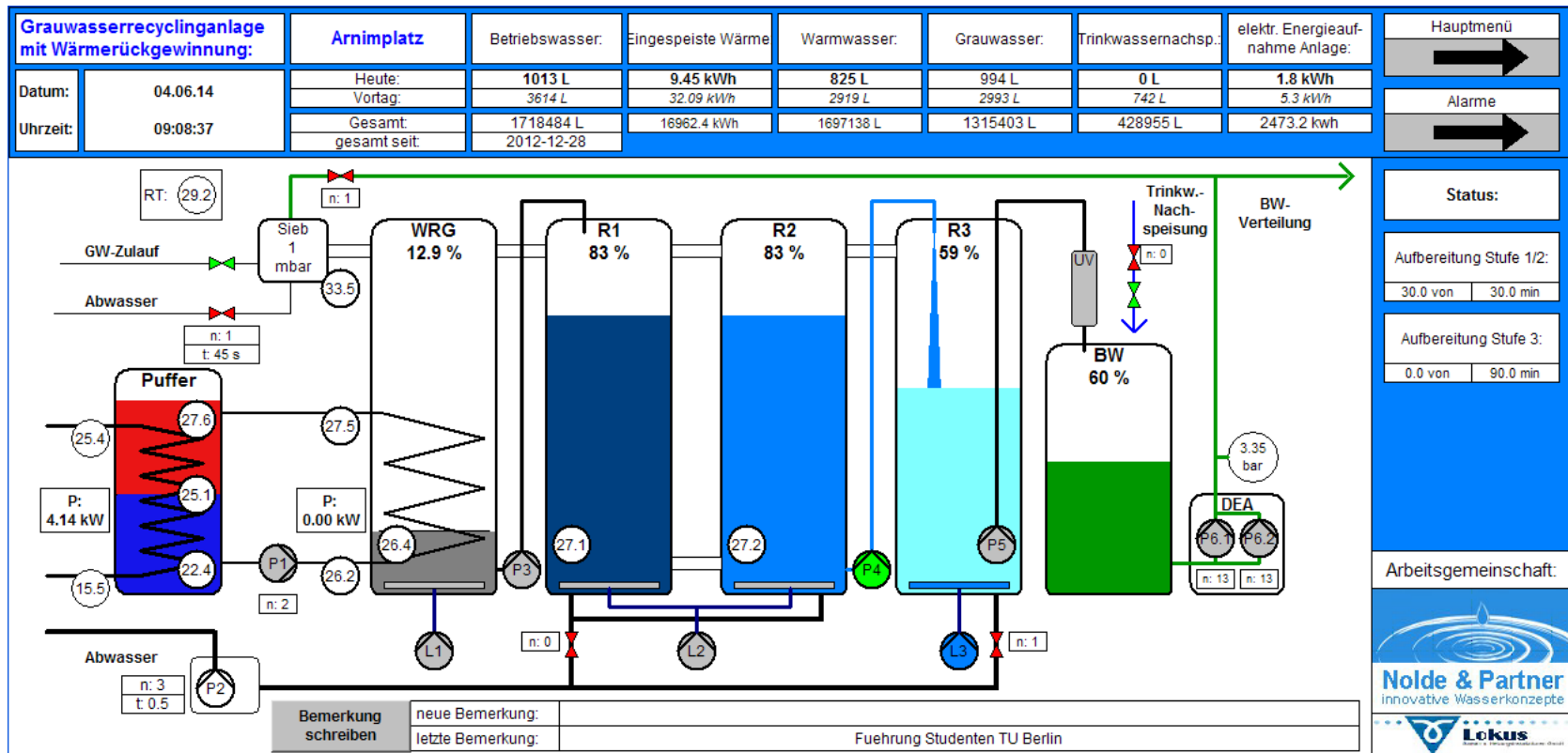
# STUDIUM PRZYPADKU 3: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

## Korzyści płynące z recyklingu szarej wody połączonego z odzyskiem ciepła



# STUDIUM PRZYPADKU 3: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

## Monitorowanie i kontrola systemu przez Internet



(Źródło: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 3: RECYKLING WODY SZAREJ I ENERGII

Recykling szarej wody w połączeniu z odzyskiem ciepła  
(wyniki dwuletniego programu badań i monitoringu)



**Wymagania przestrzenne**  
(prototyp):

$9 \text{ m}^2 = 0,1 \text{ m}^2/\text{P}$   
**Inwestycja** (prototyp wraz z dodatkowymi kosztami monitoringu):  
11.30 €/m<sup>2</sup> za lokal lub 825 €/os. z montażem

i 19% VAT

**Redukcja kosztów wody:**

5 000 €/r. dzięki wytwarzaniu  
1.100 m<sup>3</sup> /r. wysokiej jakości wody  
użytkowej

**Oszczędność energii** dzięki  
odzyskiwaniu ciepła:

13.000 kWh/r., ok. 1.000 €/r.

**Konserwacja i eksploatacja:**

Zapotrzebowanie na energię  
elektryczną: 1.700 kWh/r., ok. 500  
€/r.

Materiały eksploatacyjne: <50 €/r.

Konserwacja: <1 dzień/r.



# STUDIUM PRZYPADKU 4: RECYKLING SZAREJ WODY WYKORZYSTANIEM REAKTORA MBR

## Recykling wody szarej w wielopiętrowym budynku w Berlinie



(Zdjęcie: Nolde i Partner)



(Zdjęcie: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 4: RECYKLING WODY SZAREJ WYKORZYSTANIEM REAKTORA MBR

Zewnętrzna cysterna betonowa na wodę szarą umieszczona pod ziemią



(Zdjęcie: Nolde i Partner)

System recyklingu szarej wody (MBR) umieszczony w piwnicy



(Zdjęcie: Nolde i Partner)



# STUDIUM PRZYPADKU 4: RECYKLING WODY SZAREJ Z WYKORZYSTANIEM REAKTORA MBR

## Recykling wody szarej za pomocą bioreaktora membranowego (MBR)

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opis lokalizacji         | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Wielopiętrowy budynek w Berlinie</li><li>○ Woda szara z 55 mieszkań (123 osoby)</li><li>○ Źródła szarej wody: wyłącznie prysznice i wanny</li><li>○ Wykorzystanie wody z recyklingu w 63 mieszkaniach do spłukiwania toalet</li></ul>                                                                                                        |
| Rozpoczęcie eksploatacji | 2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Potrzebna powierzchnia   | 3 m <sup>2</sup> (piwnica)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zbiórka wody szarej      | Gromadzenie wody szarej na zewnątrz w betonowej cysternie o pojemności 5 m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Projekt systemu          | Oczyszczanie wody szarej odbywa się wewnątrz (piwnica) w bioreaktorze membranowym (MBR)<br>Pompa wspomagająca również umieszczona w piwnicy                                                                                                                                                                                                                                          |
| Wydajność oczyszczania   | 4 m <sup>3</sup> / d                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zużycie energii          | 1.5 kWh/m <sup>3</sup> dla MBR<br>2.3 kWh/m <sup>3</sup> dla całkowitej pracy systemu                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Działanie                | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 2015-2018: Początkowe problemy z zanieczyszczeniem i zatkanie membran</li><li>○ Restrukturyzacja i nowa membrana: od 05/2018 bezawaryjna praca i wysoka jakość wody po wymianie membrany i instalacji nowego urządzenia elektronicznego. System oczyszczania wody szarej został również przeniesiony z zewnątrz do wnętrza budynku</li></ul> |

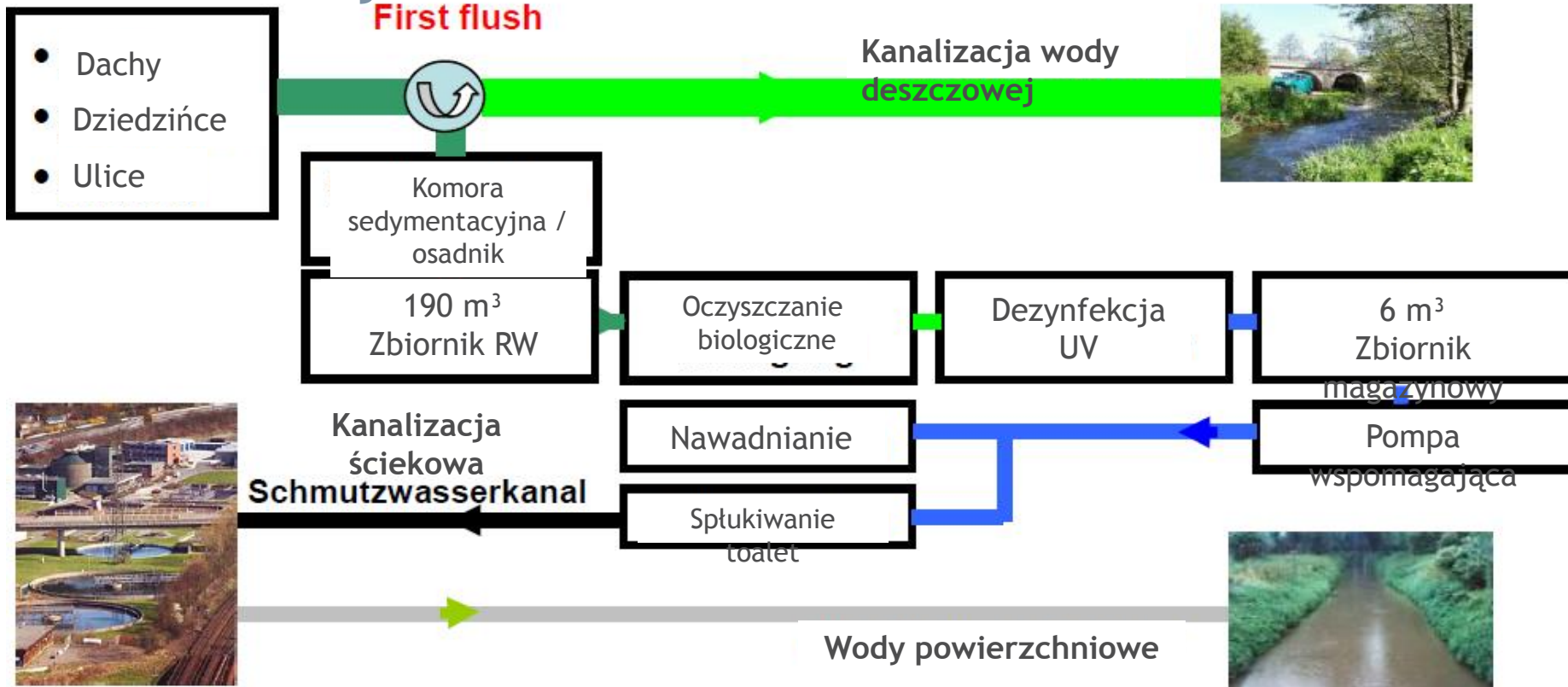


## STUDIUM PRZYPADKU 5 ZBIERANIE WODY DESZCZOWEJ (W TYM SPŁYWY ULICZNE)

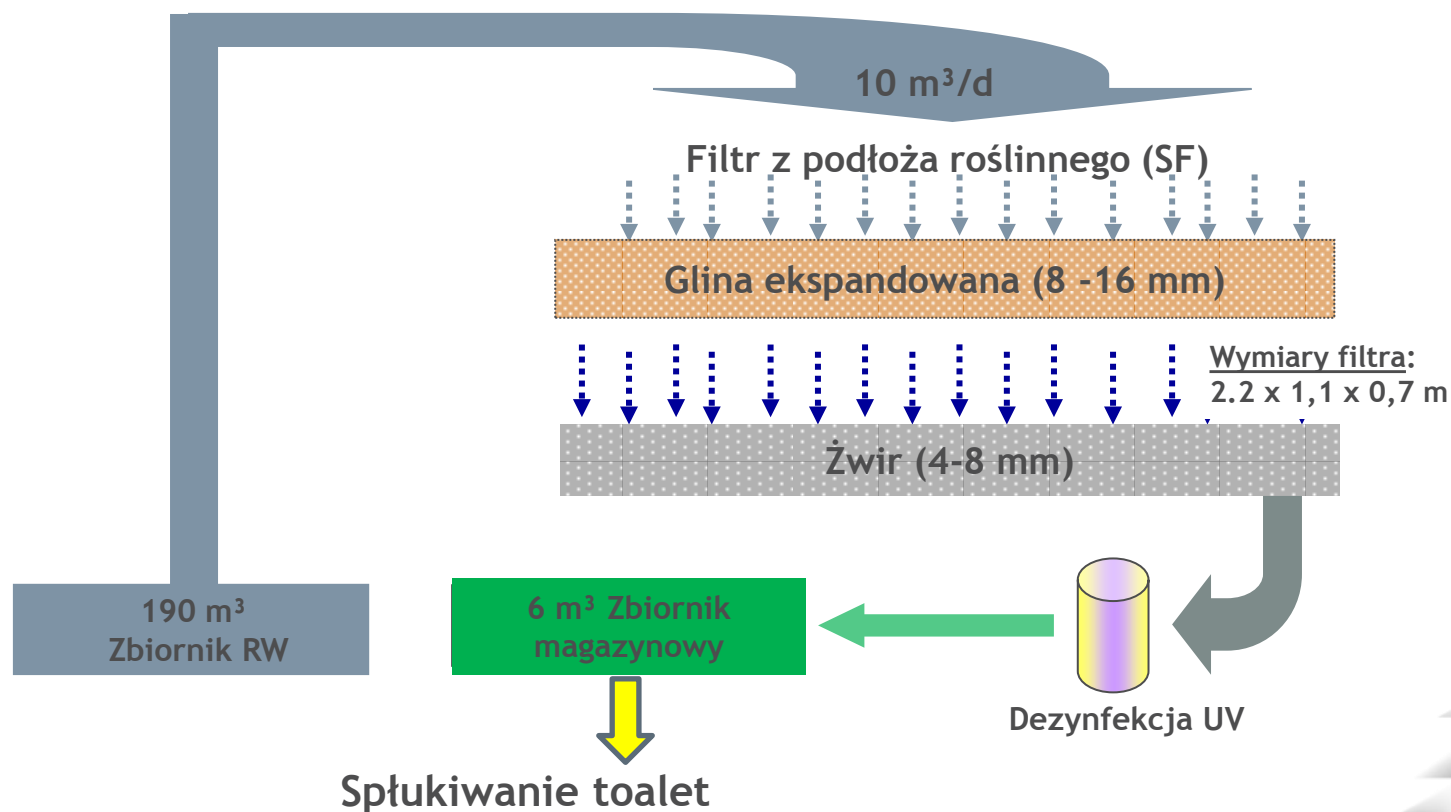
### Zbiórka wody opadowej w Berlinie-Lankwitz



### Schemat przepływów w systemie uzdatniania wody deszczowej



## Projekt systemu



# STUDIUM PRZYPADKU 5

## ZBIERANIE WODY DESZCZOWEJ (W TYM SPŁYWY ULICZNE)



Kanalizacja deszczowa z  
przetącnikiem kierunkowym



Filtr z ziemi obsadzonej roślinami  
wewnątrz budynku



# STUDIUM PRZYPADKU 5

## ZBIERANIE WODY DESZCZOWEJ (W TYM SPŁYWY ULICZNE)

### Zbieranie wody deszczowej, w tym spływów ulicznych, Berlin

|                               |                                                                                                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Charakterystyka               | Pierwszy projekt tego rodzaju w Berlinie, obejmujący spływy uliczne w ramach zbierania wody opadowej              |
| Rozpoczęcie projektu          | 2000                                                                                                              |
| Powierzchnia zbiórki          | Powierzchnie dachów i dziedzińców, w tym uszczelnione powierzchnie uliczne                                        |
| Obszar zlewni                 | 12.000 m <sup>2</sup> uszczelnionych powierzchni                                                                  |
| Zbiornik wody opadowej        | 190 m <sup>3</sup> ; woda deszczowa jest odprowadzana z kanalizacji deszczowej (łącznie z pierwszym spłukiwaniem) |
| Podczyszczanie                | Komora sedymentacyjna i osadnik (łapacz piasku)                                                                   |
| Oczyszczanie biologiczne      | Filtr z ziemi obsadzonej roślinami i dezynfekcja UV                                                               |
| Wydajność oczyszczania        | 10 m <sup>3</sup> /d                                                                                              |
| Opcja ponownego wykorzystania | Spłukiwanie toalet (200 osób) i nawadnianie                                                                       |



# STUDIUM PRZYPADKU 5

## ZBIERANIE WODY DESZCZOWEJ (W TYM SPŁYWY ULICZNE)

Jakość wody użytkowej z systemu zbierania wody deszczowej  
w porównaniu z jakością wody pitnej w Berlinie

Woda pitna w Berlinie  
(typowe stężenia)

| Parameter                      | Ablauf Sandfilter |       |        |
|--------------------------------|-------------------|-------|--------|
|                                | Max               | Min   | Mittel |
| LF [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ] | 199,00            | 60,00 | 103,38 |
| Trans [%]                      | 97,10             | 24,00 | 83,79  |
| TOC                            | 5,30              | 1,26  | 2,49   |
| BSB <sub>7</sub>               | 3,00              | 0,59  | 0,86   |
| CSB                            | 15,80             | 4,56  | 6,82   |
| N <sub>ges</sub>               | 3,82              | 0,69  | 2,06   |
| P <sub>ges</sub>               | 0,174             | 0,014 | 0,089  |
| Cl                             | 17,22             | 0,81  | 4,05   |
| NO <sub>2</sub> -N             | 0,131             | 0,006 | 0,063  |
| NO <sub>3</sub> -N             | 3,512             | 0,364 | 1,726  |
| PO <sub>4</sub>                | 1,65              | 0,09  | 0,28   |
| SO <sub>4</sub>                | 19,51             | 2,72  | 7,09   |
| Na                             | 7,69              | 1,13  | 5,12   |
| Mg                             | 2,07              | 0,05  | 1,47   |
| Ca                             | 19,76             | 6,68  | 15,74  |
| HH <sub>4</sub> -N             | 6,61              | 0,47  | 3,54   |

← Przepuszcz.: 813  
 $\mu\text{S}/\text{cm}$

← TOC: 4.5 mg/l

← SO<sub>4</sub>: 180 mg/l

← Mg: 13 mg/l

← Ca: 110 mg/l

- Potencjał oszczędności wody pitnej:  
70% zapotrzebowania na wodę do spłukiwania toalet (80 mieszkań)  
= 2.500 m<sup>3</sup> /r.
- Wymagania higieniczne zostały spełnione
- Tylko niezanieczyszczona część wody deszczowej trafia do wód powierzchniowych  
➡ odciążenie środowiska naturalnego

