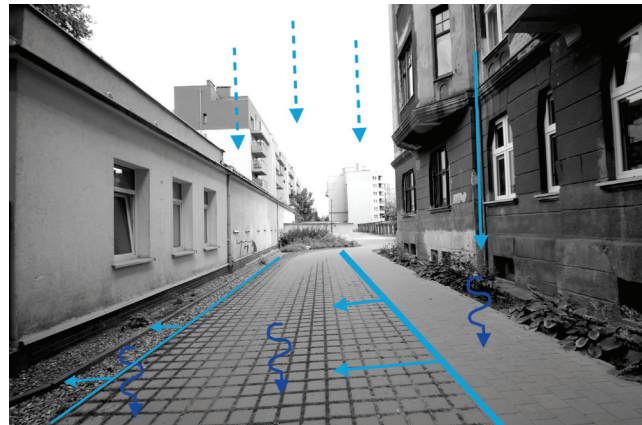


Rys. 2. Elementy systemu – wjazd; źródło: autor



Rys. 3. Schemat działania systemu – wjazd; źródło: autor

Zwiększenie pojemności retencyjnej miast jest jednym z głównych celów adaptacji do zmian klimatu. Analiza systemu gospodarowania wodami opadowymi powinna zacząć się od tego, co się dzieje z wodą deszczową: czy ulega spływowi powierzchniowemu, czy jest infiltrowana, czy jest retencjonowana tymczasowo albo stale. Jednak zastosowanie elementów systemu nie tworzy samego systemu, a tym samym zamiast prezentować idee zrównoważonego rozwoju, mogą być one przykładem greenwashingu.

Wstęp

Organizacja Narodów Zjednoczonych prognozuje, że w 2050 roku na świecie będzie 9,7 mld ludzi [1]. Postępująca urbanizacja nieuchronnie wiąże się z sukcesywnym zastępowaniem powierzchni naturalnych (biologicznie czynnych) powierzchniami szczelnymi, nieprzepuszczalnymi [2]. Okazuje się, że przy globalnym wzroście temperatury o 1,5°C częstotliwość występowania ekstremalnych opadów deszczu na łądzie w Europie Centralnej zwiększy się o 18%, a przy wzroście temperatury o 2°C zwiększy się o aż 37% [3]. Ulewnie deszcze na terenach zurbanizowanych już w obecnych realiach doprowadzają do sytuacji, kiedy

odbiornik nie jest w stanie przyjąć spływających wód deszczowych, a ze względu na ilość powierzchni utwardzonych nie jest możliwa również infiltracja. W konsekwencji dochodzi do podtopień, które noszą nazwę powodzi błyskawicznych [2, 4]. Nie ulega więc wątpliwości, że koniecznością jest wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie współczynnika infiltracji oraz pojemności retencyjnej terenów miejskich. Uważa się, że wykorzystanie rozproszonych i małoskalowych systemów do zarządzania spływem powierzchniowym wód opadowych przyczyni się do korzystnego efektu oraz przywróci równowagę między gospodarką a ochroną środowiska [5].

Komisja Europejska wprowadziła pojęcie *nature-based solutions*, które jest definiowane jako rozwiązania inspirowane oraz wspierane przez naturę, które są opłacalne, przynoszą jednocześnie korzyści środowiskowe, społeczne i ekonomiczne oraz pomagają budować odporność miast [6, 7]. Oparte na przyrodzie rozwiązania w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu i zmniejszenia ryzyka klęsk żywiołowych można uznać za „koncepcję parasolową” obejmującą szereg ustalonych podejść opartych na przyrodzie, których celem jest zwiększenie odporności na zmiany klimatu [8, 9].

Powstało wiele materiałów opisujących poszczególne elementy wspomagające powierzchniową retencję oraz infiltrację [4, 10–13] wód opadowych. Jednak brakuje publikacji badających rozwiązania gospodarujące wodami opadowymi z perspektywy systemu.

Metodyka

Badaniom został poddany rewitalizowany kwartał zabudowy wielorodzinnej we Wrocławiu. Pierwszym etapem była analiza koncepcji zagospodarowania terenu. Następnie przeprowadzono badania *in situ*, podczas których dokonano inwentaryzacji powierzchniowej elementów zagospodarowania terenu. Kolejnym etapem było wyróżnienie elementów stanowiących systemy małej retencji, co przedstawiono na fotografiach.



Rys. 4. Elementy systemu – wnętrze; źródło: autor



Rys. 5. Schemat działania systemu – wnętrze; źródło: autor



Rys. 6. Elementy systemu – odwodnienie terenu; źródło: autor

Elementy systemu gospodarowania wodami opadowymi

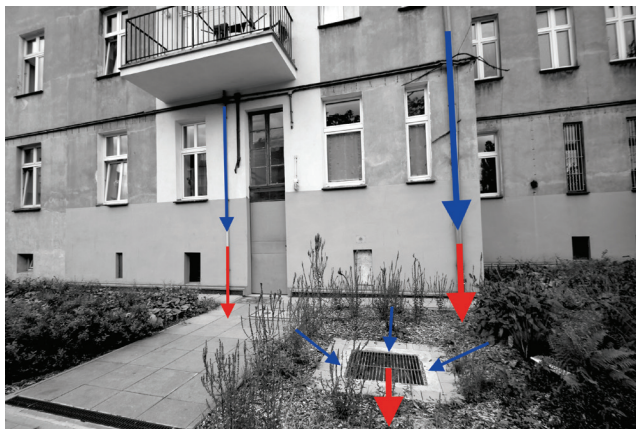
Dziedziniec kwartału zabudowy śródmiejskiej we Wrocławiu został poddany rewitalizacji podczas projektu GrowGreen. Projekt był realizowany przez miasto, Uniwersytet Przyrodniczy oraz Agencję Rozwoju Aglomeracji Wrocławskiej S.A. [14]. Jego głównym celem było przystosowanie miasta do negatywnych skutków zmian klimatu poprzez użycie rozwiązań opartych na usługach ekosystemowych [15]. W ramach projektu do 2021 roku powstało 7 parków kieszonkowych oraz zielona ulica Daszyńskiego. Przedmiotem badań był dziedziniec wewnętrzny kwartału zabudowy wielorodzinnej ograniczony ulicami: Walecznych, Prusa i Reja. Projekt koncepcji (rys. 1.) zakładał uporządkowanie ciągów komunikacyjnych oraz wprowadzenie zieleni niskiej i wysokiej. Z zakresu zieleni przewidziano różnorodne grupy krzewów rodzimych, rośliny obficie kwitnące oraz miododajne, pnącza na elewacjach. System małej retencji również został sprecyzowany: na terenie opracowania miały się pojawić: mulda chłonna, ogród deszczowy w miejscu stagnowania wód opadowych oraz beczki na wodę deszczową [16]. Badania *in situ* i inwentaryzacja wykazały, że źródłem wody jest woda deszczowa padająca bezpośrednio na teren opracowania oraz woda pochodząca z balkonów i tarasów. Nie zidentyfikowano elementów mających gromadzić wodę opadową z dachów budynków. Elementami systemu gospodarowania wodami opadowymi są: ogrody deszczowe, mulda chłonna, nawierzchnie częściowo przepuszczalne oraz krawężniki odwadniające. Na terenie kwartału zaobserwowano również elementy odprowadzające wodę opadową do kanalizacji, są to: rury spustowe odprowadzające wodę opadową z dachów oraz otwarte studzienki kanalizacyjne.

System nr 1 – wjazd

Rysunek 2. przedstawia elementy systemu. Jako nawierzchnię drogi zastosowano płyty betonowe o wymiarach 20 x 20 cm z fazą ok. 2 cm



Rys. 8. Elementy systemu – parking; źródło: autor



Rys. 7. Schemat działania systemu – odwodnienie terenu; źródło: autor

Wszystkie zaproponowane w koncepcji elementy są fragmentami powierzchniowej retencji lub infiltracji, co jest bardzo pozytywnym aspektem, ponieważ spełniają zasady *nature-based solutions*.

(rys. 2., nr 1). W pasie wzdłuż elewacji (ok. 50 cm) zaprojektowano nowe nasadzenia (rys. 2., nr 2). Ponadto w skład systemu wchodzi rury spustowe z tarasu kierujące wodę na pas zieleni oraz rury spustowe odwadniające dach. Wzdłuż elewacji sąsiedniego budynku zastosowano żwir o frakcji ok. 2,5 cm (rys. 2., nr 3). Rysunek 3. przedstawia opis działania systemu. Woda z dachu budynku poprzez rurę spustową z tarasu zasila przyfasadową rabatę z kwiatami. Rura spustowa odwadniająca dach kieruje wodę do kanalizacji deszczowej. Woda deszczowa padająca na powierzchnię drogi i chodnika, dzięki spadkowi powierzchni, z chodnika jest kierowana na powierzchnię drogi, gdzie ulega częściowej infiltracji poprzez fazę między płytami betonowymi. Nadmiar wody splywa na pas żwiru, gdzie najprawdopodobniej ulega infiltracji.

System nr 2 – wnętrze dziedzińca

Rysunek 4. przedstawia elementy systemu. Nawierzchnię drogi pokryto płytami betonowymi o wymiarach 20 x 20 cm z fazą ok. 2,5 cm (rys. 4., nr 1). Powierzchnię chodnika stanowi nawierzchnia z płyt betonowych bez fazy. Ogród deszczowy (rys. 4., nr 2) to grupa zieleni do 1 m wysokości (rys. 4., nr 3). Rysunek 5 przedstawia opis działania systemu. Zieleni jest nawadniana wodą deszczową padającą bezpośrednio na teren opracowania oraz w niewielkim procencie wodą pochodzącą



Rys. 9. Schemat działania systemu – parking; źródło: autor



Rys. 10. Elementy systemu – wiata śmietnikowa; źródło: autor



Rys. 11. Schemat działania systemu – wiata śmietnikowa; źródło: autor

z nawierzchni szczelnych, stanowiącą nadmiar spływu powierzchniowego. Woda spływająca z nawierzchni szczelnych kierowana jest do ogrodu deszczowego oraz na nawierzchnię częściowo przepuszczalną, gdzie ulega częściowej infiltracji. Nadmiar wody jest kierowany na teren zieleni. To dobry przykład, choć brak wykorzystania wody pochodzącej z dachu sprawia, że jest to system małej efektywności. Wykorzystane nawierzchnie zwiększają obszar powierzchni biologicznie czynnej.

System nr 3 – odwodnienie terenu

Rysunek 6. pokazuje elementy systemu. Są to: rura spustowa odwadniająca dach (rys. 6., nr 1), rura spustowa odwadniająca balkony (rys. 6., nr 2) oraz otwarta studzienka kanalizacyjna (rys. 6., nr 3). Rysunek 7. przedstawia opis działania systemu. Na obszarze opracowania zastosowano przelewy awaryjne w postaci otwartych studzienek, których otwór znajduje się na poziomie gruntu. To powoduje, że studzienka zbiera każdy nadmiar wody i odprowadza do kanalizacji, nie pozwalając jej na powolne wsiąkanie w grunt. Rury spustowe kierują wodę opadową do kanalizacji. Przelewy awaryjne są wskazane, ale powinno się je umieszczać ponad poziomem gruntu, w najwyższym punkcie zagłębienia. Ponadto minusem jest brak wykorzystania wody deszczowej z dachu.

System nr 4 – parking

Rysunek 8. pokazuje elementy systemu. Krawężniki odwadniające zostały wprowadzone wzdłuż parkingu (rys. 8., nr 1). Poniżej znajduje się mulda chłonna (rys. 8., nr 2). Powierzchnia parkingu została wyłożona płytami betonowymi o wymiarach 20 x 20 cm i fazy 2,5 cm. Rysunek 9. przedstawia opis działania systemu. Woda deszczowa z powierzchni parkingu i drogi ulegnie częściowej infiltracji. Nadmiar wody w postaci spływu powierzchniowego zasilił muldę chłonną. Stąd woda będzie powoli wsiąkać w glebę oraz parować. Założenie, że mulda chłonna będzie stanowiła element tymczasowej retencji powierzchni-

Istotną kwestią w komponowaniu systemu jest umiejętne stosowanie nawierzchni szczelnych i częściowo przepuszczalnych w celu manipulowania kierunkiem spływu wody.

wej, jest słuszne. W obecnej sytuacji mulda pełni taką funkcję jedynie przy ekstremalnie obfitych deszczach. Jest zasilana tylko wodą deszczową padającą na opracowywany obszar oraz w niewielkim procencie wodą kierowaną z nawierzchni częściowo przepuszczalnej. Zwykle jednak pozostaje sucha. Lepszy efekt zostałby uzyskany, gdyby zastosowano nawierzchnię szczelną.

System nr 5 – wiata śmietnikowa

Rysunek 10. pokazuje elementy systemu. Są to: dach jednospadowy wiaty śmietnikowej z blachy trapezowej (rys. 10., nr 1) oraz zieleni do 1 m wysokości (rys. 10., nr 2). Rysunek 11. przedstawia opis działania systemu. Zadaszenie wiaty śmietnikowej wykonano w postaci dachu jednospadowego z blachy trapezowej. Dach jest pozbawiony orynnowania. Spadek dachu kieruje wodę deszczową na teren zielony z tyłu wiaty.

System nr 6 – Ogród deszczowy

Rysunek 12. przedstawia elementy systemu. Są to: ogród deszczowy (rys. 12., nr 1), powierzchnia szczelna, płyty betonowe bez fazy (rys. 12., nr 2). Rysunek 13. pokazuje opis działania systemu. Ogród jest zasilany wodą deszczową spadającą bezpośrednio na jego powierzchnię. Dodatkowo ogród zbiera i oczyszcza wodę będącą spływem powierzchniowym z chodnika. Według opisu projektu ogrody



Rys. 12. Elementy systemu – ogród deszczowy; źródło: autor



Rys. 13. Schemat działania systemu – ogród deszczowy; źródło: autor

Organizacja Narodów Zjednoczonych prognozuje, że w 2050 roku na świecie będzie 9,7 mld ludzi. Postępująca urbanizacja nieuchronnie wiąże się z sukcesywnym zastępowaniem powierzchni naturalnych (biologicznie czynnych) powierzchniami szczelnymi, nieprzepuszczalnymi.

deszczowe zostały zaprojektowane w miejscach stagnacji wody [16]. W takim wypadku priorytetem wydaje się zmiana podłoża ogrodu na warstwy wspomagające infiltrację. Badania skupiały się na analizie powierzchniowej, dlatego warstwy ziemi pozostają niewiadome. W opisie realizacji ogrody zostały jednak przedstawione jako elementy retencyjne, skąd można wnioskować, że nie wspomagają infiltracji [17]. W zaistniałej sytuacji należałoby rozważyć ogród deszczowy infiltrujący z tymczasową retencją, którego główną funkcją jest infiltracja wody w celu zapobiegania stagnacji wód i tymczasowa retencja w wypadkach ekstremalnego deszczu.

Podsumowanie

Wszystkie zaproponowane w koncepcji elementy są fragmentami powierzchniowej retencji lub infiltracji, co jest bardzo pozytywnym aspektem, ponieważ spełniają zasady nature-based solutions. W terenie rozpoznano większość elementów ujętych w projekcie: nawierzchnie, ogrody deszczowe, niecki chłonne. Nie zidentyfikowano pojemników magazynujących wodę z dachów. Podstawowym elementem wpływającym na zwiększenie pojemności retencyjnej jest zagospodarowanie wody opadowej z dachów. Na badanym osiedlu jest ona odprowadzana do kanalizacji i tym samym nie ma wpływu na pojemność retencyjną kwartału. Wprawdzie koncepcja zakładała instalację beczek przechwytyjących część wody z rur spustowych, jednak nie jest to odpowiedni element w skali osiedla, tylko w skali domu jednorodzinne. Ponadto wątpliwości budzi kompozycja zastosowanych elementów w system małej retencji pod względem jego efektywności. Istotną kwestią w komponowaniu systemu jest umiejętność stosowania nawierzchni szczelnych i częściowo przepuszczalnych w celu manipulowania kierunkiem spływu wody. W przypadku badanego kwartału często elementy wspomagające infiltrację (np. nawierzchnia częściowo przepuszczalna) są łączone z elementami o charakterze magazynującym (np. mulda chłonna). W rezultacie może to skutkować zwiększoną infiltracją i zmniejszoną pojemnością retencyjną. Niezależnie od efektywności systemu oraz pojemności retencyjnej zastosowane elementy *nature-based solutions* mają znaczący wpływ na zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej analizowanego kwartału zabudowy.

Bibliografia

- [1] <https://www.theguardian.com/global-development/2015/jul/29/un-world-population-prospects-the-2015-revision-9-7-billion-2050-fertility> [data dostępu: 14.02.22].
- [2] Gajewska M., Rayss J., Szpakowski W., Wojciechowska E., Wróblewska D., Systemy powierzchniowej retencji miejskiej w adaptacji do zmian klimatu – od wizji do wdrożenia, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- [3] https://interactive.carbonbrief.org/impacts-climate-change-one-point-five-degrees-two-degrees/?utm_source=web&utm_campaign=Redirect [data dostępu: 14.02.22].
- [4] Wagner I., Krauze K., 2014, How to safely retain stormwater in the city: technical tools, Sustainable Development Application no 5.
- [5] Gourbesville P., Caignaert G., Advances in Hydroinformatics: SimHydro 2019 – Models for Extreme Situations and Crisis Management, Springer Nature (2020).
- [6] https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/nature-based-solutions_en [data dostępu: 14.02.22].
- [7] Graca M., Cruz S., Monteiro A., Naset T.S., 2022, Designing urban green spaces for climate adaptation: A critical review of research outputs, Urban Climate 42 101126, DOI: 10.1016/j.uclim.2022.101126.
- [8] European Environment Agency, Castellari S., Zandersen M., Davis M., et al., Nature-based solutions in Europe policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction, Publications Office.

- [9] Prenner F., Muller H., Stern P., Rauch H.P., Kretschmer F., 2022, Sustainability pre-assessment for decoupling in-sewer captured streams to support urban blue-green climate adaptation measures, Journal of water and Climate Change Vol 00 No 0, 1 DOI: 10.2166/wcc.2022.458.
- [10] Wagner I., Krauze K., Zalewski M., 2013, Błękitne aspekty zielonej infrastruktury, Zrównoważony rozwój – zastosowania, nr 4.
- [11] Lejcuś K., Burszta-Adamiak E., Dąbrowska J., Wróblewska K., Orzeszyna H., Szpitalniak M., Misiewicz J. (2017). Katalog dobrych praktyk – zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych, Wrocław.
- [12] Gajewska M., Matej-Lukowicz K., Wojciechowska E., 2016, Wybrane aspekty zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na terenie zurbanizowanym.
- [13] Słyś D., 2013, Zrównoważone systemy odwodnienia miast, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne.
- [14] <https://cordis.europa.eu/project/id/730283/pl> [data dostępu: 14.02.22].
- [15] <https://bip.um.wroc.pl/artukul/644/24782/grow-green-wroclaw-zwyciezyl-w-projekcie-horizon-2020> [data dostępu: 14.02.22].
- [16] https://www.wroclaw.pl/growgreen/files/dokumenty/17853/obszar4_B1_707x1000.jpg [data dostępu: 14.02.22].
- [17] <https://www.wroclaw.pl/growgreen/park-kieszonkowy-4> [data dostępu: 14.02.22].

DOI: 10.5604/01.3001.0015.8518

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Gama Marques Paulina, 2022, Wpływ działań służących gospodarowaniu wodą deszczową na pojemność retencyjną terenów mieszkaniowych, „Builder” 6 (299). DOI: 10.5604/01.3001.0015.8518

Streszczenie: Zwiększenie pojemności retencyjnej miast jest jednym z głównych celów adaptacji do zmian klimatu. Analiza systemu gospodarowania wodami opadowymi powinna zacząć się od tego, co się dzieje z wodą deszczową: czy ulega spływowi powierzchniowemu, czy jest infiltrowana, czy jest retencjonowana tymczasowo albo stale. Jednak zastosowanie elementów systemu nie tworzy samego systemu, a tym samym zamiast prezentować idee zrównoważonego rozwoju, mogą być one przykładem greenwashingu. Analizie zostało poddane osiedle mieszkaniowe we Wrocławiu. Praca skupia się na rozpoznaniu elementów służących gospodarowaniu wodą deszczową, przedstawia schemat ich działania oraz poddaje weryfikacji, czy dane elementy tworzą system. Badania dowodzą, że w większości przypadków rozpoznaje się pojedyncze elementy, nieujęte w system zagospodarowania terenu. Zaobserwowano nieliczne przykłady przedstawiające cechy systemu.

Słowa kluczowe: pojemność retencyjna, mała retencja, gospodarowanie wodą deszczową, tereny zabudowy mieszkaniowej

Abstract: IMPACT OF RAINWATER MANAGEMENT MEASURES ON THE RETENTION CAPACITY OF RESIDENTIAL AREAS. Increasing the storage capacity of cities is one of the main goals of adaptation to climate change. The analysis of the rainwater management system should start with what is happening to the rainwater: whether it is subject to surface runoff, is it infiltrated, is it temporarily or permanently retained. However, the use of system elements does not create the system itself, and thus, instead of presenting the ideas of sustainable development, they can be an example of greenwashing. A housing estate in Wrocław was analyzed. The work focuses on identifying the elements for rainwater management, presents a diagram of their operation and verifies whether the elements constitute a system. Research proves that in most cases individual elements are recognized, not included in the land development system. Few examples showing the features of the system have been observed.

Keywords: retention capacity, small retention, rainwater management, residential development areas