

**RELACJE
POMIĘDZY PODSTAWOWĄ JEDNOSTKĄ
STRUKTURY MIESZKANIOWEJ
– MORFEMEM
A CYKLEM WYKORZYSTANIA WODY**

**ROZPRAWA DOKTORSKA
W DYSCYPLINIE
ARCHITEKTURA I URBANISTYKA**

AUTOR MGR INŻ. ARCH. JADWIGA STOCHEL-CYUNEL

**PROMOTOR PROF. DR HAB. INŻ. ARCH. GRAŻYNA SCHNEIDER-SKALSKA
WYDZIAŁ ARCHITEKTURY
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ**


**PROMOTOR DR HAB. INŻ. STANISŁAW M. RYBICKI, PROF. PK
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ENERGETYKI
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ**

**SZKOŁA DOKTORSKA
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ**

**PROGRAM POLIDOCTUS
FINANSOWANY W RAMACH PROJEKTU POWER
POWR.03.05.00–00-Z214/18**

KRAKÓW, MAJ 2023

„WODA W ZATOCE” ŹRÓDŁO: FOT. ZUZANNA CYUNEL. ZE ZBIORÓW WŁASNYCH

An aerial photograph of a river delta, showing a complex network of water channels and landforms. The image is overlaid with a teal color, giving it a monochromatic appearance. The text is centered in the upper portion of the image.

**RELACJE
POMIĘDZY PODSTAWOWĄ JEDNOSTKĄ
STRUKTURY MIESZKANIOWEJ
– MORFEMEM
A CYKLEM WYKORZYSTANIA WODY**

SPIS TREŚCI

I	WPROWADZENIE	11
I_1	UZASADNIENIE WYBORU TEMATU	11
I_2	SŁOWNIK POJĘĆ I SKRÓTÓW	15
I_3	TEZA PRACY	22
I_4	CELE PRACY	23
I_5	ZAKRES PRACY	24
I_6	KONSTRUKCJA PRACY	27
I_7	PROCES BADAWCZY I ZASTOSOWANE METODY	30
I_8	STAN BADAŃ	32
II	ROZWAŻANIA TEORETYCZNE	41
II_1	OBSZARY PROBLEMOWE	41
II_2	ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE	44
II_2.1	STRUKTURA URBANISTYCZNA – BUDOWA FRAKTALNA	54
II_2.2	ZDROWIE I RELACJE Z ELEMENTAMI PRZYRODNICZYMI	67
II_3	WODA A ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE	74
II_3.1	ZINTEGROWANA GOSPODARKA WODNA W OBSZARACH MIESZKANIOWYCH	74
II_3.2	WPŁYW UWARUNKOWAŃ KLIMATYCZNYCH NA SPOSOBY ZAGO- SPODAROWANIA WODY W ZESPOŁACH MIESZKANIOWYCH	79

III BADANIA – BIO-MORFEM.....	97
III_1 KRYSTALIZACJA BIO-MORFEMU	97
III_2 ZAŁOŻENIA DO MODELOWANIA OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE.....	102
III_2.1 ZAŁOŻENIA W ZAKRESIE POZYSKANIA, GROMADZENIA I WYKORZYSTANIA WODY OPADOWEJ.....	102
III_2.2 ZAŁOŻENIA W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ I WÓD OPADOWYCH DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ WODOCIĄGOWĄ.....	105
III_3 PRZYJĘTA METODYKA	109
III_3.1 METODY OBLICZENIA POZYSKANEJ OBJĘTOŚCI WÓD OPADOWYCH PRZY ZAŁOŻENIU ICH NIERÓWNOMIERNOŚCI	109
III_3.2 METODYKA SPRAWDZENIA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ I WÓD OPADOWYCH DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ WODOCIĄGOWĄ.....	112
III_4 WARIANTOWANIE – MOŻLIWOŚCI I WYBÓR WARIANTÓW DO OBLICZEŃ.....	115
III_4.1 UZASADNIENIE WYBORU WARIANTÓW	115
III_4.2 BIO-MORFEM WARIANT 1 - JEDNOSTKA MODELOWA	119
III_4.3 BIO-MORFEM - WARIANT 2 – OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII I POTRZEBY MIESZKAŃCÓW	124
III_4.4. BIO-MORFEM WERSJA 3 – POTRZEBY REWITALIZACJI.....	128
III_5 KOMENTARZE DO BADAŃ	131
IV FORMY ZAŁOŻEŃ WODNYCH W BIO-MORFEMIE	
- BADANIE PREFERENCJI MIESZKAŃCÓW.....	143
IV_1 ANKIETA I WYWIADY	143
IV_2 INTERPRETACJA WYNIKÓW	163

V REALIZACJA ZAŁOŻEŃ, WNIOSKI, ZAKOŃCZENIE	169
V_1 REALIZACJA ZAŁOŻEŃ	169
V_2 WNIOSKI	171
V_3 ZAKOŃCZENIE	174
DEKLARACJE I PODZIĘKOWANIA.....	175
BIBLIOGRAFIA	181
SPIS ILUSTRACJI	199
SPIS TABEL	202
ZAŁĄCZNIKI	203
ANKIETA (JĘZYK POLSKI)	203
WYWIADY	211

„ZA MNĄ...” ŹRÓDŁO: FOT. ZUZANNA CYUNEL. ZE ZBIORÓW WŁASNYCH



I. WPROWADZENIE

I WPROWADZENIE

I_1 UZASADNIENIE WYBORU TEMATU

Myśl o podjęciu interdyscyplinarnych badań związanych z proekologicznym podejściem do tematu obiegu wody w środowisku mieszkaniowym zrodziła się kilka lat temu pod wpływem zjawisk globalnych, lokalnych problemów środowiska mieszkaniowego oraz własnych doświadczeń, zainteresowań i wynikających z tego wniosków dotyczących obecnych i prognozowanych wyzwań i potrzeb w systemach osiedleńczych.

Wiosna, lato, jesień, zima – ten odwieczny cykl w ciągu ostatnich czterech dekad stopniowo zmieniał swój rytm i charakter. W przeciwieństwie do poprzednich pokoleń, dzieci mieszkające obecnie w polskich miastach nie widują zimą zalegającego przez kilka tygodni śniegu, nie lepią z niego budowli, które mogłyby przetrwać do wiosny, nie obserwują wiosennych, stopniowych roztopów, czy kilkunastodniowych deszczy. Są za to świadkami gwałtownych zjawisk pogodowych – śnieżyc z intensywnymi opadami puchu topniejącego w ciągu zaledwie kilku godzin pod wpływem znacznych skoków temperatury, gwałtownych, silnych deszczy, powodzi, huraganów i gradobicia lub długotrwałych okresów upałów i suszy.

Zaobserwowane zmiany wzorców pogodowych, różnych w zależności od szerokości geograficznej, wskazują jednoznacznie na zachodzące zmiany klimatu (Muras, 2018). Te modyfikacje negatywnie wpływają na obszary naszego życia - zdrowie, komfort, dobrostan, więzi społeczne, ekonomię czy gospodarkę.

Światowe Forum Ekonomiczne w corocznych dokumentach WEF¹ - Global Risks Report (GRR), publikowanych na przełomie lat 2018 - 2023, wskazuje ekstremalne zjawiska pogodowe, jako największe lub jedno z największych

¹ WEF - Światowe Forum Ekonomiczne (The World Economic Forum) - międzynarodowa organizacja pozarządowa i lobbingowa dla międzynarodowego biznesu z siedzibą w Kolonii, w kantonie Genewa, w Szwajcarii. Założona 24 stycznia 1971 roku przez niemieckiego inżyniera Klausea Schwaba. W ramach WEF organizowane są doroczne spotkania w Davos w szwajcarskich Alpach. Organizacja zwołuje też konferencje regionalne (Afryka, Azja Wschodnia, Ameryka Łacińska, Indie). Tworzy doroczną serię raportów m.in. Global Risk Report oceniający kluczowe ryzyka globalne i badający wzajemne powiązania zagrożeń. W zakresie ochrony środowiska organizacja „działa jako zarządca wszechświata środowiskowego i materialnego dla przyszłych pokoleń. Świadomie chroni naszą biosferę i opowiada się za współdzieloną i regeneracyjną gospodarką o obiegu zamkniętym”. Inicjatywa Środowiskowa obejmuje zmiany klimatyczne i kwestie związane z wodą. W styczniu 2017 r. WEF uruchomił Platformę przyspieszenia gospodarki o obiegu zamkniętym (PACE), która jest globalnym partnerstwem publiczno-prywatnym mającym na celu skalowanie innowacji gospodarki o obiegu zamkniętym. Na forum w Davos w 2020 r., pod wpływem wcześniejszych raportów wskazujących, że pandemia COVID-19 ma związek z wyniszczeniem przyrody (liczba pojawiających się chorób rośnie, a wzrost ten jest związany z wylesianiem i utratą gatunków), zaproponowano plan

zagrożeń dla ładu i światowej stabilizacji (WEF, 2023). Raporty WHO² zwracają uwagę na zagrożenia spowodowane pandemią i innymi chorobami wektorowymi również w kontekście wody (WHO, 2021), a „AR6 Synthesis Report: Climate Change” wydany przez IPCC³ (IPCC, 2023a) potwierdza, że to człowiek jest główną przyczyną zachodzących w przyrodzie zmian. Wynika z tego jednoznacznie, że powinniśmy czuć się zobligowani do jak najszybszych działań zmierzających do przywrócenia równowagi w otaczającym nas środowisku.

Ponadto, z przytoczonych opracowań wynika, że przyszłość osadnictwa będzie się skupiać w coraz bardziej rozrastających się ośrodkach miejskich. Będą one musiały zmierzyć się z problemami zapotrzebowania na tereny, infrastrukturę, płynny przepływ zasobów, zapewnić wciąż wzrastającej liczbie mieszkańców dostęp do żywności, świeżej, pitnej wody jak również zadbać o potrzeby wyższego rzędu oraz komfort korzystania ze wszystkich tych dóbr w zdrowym i jak najbardziej naturalnym środowisku.

W obliczu tych faktów nasuwa się pytanie, jak zapewnić równowagę, komfort, dobrostan i bezpieczeństwo przyszłym mieszkańcom miast?

Odpowiedzią mogą stać się systemy osiedleńcze, tworzone w sposób zrównoważony na bazie nowych technologii i w oparciu o idee „urbanizmu ekologicznego”⁴, miasta o strukturze współdziałającej z naturą i zbudowane

zielonej odbudowy. Plan obejmuje rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym. Wśród wymienionych metod znajduje się zielone budownictwo, zrównoważony transport, rolnictwo ekologiczne, otwarta przestrzeń miejska, energia odnawialna i pojazdy elektryczne. Raport *Global Risks Report 2020* podkreśla presję środowiskową bardziej niż którykolwiek z jego poprzedników. Raport określa pięć z pięciu największych zagrożeń według prawdopodobieństwa i cztery z pięciu największych według wpływu jako zagrożenia dla środowiska. Wśród nich kluczowe miejsce zajął „kryzys wodny” (WEF, *Global Risks Report*, 2020).

² WHO - Światowa Organizacja Zdrowia (The World Health Organization) jest wyspecjalizowaną agendą Organizacji Narodów Zjednoczonych odpowiedzialną za międzynarodowe zdrowie publiczne z główną siedzibą w Genewie w Szwajcarii. WHO istnieje od 1946r i jest finansowana z wkładów państw członkowskich (zarówno narzuconych, jak i dobrowolnych) oraz datków prywatnych. Konstytucja WHO stwierdza, że jej celem jest „osiągnięcie przez wszystkich ludzi jak najwyższego poziomu zdrowia” (WHO, 1946).

³ IPCC – Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change) – międzyrządowy organ Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ), którego zadaniem jest pogłębianie wiedzy naukowej na temat zmian klimatu spowodowanych działalnością człowieka. Zespół został powołany w 1988 r przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) i Program Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska (UNEP). IPCC informuje rządy o stanie wiedzy na temat zmian klimatu na podstawie badań i przeglądów literatury naukowej. W celu zachowania bezstronności, IPCC nie prowadzi własnych, oryginalnych badań, co pięć do siedmiu lat publikuje raporty podsumowujące (IPCC, 2023 b).

⁴ Urbanizm ekologiczny (ecological urbanism) - podejście do planowania urbanistycznego, które stawia przyrodę w centrum procesu projektowania w celu tworzenia lepszych miejsc i dostarczania rozwiązań dla wielu wyzwań społecznych, ekonomicznych i środowiskowych. „Urbanistyka ekologiczna pojawiła się pod koniec XX wieku jako strategia mająca na celu zmianę paradygmatu w zakresie projektowania miast”. Zakłada, że miasta powinny być projektowane z wykorzystaniem potencjału i ograniczeń istniejących zasobów naturalnych i definiowane przez naturalne elementy nieodłącznie związane z jego tkanką. W urbanistyce ekologicznej elementem strukturyzującym miasto jest sam krajobraz. Zgodnie z tym naturalne elementy przyrody nie powinny istnieć tylko po to, aby upiększać przestrzeń, ale jako prawdziwe artefakty inżynieryjne, które mogą na przykład nawilżać, zatrzymywać

na zasadzie fraktalnych zależności poszczególnych elementów, zarówno w sferze struktury jak i funkcji. Odpowiednio skonstruowane „organizmy miejskie”⁵ powinny działać w modelu zamkniętej pętli cykli życiowych: energetycznych, wodnych i odpadów, wykorzystując wszystkie razem w jednym obiegu (Pawlyn M., 2016a). Zapewniłoby to racjonalne wykorzystanie zasobów dostępnych w obszarze miasta.

Środowisko mieszkaniowe to bardzo istotny element tego organizmu, stanowiący większość jego struktury oraz główny obszar użytkowników i konsumentów wody (Solarek, 2019). Wysoka jakość tego środowiska, a tym samym optymalne warunki dla zachowania zdrowia mieszkańców, jest ściśle powiązana z komfortem klimatycznym, przestrzennym i komfortem użytkownika, dla których obecność wody w środowisku mieszkaniowym i otoczeniu człowieka jest kluczowa (Schneider-Skalska, 2011). Polska jest krajem o relatywnie niewielkich zasobach wodnych, szczególnie w zakresie zasobów odnawialnych (Rybicki, 2019).

W jaki sposób zabezpieczyć obecność wody w środowisku mieszkaniowym tak, aby stanowiła dostępny zasób nawet w okresach suszy i jej niedoborów?

Przy założeniu fraktalnej budowy miasta, w obszarze zabudowy mieszkaniowej można wyodrębnić powtarzalny funkcjonalnie i strukturalnie element - morfem, a następnie zbadać współzależności pomiędzy jego formą funkcjonalno-przestrzenną, formą wprowadzenia niezbędnej dla zaspokojenia wszystkich „funkcji życiowych” wody a racjonalnymi sposobami jej zagospodarowania, wyodrębniając przy tym optymalne cechy budowy morfemu, zapewniające jego najwyższą użyteczność w zakresie zaspokojenia potrzeb bytowych, dobrostanu i zdrowia mieszkańców.

Dla podkreślenia znaczenia i funkcji oraz przynależności morfemu do większej struktury Bio-City, w trakcie badań otrzymał on nazwę Bio-Morfem.

Ta myśl stała się punktem odniesienia niniejszej pracy.

Przeprowadzone badania są kontynuacją rozwijanego od kilkunastu lat zainteresowania autorki tematyką zrównoważonej architektury i budownictwa

i oczyszczać wodę deszczową (Ghisleni, 2022).

⁵ „organizmy miejskie” - pojęcie użyte przez urbanistę Iana McHarg w książce „Design with Nature” (McHarg I. L., 1969) odwołujące się do analogii ze strukturami występującymi w środowisku naturalnym.

(ukończone studia podyplomowe⁶), tematyką biomimetyki i bioniki w architekturze i urbanistyce, praktyki projektowej w zakresie projektowania budynków energooszczędnych, działalności społecznej i proekologicznej (PSDZ⁷, PLGBC⁸, PKN⁹) oraz wyjątkowego zamiłowania do spędzania czasu w bliskim kontakcie z wodą. Autorka jest też matką dwójki córek, która poczuwa się do odpowiedzialności za los przyszłych pokoleń.

⁶ AIBZ – Studia Podyplomowe na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej - Architektura i Budownictwo Zrównoważone prowadzone przez prof. dr hab. inż. arch. Wacława Celadyna i Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego (Polish Green Building Council – PLGBC)

⁷ PSDZ - Polskie Stowarzyszenie Dachy Zielone stanowi ogólnopolską platformę promocji i upowszechniania wiedzy w zakresie zielonych dachów oraz żyjących ścian. Jego celem jest rozwój idei tworzenia dachów zielonych w Polsce oraz utworzenie platformy i sieci współpracy podmiotów zajmujących się planowaniem, projektowaniem, tworzeniem, użytkowaniem, naprawą, produkcją i dostawą materiałów, badaniem i promowaniem dachów zielonych poprzez organizację spotkań, warsztatów, konferencji, wyjazdów studialnych, jak również publikację branżowych materiałów naukowych oraz udział w naukowo-badawczych projektach międzynarodowych. Stowarzyszenie jest członkiem Europejskiej Federacji Stowarzyszeń Dachów Zielonych (PSDZ, 2023)

⁸ PLGBC – Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego (Polish Green Building Council) „jest organizacją pozarządową, która od 2008 roku realizuje misję radykalnej poprawy projektowania, budowania i użytkowania budynków w Polsce” tak, aby zrównoważone budownictwo stało się normą. Jest częścią globalnej społeczności ponad 70 organizacji Green Building Councils skupionych w ramach World Green Building Council. (PLGBC, 2023)

⁹ PKN - Polski Komitet Normalizacyjny – krajowa jednostka normalizacyjna, która odpowiada za organizację działalności normalizacyjnej. PKN nie jest organem administracji rządowej, jest podmiotem prawa publicznego. Działa z mocy Ustawy z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji. Autorka jest związana z komitetem PKN-KT 307 ds. Budownictwa Zrównoważonego i brała czynny udział w pracach tego komitetu. Organ ten jest krajowym odpowiednikiem Komitetu Technicznego Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego 350 (Committee for Standardization Technical Committee – CEN/TC 350).

I_2 SŁOWNIK POJĘĆ I SKRÓTÓW

ARCHITEKTURA I URBANISTYKA / ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE

BIO – CITY

Miasto ekologiczne o biofilnych i biomimetycznych obszarach dopasowanych do lokalnych warunków klimatycznych i topograficznych, cechujące się silnymi związkami między ludźmi i przyrodą, rozwojem technologicznym wspomagającym racjonalne korzystanie z zasób naturalnych oraz tworzeniem elementów struktury miasta w sposób zapewniający samowystarczalność jednostek, dążących do zamkniętej pętli cykli życiowych - energetycznych, obiegu w nich wody i gospodarki odpadami oraz dostosowujący „organizm miejski” do „samożywności”. Cechy Bio-City zostały opisane w Manifeście Bio-City przedstawionym przez brytyjskiego badacza i działacza społecznego Paula Chattertona (2019) w książce „The Bio City. In Unlocking Sustainable Cities: A Manifesto for Real Change”.

MORFEM (MORPHEME)

Określenie morfem występuje w wielu dziedzinach nauki i odnosi się do najmniejszej elementarnej w danym układzie cząstki, która niesie ze sobą określone znaczenie i której nie można podzielić na mniejsze jednostki znaczeniowe. Jest elementarną jednostką morfologii i morfologii miast, jednym z uniwersałów językowych. W latach sześćdziesiątych XX wieku niemiecki badacz Conzen (Conzen, 1960) przełożył zależności semantyczne na grunt morfologii urbanistycznej i użył słowa morfem przy opisie najmniejszych do wydzielenia dla danego obszaru urbanistycznego elementów, np. budynku wolnostojącego czy kwartału zabudowy.

BIO-MORFEM (BIO-MORPHEME)

Termin skonstruowany przez Autorkę w trakcie pracy badawczej nad elementarną cząstką układu strukturalnego Bio-City, opisujący wykreowaną, modelową jednostkę zabudowy spełniającą założenia Bio-City i odpowiadającą definicji morfemu. Zasadę konstrukcji formy i funkcji Bio-Morfemu szczegółowo opisano w rozdziale III_1 KRYSTALIZACJA BIO-MORFEMU. Nazwa została po raz pierwszy szerzej upubliczniona w artykule naukowym: "BIO-MORPHEME AS INNOVATIVE DESIGN CONCEPT FOR "BIO-CITY" URBAN STRUCTURE IN THE CONTEXT OF WATER SAVING AND HUMAN HEALTH" (Stanisław M. Rybicki, Grażyna Schneider-Skalska, Jadwiga Stochel-Cyunel), który ukazał się w 2022 roku na łamach czasopisma Journal of Cleaner Production (Impact Factor 11,072; City Score 15,8).

DOBROSTAN (WELL-BEING)

Zgodnie z konstytucją Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, 1946) dobrostan jest integralnym elementem zdrowia: „Zdrowie to stan pełnego dobrostanu fizycznego, psychicznego i społecznego, a nie tylko brak choroby lub kalectwa”.

W encyklopedii Państwowego Wydawnictwa Naukowego (PWN, 2023) zamieszczono informację, że „dobrostan to subiektywnie postrzegane przez osobę poczucie szczęścia, pomyślności, zadowolenie ze stanu życia;” [...] postrzegane w wielu aspektach również jako „*zadowolenie z jakiejś konkretnej dziedziny życia, np. życia rodzinnego, pracy, zdrowia, WARUNKÓW MIESZKANIOWYCH, życia towarzyskiego*”, w tym kontekście jest najbardziej zmienne i zależne od zewnętrznych warunków, w tym od zdrowego ŚRODOWISKA MIESZKANIOWEGO.

ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE

To szczególna forma środowiska, w którym żyje i rozwija się człowiek, [...] tworzy je ogół elementów i czynników ożywionych i nieożywionych, mniej więcej jednolitych na danym terenie, służących realizacji potrzeb wynikających z podstawowej funkcji mieszkania, oddziałujących na mieszkańców i ulegających zmianom pod ich wpływem (Schneider-Skalska, 2004).

ZDROWE ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE

To ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE, które powinno stwarzać warunki dla podtrzymania stanu zdrowia i wytworzenia dobrego samopoczucia z pomocą zespołu czynników natury fizycznej, psychicznej i społecznej. Wśród niezbędnych składników zdrowego środowiska mieszkaniowego można wskazać zasadnicze dwie sfery: programową, służącą realizacji zdrowego stylu życia i znacznie trudniejszą do zdefiniowania, obejmującą takie elementy jak przyjazna skala i odpowiednie proporcje, forma przestrzeni i czytelność, intymność i widoki, kontakt z elementami przyrodniczymi i ich właściwe zastosowanie wpływające na zapewnienie zdrowia i dobrego samopoczucia (Schneider-Skalska G., 2004).

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA / GOSPODARKA WODNA / ŚRODOWISKO WODNE W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM

ŚRODOWISKO WODNE W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM

Ogół elementów, czynników i procesów dotyczących obecności wody w ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM, między innymi służących realizacji potrzeb wynikających z podstawowej funkcji mieszkania, oddziałujących na mieszkańców i ulegających zmianom pod ich wpływem.

NIEBIESKA (BŁĘKITNA) INFRASTRUKTURA (BLUE INFRASTRUCTURE - BI)

Naturalne lub wykreowane przez człowieka formy wody w obszarze zurbanizowanym, które spowalniają spływ wody opadowej, zapewniając tymczasowe magazynowanie, emitując przy tym promieniowanie długofalowe skutkujące ochłodzeniem powierzchni oraz skutecznie pochłaniając promieniowanie krótkofalowe, uwalniane następnie poprzez parowanie (Völker et al., 2013; Wu et al., 2018).

ZIELONA INFRASTRUKTURA (GREEN INFRASTRUCTURE – GI)

Naturalne lub semi - naturalne systemy oparte na przyrodzie (z wykorzystaniem roślinności), które umożliwiają osiągnięcie celów gospodarki wodnej, naśladując naturalną hydrologię i regulując procesy energii powierzchniowej poprzez parowanie, zacienianie i regulację emisyjności oraz pozytywny wpływ na ruch powietrza i wymianę ciepła (Almaaitah et.al., 2021).

NIEBIESKO-ZIELONA (BŁĘKITNO-ZIELONA) INFRASTRUKTURA (BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE - BGI)

Określenie stosowane w przypadku integracji systemów NIEBIESKIEJ (BI) I ZIELONEJ INFRASTRUKTURY (GI) we wspólnym działaniu i oddziaływaniu w celu łagodzenia skutków urbanizacji i w celu przystosowania się do zmian klimatu (Versini et.al., 2018) poprzez zapewnienie korzyści wynikających ze zintegrowanego zarządzania wodą (w tym opadową) i wytworzenia korzystnych warunków klimatycznych.

ZASOBY WODNE

Wody powierzchniowe zgromadzone w jeziorach, stawach, zbiornikach i wody płynące w rzekach oraz wody podziemne (około 18% zasobów wód podziemnych jest corocznie zasilane przez przenikanie wód powierzchniowych w głąb ziemi). [...] Zasoby wodne określa się na podstawie bilansu wodnego obszaru (np. kraju), porównując przychody i rozchody wody. Przychody to: opady atmosferyczne, objętość wody dopływającej w rzekach i jeziorach rozpatrywanego obszaru oraz wody dopływające z zagranicy, natomiast przez rozchód wody rozumiemy: parowanie, zużycie wody na potrzeby przemysłowe, szeroko pojęte potrzeby komunalne oraz odpływ powierzchniowy i podziemny (Rybicki, 2019).

STRES WODNY

Zagrożenie deficytem wody, którego poziom jest określany jako procentowy udział ogólnego poboru wód (podziemnych lub powierzchniowych) w ogólnej wielkości dostępnych, odnawialnych zasobów wód (w tym dopływ wód z obszaru krajów sąsiadujących). Globalnie przyjęto, że zagrożenie stresem wodnym występuje przy zasobach 1000 m³/rok na osobę, w Unii Europejskiej przyjęto

wartość wskaźnika na poziomie 1700m³/rok na osobę. W Polsce wskaźnik ten wynosi 1585 m³/rok na osobę (Rybicki S. , 2019). Raport EEA „Zasoby wodne w Europie — przeciwdziałanie deficytowi wody: zaktualizowana ocena”, wskazuje, że przeciętnie w ciągu roku około 20% terytorium Europy i 30% Europejczyków jest dotkniętych niedoborem wody. Zmiana klimatu pogorszy problem, ze względu na przewidywane zwiększenie częstotliwości, skali i skutków występowania suszy (EEA, 2021).

CYKL HYDROLOGICZNY/ CYKL (OBIEG) WODNY

Cykl, który obejmuje ciągły obieg wody w układzie ziemia - atmosfera (w skali globalnej jest procesem zamkniętym napędzanym energią słońca). Spośród wielu procesów zachodzących w obiegu wody najważniejsze to: parowanie, transpiracja, skraplanie, opady i odpływ. Chociaż całkowita ilość wody w cyklu pozostaje zasadniczo stała, jej rozkład w różnych procesach nieustannie się zmienia. Ingerencja człowieka - procesy urbanizacji, wpływ przemysłu i gospodarki - zaburzają cykl hydrologiczny na obszarze ich oddziaływania. Można temu zapobiegać poprzez dążenie do obiegu zamkniętego dla miejskiego cyklu obiegu wody.

ZINTEGROWANE ZARZĄDZANIE ZASOBAMI WODNYMI (INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT - IWRM)

Koordinacja działań politycznych, gospodarczych i społecznych w zakresie realizacji idei zrównoważonego rozwoju oraz zarządzania wodą, przestrzenią i innymi zasobami w celu zwiększenia korzyści społecznych i ekonomicznych w sposób równorzędny, bez konieczności naruszania równowagi przyrodniczej (w tym gospodarka wodami o obiegu zamkniętym).

SŁOWNICZEK SKRÓTÓW

BGI / BZI	Blue-Green Infrastructure / Niebiesko-Zielona Infrastruktura
BI / NI	Blue Infrastructure / Niebieska Infrastruktura
CSP	Concentrated Solar Power (Skoncentrowana Energia Słoneczna)
EEA	The European Environment Agency (Europejska Agencja Środowiska)
GI / ZI	Green Infrastructure / Zielona Infrastruktura
GRR	Global Risks Report (Globalny Raport o Zagrożeniach)
IoT	Internet of Things (Internet Rzeczy)
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change (Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu)
ISAP	Internetowy System Aktów Prawnych
LID	Low Impact Development (Rozwój o Niskim Wpływie)
ONZ	Organizacja Narodów Zjednoczonych
OZE	Odnawialne Źródła Energii
PKN	Polski Komitet Normalizacyjny
PLGBC	Polish Green Building Council (Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego)
PSDZ	Polskie Stowarzyszenie Dachy Zielone
SUDS	Sustainable Drainage Systems (Zrównoważony System Odwadniający)
UHI	Urban Heat Island (Miejska Wyspa Ciepła)
UNEP	United Nations Environment Programme (Program Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska)
WEF	The World Economic Forum (Światowe Forum Ekonomiczne)
WHO	The World Health Organization (Światowa Organizacja Zdrowia)
WSUD	Water Sensitive Urban Design (Projektowanie Urbanistyczne Wrażliwe na Wodę)

I_3 TEZA PRACY

ZAŁOŻENIE:

WODA STANOWI NIEZBĘDNY ELEMENT ŚRODOWISKA ZAMIESZKANIA, WPŁYWAJĄCY NA JAKOŚĆ TEGO ŚRODOWISKA I ZDROWIE JEGO MIESZKAŃCÓW. JAKO DEFICYTOWY I WRAŻLIWY ZASÓB POWINNA BYĆ CHRONIONA, A RACJONALNY SPOSÓB JEJ POZYSKANIA, TRANSPORTU, MAGAZYNOWANIA I WYKORZYSTANIA W CELU ZASPOKOJENIA POTRZEB MIESZKAŃCÓW, POWINIEN MAKSYMALIZOWAĆ EFEKTY PROZDROWOTNE, KORZYŚCI ŚRODOWISKOWE I SPOŁECZNE, SPRZYJAĆ JEJ OSZCZĘDNOŚCI ORAZ MINIMALIZOWAĆ KOSZTY.

TEZY:

1. ISTNIEJE MOŻLIWOŚĆ

OPRACOWANIA MODELOWEGO MORFEMU SPEŁNIAJĄCEGO ZAŁOŻENIA BIO-CITY I ŁĄCZĄCEGO IDEĘ ZINTEGROWANIA FORMY ARCHITEKTONICZNO-URBANISTYCZNEJ Z FORMĄ OBIEGU WODY (CYKLU WODNEGO) NA JEJ OBSZARZE, TAK ABY ZWIĘKSZYĆ EFEKTYWNOŚĆ GOSPODARKI WODNEJ I ZASPOKOIĆ PRZESTRZENNE, PROGRAMOWE I ESTETYCZNE POTRZEBY CZŁOWIEKA.

2. ISTNIEJE WSPÓŁZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY:

- FORMĄ FUNKCJONALNO-PRZESTRZENNĄ MORFEMU A MOŻLIWOŚCIAMI OSZCZĘDZANIA WODY ORAZ METODAMI JEJ GROMADZENIA I SPOSOBAMI WYKORZYSTANIA W CYKLU PRZEMIAN WODNYCH ZACHODZĄCYCH W MORFEMIE.
- FORMAMI WYKORZYSTANIA WODY OPADOWEJ W MORFEMIE A PREFERENCJAMI POTENCJALNYCH MIESZKAŃCÓW OCZEKUJĄCYCH DOBROSTANU I KOMFORTU, ZWIĄZANYCH BEZPOŚREDNIO Z KONTAKTEM Z WODĄ OTWARTĄ I ESTETYKĄ ŚRODOWISKA MORFEMU.

I_4 CELE PRACY

1. Znalezienie rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych dla podstawowej jednostki strukturalnej środowiska mieszkaniowego (Bio-Morfemu) współpracującej z tkanką miejską w zakresie maksymalnego ograniczenia zużycia wody z sieci wodociągowej, poprzez wykorzystanie wody opadowej i poprzez rozwiązania przybliżające do zamkniętego obiegu wody w morfemie, przy jednoczesnym zachowaniu estetycznych walorów formy architektonicznej oraz przy zachowaniu korzystnego wpływu na organizm człowieka.
2. Wskazanie na wybranych przykładach morfemu zależności pomiędzy jego formą funkcjonalno-przestrzenną, a możliwościami wprowadzenia rozwiązań niebiesko-zielonej infrastruktury, szczególnie w zakresie wykorzystania wody opadowej w obiegu wody w jednostce.
3. Wskazanie zależności pomiędzy formą wody otwartej w morfemie a wzrostem dobrostanu potencjalnych użytkowników.

CELE APLIKACYJNE

1. Przedstawienie prostego, łatwego w prognozowaniu, sposobu obliczeń możliwości wprowadzenia wody opadowej w cykl wykorzystania wody i układ funkcjonalno-przestrzenny morfemów.
2. Wskazanie możliwości zastosowania przyjętej metody budowy jednostki mieszkaniowej - morfemu w istniejących strukturach osiedlowych wymagających rewitalizacji.
3. Sformułowanie wniosków i przedstawienie wskazań do projektowania układów funkcjonalno-przestrzennych morfemów.

I_5 ZAKRES PRACY

ZAKRES CZASOWY

Podstawowy zakres czasowy objął analizę współczesnych teorii i rozwiązań dotyczących XXI wieku. Zakres czasowy tła badań to okres obejmujący ostatnie cztery dekady XX wieku po czasy obecne - analiza materiałów źródłowych dotyczących przeszłości i teraźniejszości.

ZAKRES TERYTORIALNY

Analizie teoretycznej poddano zagadnienia dotyczące kształtowania Bio-City - od idei, poprzez budowę struktury, do podstawowego zespołu jednostkowego. Specyfika podjętego tematu – innowacyjnych obszarów współpracujących o nielicznych realizacjach lub których wiele jest na etapie projektowym lub na etapie prac badawczych i testowania rozwiązań, wymaga szerokiego spektrum analiz opracowań teoretycznych. Zakres tej części pracy objął projekty i realizacje na całym globie.

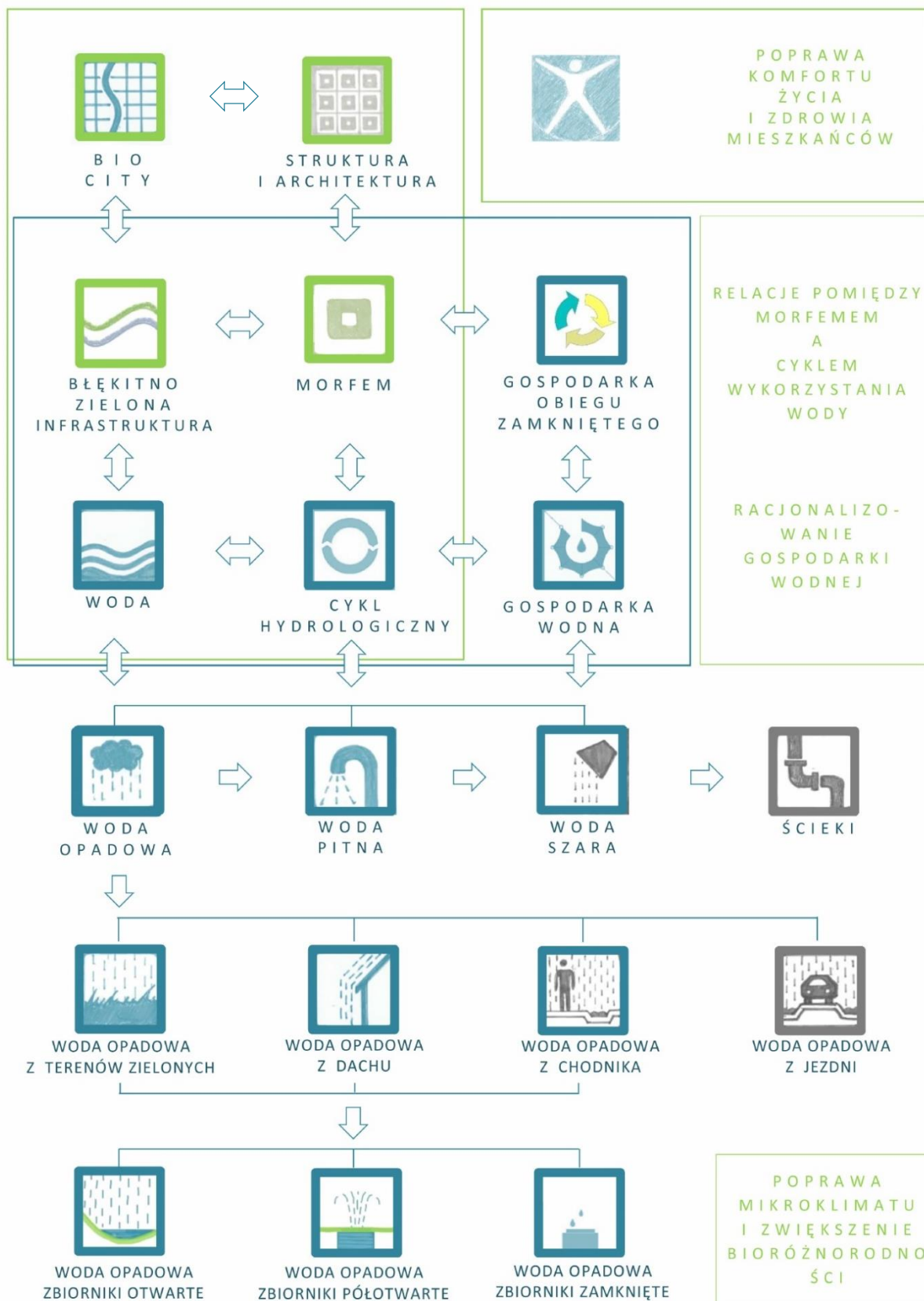
W obszarze problemowym części teoretycznej dotyczącym ogólnie zespołów mieszkaniowych, zdrowego środowiska zamieszkania i budowy Bio-Morfemu wzięto pod uwagę tradycje i tendencje charakterystyczne dla Europy i Krakowa.

W części badawczej wykorzystano model teoretyczny. Badania symulacyjne różnych form Bio-Morfemu prowadzono na danych z modeli wirtualnych z uwzględnieniem uśrednionych warunków klimatycznych Krakowa.

ZAKRES PROBLEMOWY

Problemowy zakres pracy (**ILUSTRACJA 1**) obejmuje dwa obszary badawcze - ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE i ŚRODOWISKO WODNE W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM. Badania obu obszarów prowadzono równolegle.

W części poświęconej ŚRODOWISKU MIESZKANIOWEMU analizowano zależności w strukturze Bio-City, jako ekologicznego miasta ideowego pod kątem podziału strukturalnego i jego cząstki elementarnej, którą nazwano morfemem.



Badaniu poddano współczesne projekty i realizacje miast, które nawiązują do idei Bio-City. Na podstawie wybranych przykładów - Masdar, Bo02 Malmo, Oceanix City, Toyota Woven City, Silo Jaworzno, wyodrębniono typy morfemów w strukturze Bio-City.

Na podstawie analizy, badań empirycznych oraz teorii Conzena (Conzen, 1960), dotyczącej przemiany miasta, wykazano możliwości przemiany współczesnej struktury miejskiej w obszary Bio-City poprzez wprowadzanie Bio-Morfemów - ekologicznych morfemów współpracujących.

Przeanalizowanie jednostek mieszkalnych doprowadziło do skryształizowania teoretycznej formy Bio-Morfemu spełniającego założenia Bio-City.

W części poświęconej ŚRODOWISKU WODNEMU- WODA A ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE, badano zagadnienia związane z gospodarką dążącą do obiegu zamkniętego cykli przemian wody w jednostkach strukturalnych Bio-City.

W dysertacji poruszono zagadnienia rozwiązań technicznych i funkcjonalno-przestrzennych prowadzące do racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi w morfemie i ich wpływu na komfort jego użytkowania.

W celu ostatecznego zdefiniowania optymalnych parametrów modelowej jednostki Bio-Morfemu, skryształizowanych na podstawie badań teoretycznych w zakresie wielkości, proporcji i ilości mieszkańców, przeanalizowano w różnych scenariuszach i wariantach możliwości zmniejszenia zapotrzebowania na wodę z sieci wodociągowej oraz możliwe jej oszczędności uzyskiwane w wyniku pozyskiwania i gromadzenia wody opadowej oraz wykorzystania wody szarej.

Podjęto badania nad dostosowaniem formy morfemu oraz wielkości i formy elementów – „nośników” rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury do zapewnienia najlepszych możliwych parametrów w zakresie oszczędzania, gromadzenia i sposobów wykorzystania wody opadowej w morfemie.

Obszar badawczy objął też analizę preferencji użytkowników morfemów w zakresie rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych, dającą wskazówki dla zachowaniu wysokiego komfortu użytkowego i podwyższenia czynników prozdrowotnych poprawiających dobrostan mieszkańców.

I_6 KONSTRUKCJA PRACY

Praca składa się z PIĘCIU CZĘŚCI. Struktura pracy pozwala na przemienne i wspólne ujmowanie dwóch głównych obszarów problemowych, podlegających dwóm różnym dyscyplinom naukowym – Architekturze i Urbanistyce oraz Inżynierii Środowiska, Górnictwu i Energetyce. Podział został dokonany też ze względu na rodzaj metodologii badań oraz etapy ich przeprowadzania.

W **CZĘŚCI I - WPROWADZENIE** opisano formalne założenia pracy, przedstawiono jej cele i zakres, sformułowano założenia merytoryczne, zaprezentowano postawione tezy i metodykę badań, a następnie przeglądowo opisano stan wiedzy dotyczący obszaru badań.

W **CZĘŚCI II - ROZWAŻANIA TEORETYCZNE** nakreślono problemy i zagrożenia współczesnych miast (**II_1 OBSZARY PROBLEMOWE**), a następnie wyodrębniono dwa obszary merytoryczne:

II_2. ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE skupia uwagę odbiorcy na badaniach teoretycznych problematyki związanej z kształtowaniem środowiska mieszkaniowego w miastach ekologicznych. Opisano w nim ewolucję idei tworzenia inteligentnego miasta ekologicznego dochodząc do założeń Bio-City, jako wzorca zrównoważonego miasta przyszłości, a następnie przeanalizowano budowę i właściwości strukturalnych, fraktalnych jednostek mieszkaniowych Bio-City.

II_3. WODA A ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE to drugi obszar badawczy rozważań teoretycznych. Podjęto w nim próbę nakreślenia problemów związanych ze współczesnymi metodami zintegrowanej gospodarki wodnej w obszarach mieszkaniowych, odnosząc się do rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury w skali miasta i morfemu. Zaproponowano też przykłady tych rozwiązań możliwych do wprowadzenia w przestrzeń jednostki mieszkaniowej.

W **CZĘŚCI III - BADANIA** przedstawiono etapy, opisano procedury badawcze i wyniki przeprowadzonych badań nad morfemem - jego formą a zachodzącym cyklem hydrologicznym i cyklem wykorzystania wody.

Tę część pracy podzielono na pięć podrozdziałów:

III_1. KRYSTALIZACJA BIO-MORFEMU - to wnioski z rozważań teoretycznych precyzujące ideę i optymalną formę funkcjonalno-przestrzenną modelowej jednostki BIO-MORFEM.

III_2. ZAŁOŻENIA DO MODELOWANIA OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE - to opis wytycznych do przeprowadzonych badań i ich procedur.

III_3. PRZYJĘTA METODYKA - to rozdzielony na podrozdziały opis zastosowanych metod badawczych w zakresie **METOD OBLICZANIA OBJĘTOŚCI NIERÓWNOMIERNOŚCI WÓD OPADOWYCH** oraz w zakresie **WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ I WÓD OPADOWYCH DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ WODOCIĄGOWĄ**.

III_4. WARIANTOWANIE MOŻLIWOŚCI I WYBÓR WARIANTÓW DO OBLICZEŃ –to sprawdzenie możliwości oszczędzania wody wodociągowej poprzez zagospodarowanie wody opadowej i wody szarej w obszarze Bio-Morfemu w różnych scenariuszach użytkowania i dla różnych wariantów formowania i zagospodarowania funkcjonalno-przestrzennego Bio-Morfemów. W podpunkcie **III_4.1. UZASADNIONO WYBÓR WARIANTÓW**, a następnie dla każdego WARIANTU Bio-Morfemu przedstawiono osobno wyniki badań w podpunktach od **III_4.2** do **III_4.4**.

III_5. KOMENTARZE DO BADAŃ - to zestawienie uzyskanych rezultatów oraz ich omówienie.

W CZĘŚCI IV - FORMY ZAŁOŻEŃ WODNYCH W BIO-MORFEMIE – BADANIE PREFERENCJI MIESZKAŃCÓW - w dwóch podrozdziałach, przedstawiono etapy, opisano procedury badawcze i wyniki przeprowadzonych badań preferencji potencjalnych użytkowników w zakresie oszczędzania i sposobów zagospodarowania wody oraz form jej wprowadzania do Bio-Morfemu.

IV_1. ANKIETA I WYWIADY - to omówienie metod i procedur badawczych oraz przedstawienie ich rezultatów.

IV_2. INTERPRETACJA WYNIKÓW - to komentarz do uzyskanych w wyniku badań danych.

W CZĘŚCI V – REALIZACJA ZAŁOŻEŃ, WNIOSKI, ZAKOŃCZENIE opisano REALIZACJĘ ZAŁOŻEŃ Bio-Morfemu oraz przedstawiono WNIOSKI i wskazania w zakresie projektowania Bio-Morfemu - modelowej jednostki mieszkaniowej zapewniającej optymalne warunki dla zintegrowanej gospodarki wodnej przy zachowaniu warunków zdrowego środowiska zamieszkania i wysokiego poziomu dobrostanu użytkowników. W zakończeniu pracy umieszczono oświadczenia dotyczące etycznych aspektów przeprowadzonych badań oraz podziękowania dla instytucji i osób wspierających finansowo i merytorycznie przeprowadzone procesy badawcze.

Uzupełnieniem pracy są:

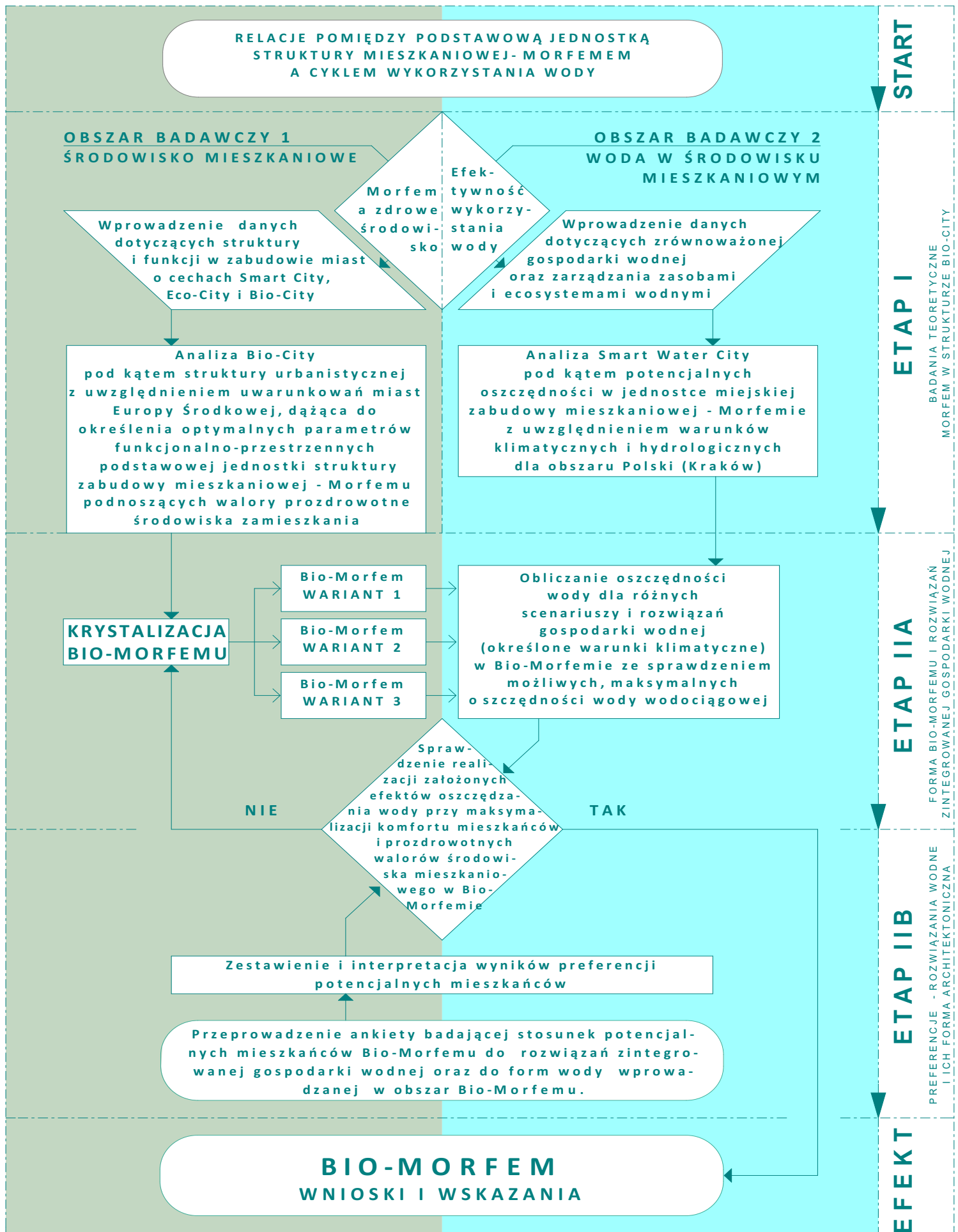
BIBLIOGRAFIA; SPIS TABEL; SPISY ILUSTRACJI oraz ZAŁĄCZNIK: KWESTIONARIUSZE ANKIETOWE.

I_7 PROCES BADAWCZY I ZASTOSOWANE METODY

Podczas pracy badawczej zastosowano różne metody badawcze, sklasyfikowane jako:

- **METODA BADAŃ TEORETYCZNYCH:**
 - Analiza obejmująca badanie literatury, artykułów naukowych, czasopism fachowych, materiałów konferencyjnych, norm, ustaw, dyrektyw, źródeł internetowych. Skorzystano z następujących zbiorów i baz: Web of Science, Scopus; akademickich baz takich jak Research Gate, Microsoft Academic, Academia, Elsevier, Springer, Wiley, EBSCO, ACS, baza internetowa Google Scholar oraz ISAP, które dały możliwość pogłębienia posiadanej wiedzy i sięgnięcia do obszaru zagadnień z architektury i urbanistyki, inżynierii środowiska, ekologii, psychologii i prawa.
 - Badania interpretacyjne – udział w panelach dyskusyjnych, konferencjach przegląd portali internetowych, przegląd najnowszych teorii i trendów w projektowaniu (raporty organizacji i stowarzyszeń architektoniczno-budowlanych, wnioski z prowadzonych i zamkniętych programów badawczych), wyjazdy studialne i wyjazdy stażowe.
- **BADANIA EMPIRYCZNE:**
 - Badania jakościowe i ilościowe z wykorzystaniem symulacji, obejmujące badanie morfemu pod względem relacji formy przestrzennej i możliwości wprowadzenia rozwiązań przybliżających do zamkniętego cyklu przemian wody (forma morfemu a możliwości gromadzenia i wykorzystania wody opadowej).
 - Badania obejmujące typologię form wodnych stosowanych i możliwych do zastosowania w Bio-Morfemie.
 - Badania pośrednie empiryczno-teoretyczne przy użyciu techniki interaktywnej (ankieta) dla określenia preferencji potencjalnych użytkowników i wpływu zastosowanych form błękitno-zielonej infrastruktury na ich opinie, decyzje i wybory.

Na **ILUSTRACJI 2**, w postaci schematu blokowego, przedstawiono zakres, powiązania i metody procesów badawczych ujętych w niniejszej dysertacji.



ILUSTRACJA 2. SCHEMAT BLOKOWY PRZEPROWADZONYCH PROCESÓW BADAWCZYCH.

OZNACZENIA FIGUR W PROCESIE BADAWCZYM:

STRZAŁKA – KIERUNEK PROCESU; OWAL – POCZĄTEK I KONIEC PROCESU;

RÓWNOLEGŁOBOK – WPROWADZENIE DANYCH ZEWNĘTRZNYCH; PROSTOKĄT- OPERACYJNE POLE DZIAŁANIA;

ROMB – PODEJMOWANIE WYBORU.

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

I_8 STAN BADAŃ

Temat niniejszej pracy związany jest z dwoma podstawowymi obszarami badawczymi - ŚRODOWISKIEM MIESZKANIOWYM I ŚRODOWISKIEM WODNYM W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM. Z uwagi na interdyscyplinarność tematyki, obszerność zagadnień i skalę badań powołano się na główne pozycje publikacyjne i prace badawcze. Przytoczono nazwiska autorów, których publikacje najsilniej związane są z przedmiotem pracy. Odwołania do pozostałych pozycji bibliograficznych umieszczono w poszczególnych podrozdziałach dotyczących zagadnień szczegółowych. Korzystano zarówno z dorobku polskich jednostek naukowych jak i wiodących ośrodków zagranicznych.

We wstępie do „ROZWAŻAŃ TEORETYCZNYCH” dotyczącym problematyki zjawisk i zagrożeń globalnych oparto się na dokumentach i opracowaniach, takich jak np. wspomniane w „UZASADNIENIU WYBORU TEMATU”, w punkcie I_1, raporty światowych organizacji społeczno-ekonomicznych (ONZ, WHO, IPCC, WEF), czy na Strategii Lizbońskiej¹⁰ i późniejszym planie rozwoju dla Unii Europejskiej – „EUROPA 2020”¹¹, kładących nacisk na inwestycje w kapitał ludzki i społeczny oraz na mądrym gospodarowaniu zasobami naturalnymi.

W dalszym toku ROZWAŻAŃ TEORETYCZNYCH, opierając się na idei Smart City, rozwijanej w badaniach Massachusetts Institute of Technology (Mitchell, 2007), w której pojawia się skojarzenie systemów miejskich z układem nerwowym organizmów żywych (Sobczak, 2013), podążono od idei Humbolta¹², Levi-Straussa (Levi-Strauss, 1970) i dalej kierując się myślą ekologiczną, poprzez badania i teorie: „miasta-ogrodu” Howarda (Howard, 1902); „projektowania zgodnego z naturą” Iana McHarg (McHarg I. L., 1969); „Akrologii”

¹⁰ Strategia Lizbońska – dokument uchwalony przez Radę Europejską na posiedzeniu w Lizbonie w marcu 2000 będący planem rozwoju dla Unii Europejskiej na lata 2000 – 2010, zgodnie z którym Europa dzięki inwestycjom w ekologię, innowacyjność, naukę i badania, miała stać się najbardziej dynamicznie i najlepiej rozwijającym się regionem na świecie, https://ec.europa.eu/archives/growthandjobs_2009/, dostęp 20.02.2023

¹¹ „EUROPA 2020” - 3 marca 2010 r. Komisja Europejska zainicjowała Strategię Europa 2020 mającą na celu wyjście z kryzysu i przygotowanie gospodarki UE na następną dekadę. Wniosek Komisji w sprawie nowej strategii powstał po konsultacjach społecznych, w ramach których zgłoszono około 1500 komentarzy. Strategia opiera się na dotychczasowych osiągnięciach i wyciągniętych wnioskach z realizacji Strategii Lizbońskiej, https://ec.europa.eu/archives/growthandjobs_2009/, dostęp 20.02.2023

¹² Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (1769 - 1859) prekursor ekologizmu we współczesnych naukach przyrodniczych i geograficznych, podróżnik, twórca pierwszego zielnika i typologii roślin podzielonej na geograficzne obszary występowania. W swojej pracy kierował się holistycznym spojrzeniem na przyrodę, badając związki rządzące procesami zachodzącymi w środowisku. Jako pierwszy zwrócił uwagę na negatywne aspekty działalności człowieka, będąc tym samym prekursorem działań na rzecz ochrony środowiska (Bednarczyk, 2006).

Paola Soleriego (Soleri, 1973); „infrastruktury” Yeanga (Yeang, 1995); „ekologii fizycznej i społecznej” - Van der Ryna i Cowana (Van der Ryn i Cowan, 1996); „biomimetyki w architekturze” Pawlyna (Pawlyn M. , 2016a); „architektury wrażliwej i adaptacji do zmian klimatu” Ingelsa (Ingels i et al., 2020), aż do idei realnej zmiany urbanistycznej dla miast przekształcanych w Bio-City (Chatterton, 2019). W badaniach uwzględniono też idee takich architektów jak: Koolhaas (Koolhaas R., 2004), Botta, Foster, Piano, Eisenmann czy Hadid.

Oparto się na idei miejskich ekosystemów Michaela Pawlyna, będącej nawiązaniem do koncepcji „Living Building” (Berkebile i McLennan, 1999) w skali urbanistycznej, i zakładającej, że projektując i przekształcając miasta i budynki powinno się dążyć do wypracowania modelu zamkniętej pętli cykli życiowych: energetycznych, wodnych i odpadów, wykorzystując wszystkie razem w jednym obiegu (Pawlyn M. , 2016b).

W obszarze zagadnień dotyczących ŚRODOWISKA MIESZKANIOWEGO skupiono się na opracowaniach, które kontynuowały myśl o przechodzeniu od podstawowych komórek do większych systemów, od cząstki elementarnej do skomplikowanych struktur urbanistycznych. Ta podstawowa komórka w literaturze funkcjonuje pod nazwą morfemu w pracach Conzena (Conzen, 1960) i innych badaczy morfologii urbanistycznej, czy w pracach bardziej filozoficznych dotyczących uniwersałów architektury Niezabitowskiego (Niezabitowski A. , 1979).

Skorzystano z badań nad strukturą obszarów mieszkaniowych i budową podstawowych jednostek mieszkaniowych prowadzonych przez polskie ośrodki badawcze takie, jak: Instytut Projektowania Urbanistycznego i Katedra Kształtowania Środowiska Mieszkaniowego Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej (W. Cęckiewicz, W. Seruga, G. Schneider-Skalska G., J. Gyurkovich, A. Kantarek, M. Jagiełło-Kowalczyk, J. Kobylarczyk); inne jednostki Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej (A. Białkiewicz, T. Kapecki, M. Kozień-Woźniak, M. Motak, M. Gyurkovich, A. Franta K. Racoń-Leja, W. Korbel, K. Dudzic- Gyurkovich, J. Sroczyńska, A. Bojęś-Białasik, S. Kuc, W. Celadyn, T. Kusionowicz, P. Markiewicz-Zahorski, B. Siedlecki, R. Blazy, M. Wdowiarz-Bilska, T.Kozłowski, Z. Myczkowski, M. Bogdanowska, A. Zachariasz, U. Forczek-Brataniec, K. Hodor, K. Łakomy, J. Środulska-Wielgus, A. Ozimek); Szkoła

Naukowa Habitat Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej (Z. Bać, A. Bać); jednostki Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej (S. Gzell, K. Pluta, K. Solarek, E. Ryńska, T. Sumień). Wzięto pod uwagę prace Wydziałów Architektury Politechniki Gliwickiej (A. Niezabitowski, E. Niezabitowska, B. Komar), Politechniki Poznańskiej (W. Bonenberg, T. Bardzińska-Bonenberg, A. Januchta-Szostak); Politechniki Gdańskiej (A. Baranowski) i Politechniki Lubelskiej (N. Przesmycka, J. Wrana). Istotną rolę w przygotowaniu pracy odegrały publikacje dotyczące szeroko rozumianego zagadnienia zdrowego środowiska mieszkaniowego, w którym harmonijnie następuje równoważony rozwój elementów przyrodniczych, obiektów i struktur architektoniczno-urbanistycznych oraz środowiska społecznego (Schneider-Skalska, 2004). Uznano za ważne stwierdzenie, iż szybkość interaktywności i wydajności infrastruktury systemów, ich komponentów składowych, w tym wody oraz poziom świadomości mieszkańców jest miarą rozwoju (Azkuna et.al, 2012).

Wzięto pod uwagę, iż środowisko mieszkaniowe stanowi większość struktury miejskiej i jest też głównym obszarem użytkowników i konsumentów wody (Solarek, 2019). Wysoka jakość tego środowiska jest ściśle powiązana z komfortem klimatycznym, przestrzennym i komfortem użytkowania, dla których obecność wody w środowisku mieszkaniowym i otoczeniu człowieka jest kluczowa (Schneider-Skalska G. , 2019).

Wytyczne do reorganizacji obiegu wody w strukturze miejskiej w połączeniu z ideami Bio-City, jako szczególnej formy Smart City, nasunęły myśl o wiodącej roli podstawowej jednostki mieszkalnej – morfemu (Niezabitowski, Conzen), w reorganizacji działania „organizmu miejskiego” jako elementu współpracującego z tkanką miejską i zaspokajającego potrzeby jego mieszkańców (bytowe, psychiczne, estetyczne, funkcjonalne) oraz tworzącego wysoką jakość życia i warunki sprzyjające zdrowiu we wszystkich jego aspektach (Gascon et al., 2017); (Rydin et al., 2012).

W badaniu i budowaniu formy podstawowej jednostki, którą nazwano morfemem, wzięto pod uwagę badania nad kształtem, proporcją wnętrza i ich wielkością (Oliveira, 2016); (Schneider-Skalska, 2004); (Rogers i Power, 2000); (Ruano, 1999) nad postrzeganiem skali ludzkiej (Sumlet, 2018); (Ashihara , 1981), zapotrzebowaniem na tereny zielone, rekreację przydomową i wpływem wód

otwartych na mikroklimat i zdrowie mieszkańców (Rapoport, 1977); (Schneider-Skalska, 2011); (Georgiou et al., 2021); oraz nad możliwością wprowadzenia zbiornika wodnego (Powell i Rogers, 2006); (Krier, 2001).

W obszarze badań dotyczących ŚRODOWISKA WODNEGO w zespołach mieszkaniowych oraz zintegrowanej gospodarki wodnej oparto się na danych statystycznych ONZ oraz na opracowaniach naukowych, które wskazują, że niezbędna jest reorganizacja systemów wodnych terenów zurbanizowanych dążąca do optymalnego, kompleksowego gospodarowania wodą na każdym poziomie struktury przestrzennej, w tym do rozprowadzania wody pitnej, odbioru ścieków, odbioru wód opadowych oraz gospodarowania powierzchniowymi i podziemnymi zasobami wodnymi w sposób zrównoważony (Verma et al., 2020). Wynikiem ewolucji prognoz określających przewidywane kierunki rozwoju, strukturą zarządczą miast w zakresie właściwego społecznie wykorzystania wody, wobec możliwości, jakie niosą techniki informatyczne, jest pojawianie się kolejnych idei rozwoju miast. W ostatnich latach tworzyło to ciąg następujących koncepcji opartych na takim samym zidentyfikowaniu współczesnych problemów z gospodarowaniem wodą i o bardzo zbliżonych postulatach. Są to idee:

- miast przyszłości („Future Cities”),
- miast zrównoważonych („Sustainable Cities”),
- miast cyfrowych („Digital Cities”),
- miast mądrze wykorzystujących wodę („Water-Wise” Cities),
- miast gromadzących wodę („Sponge Cities” - Chiny),
- miast inteligentnych („Smart Cities”).

Obecnie mówimy o „Smart City” jako o wizji miasta opartego na technologiach informacyjnych i komunikacyjnych (IT) oraz na Internecie Rzeczy (IoT). Wymiana informacji pomiędzy obiektami/urządzeniami prowadzona bez ingerencji człowieka prowadzi do sprawnego zarządzania coraz bardziej skomplikowaną i stale rozrastającą się infrastrukturą.

W dysertacji oparto się na badaniach naukowych Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej (E. Nachlik, S.M. Rybicki, J. Królikowska, A. Królikowski, I. Godyń).

Zwrócono uwagę na prowadzone w tym zakresie badania mówiące o niezbędnej reorganizacji (Rybicki, et al., 2022); wprowadzeniu wielokrotnego wykorzystania zasobów wodnych (Kumar et al., 2020); projektowaniu miast (zarówno całych dzielnic, jak i poszczególnych budynków) tak, aby idea wielokrotnego (cyrkulacyjnego) wykorzystania wody była realizowana w skali od pojedynczych gospodarstw domowych, poprzez bloki, dzielnice, do miasta jako całości (Khayal i Farid, 2017); eksploataowaniu systemów wodociągowo-kanalizacyjnych w powiązaniu z ochroną ilościową i jakościową wody w środowisku, w otoczeniu miast (Wang et al., 2021), (Amini et al., 2019), a także o koniecznym zaangażowaniu mieszkańców, instytucji, organizacji, jednostek przemysłowych działających w mieście dla wdrażania przyjętych rozwiązań technicznych (Appio et al., 2019). Wzięto pod uwagę kompleksowe rozwiązania BGI (Januchta-Szos-tak, 2020), (Burszta-Adamiak, 2014).

Na podstawie badań literatury uznano, że zespoły mieszkaniowe - morfemy, poprzez wprowadzenie niebiesko-zielonych rozwiązań inżynierskich (zbiorniki, cieki i urządzenia wodne, zielone dziedzińce, dachy i ściany) oraz efektywne wykorzystanie dostarczanej wody, mogą stać się zarówno autonomicznymi, jak i kooperacyjnymi elementami konstrukcji pod względem zachodzących w nich procesów synergicznych (Well i Ludwig, 2020); (Ruano, 1999). Rozwiązania te pomogą zmniejszyć ilość wody przepływającej przez system infrastruktury miejskiej i stworzyć obszary rezerwy wody.

W pracy wzięto również pod uwagę jako ważny komponent badań i zastosowań, opracowania i opisy dotyczące projektowanych, budowanych i zbudowanych struktur miejskich i mieszkaniowych o charakterze Bio-City i ich jednostek podstawowych.

W pracy uwzględniono doświadczenia Autorki wyniesione z wyjazdów badawczych do uznanych jednostek zajmujących się zagadnieniami relacji architektury i gospodarki wodnej. Odbyto staż w Norwegian Association for Green Infrastructure oraz Scandinavian Green Roof Institute.

Skorzystano z doświadczeń polskich organizacji, z którymi Autorka współpracuje, takimi jak: Polskie Stowarzyszenie Dachy Zielone, Polish Green Building Council, Polski Komitet Normalizacyjny.

Wykorzystano doświadczenie projektowe Autorki, które jest wynikiem wieloletniej współpracy z firmami projektowymi: STOA, Centrum Projektowo – Budowlanym „Arch-Werk”, JSC DESIGN, a także doświadczenie dydaktyczne z pracy ze studentami II stopnia kierunku Architektura na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej z przedmiotu Projektowanie architektoniczno-urbanistyczne obszarów mieszkaniowych.



II. ROZWAŻANIA TEORETYCZNE

II ROZWAŻANIA TEORETYCZNE

II_1 OBSZARY PROBLEMOWE

Coroczne raporty Światowego Forum Ekonomicznego - Global Risks Report (2018 – 2023) wskazują obszary problematyczne dla populacji w skali globalnej i regionalnej.



ILUSTRACJA 3. PODSUMOWANIE DANYCH Z GLOBALNEGO RAPORTU RYZYK OZNACZENIA KOLORYSTYCZNE ZAGROŻEŃ NA WYKRESIE: ZIELONY – ŚRODOWISKOWE; NIEBIESKI – EKONOMICZNE; POMARAŃCZOWY- GEOPOLITYCZNE; CZERWONY-SPOŁECZNE; FIOLETOWY- TECHNOLOGICZNE. ŹRÓDŁO: (WEF, 2023b).

Z analizy problemów w latach 2018-2023 wynika, że najbardziej dotkliwe dla ludzkości, w krótko i długoterminowej perspektywie, są **ZMIANY KLIMATYCZNE**. Za rosnącą skalę zagrożeń odpowiadać ma m.in. nieskoordynowana polityka klimatyczna oraz zróżnicowane podejście do walki z ociepleniem klimatu w skali globalnej.

Globalne ocieplenie pociąga za sobą szereg **GWAŁTOWNYCH ZJAWISK POGODOWYCH**– huragany, powodzie, susze. Do zagrożeń wynikających ze zmian klimatu można też zaliczyć **STRES WODNY (WHO,2021)**; (ONZ, 2016), **STRES CIEPLNY** czy **NIEDOBORY ŻYWNOŚCI** będące tłem migracji i poważnych konfliktów społecznych (Popkiewicz, 2012). Raport IPCC (IPCC, 2023a) zwraca uwagę na problemy związane ze **ZMIANAMI OBIEGU WODY W PRZYRODZIE**. Dotkliwym skutkiem zmian klimatycznych jest **OBNIŻENIE POZIOMU ŻYCIA, OGRANICZENIE BEZPIECZEŃSTWA MIESZKANIOWEGO** (Muras, 2018), czy **PRZESUSZENIE I PRZEGRZANIE**

MIKROKLIMATU MIEJSKIEGO. Wszystkie te czynniki, zgodnie z definicją (WHO, 1946); (WHO, 2003) są ściśle związane ze zdrowiem, które „*jest stanem pełnego dobrostanu fizycznego, psychicznego i społecznego, a nie tylko brakiem choroby lub niepełnosprawności*”.

Problemy te potęgowane są przez stały **OGÓLNY WZROST LICZBY LUDNOŚCI** oraz związane z tym **ROSNĄCE ZAPOTRZEBOWANIE NA ZASOBY NATURALNE.**

Ze względu na **WZROST UDZIAŁU LUDNOŚCI MIEJSKIEJ W OGÓLNEJ LICZBIE LUDNOŚCI**, z tendencją do najintensywniejszego przyrostu ludności w obszarach metropolitalnych, szczególnie uwidaczniają się **PROBLEMY ZWIĄZANE Z KSZTAŁTOWANIEM, UTRZYMANIEM I PLANOWANIEM INFRASTRUKTURY KOMUNALNEJ** tych jednostek. Obecne statystyki wskazują, że 56% z 7,2 miliarda mieszkańców Ziemi mieszka w miastach (Roser et al., 2013), konserwatywne prognozy wskazują, że w 2050 r. w miastach znajdzie się 70% populacji (Ritchie i Roser, 2018), a to z kolei powoduje, że stale **ROŚNIE LICZBA OSÓB POTRZEBUJĄCYCH DOSTĘPU DO INFRASTRUKTURY KOMUNALNEJ**, a w szczególności dostępu do wody o odpowiedniej jakości.

Ritchie i Roser podkreślają, że osoby przeprowadzające się do miast wymagają wyższego standardu życia, w tym jakości wody, co będzie coraz trudniejsze ze względu na pojawiające się susze i **WYCZERPYWANIE SIĘ WARSTW WODONOŚNYCH WÓD PODZIEMNYCH** (Cristiano et al., 2021); (de Sá Silva et al., 2022).

Trudności w utrzymaniu wysokich standardów środowiska mieszkaniowego wynikają w dużej mierze z **ZAGĘSZCZANIA ZABUDOWY KOSZTEM TERENÓW ZIELONYCH**, ich degradacji i zaniku, wpływającego na **NADMIERNE OBCIĄŻANIE INFRASTRUKTURY MIEJSKIEJ** oraz degradacji ich funkcji jako przyjaznego środowiska dla istnienia człowieka.

To implikuje znaczne **KOSZTY ŚRODOWISKOWE I SPOŁECZNE**, w tym osłabienie więzi człowieka z przyrodą, osłabienie więzi społecznych, nierówności w dostępie do dystrybucji dóbr i infrastruktury (Baudrillard, 2006).

W związku z tym pojawiły się nowe wyzwania w zakresie nowoczesnej gospodarki przestrzennej, w tym gospodarki wodami w miastach, zarówno w kontekście planowania i łączenia systemów naturalnej i seminaturalnej infrastruktury niebieskiej i zielonej, jak i w kontekście zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia i na potrzeby gospodarcze oraz w aspekcie minimalizacji negatywnego wpływu dużych doływów ścieków do miejskich systemów kanalizacyjnych (Rybicki et al., 2022).

II_2 ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE

II_2.1 IDEA BIO-CITY

Systemy osiedleńcze są korelacją pomiędzy społecznością mieszkańców, przyrodą a ich strukturą. Harmonijny, współbieżny i zrównoważony rozwój tych elementów tworzy możliwość ewolucji jakości i sposobu życia.

Szybkość interaktywności i wydajności infrastruktury systemów, ich komponentów składowych, w tym wody oraz poziom świadomości mieszkańców jest miarą rozwoju (Azkuna et al., 2012). Rozwój osiągnięty poprzez kształtowanie konkurencyjnej i dynamicznej gospodarki opartej na wiedzy, zgodny ze Strategią Lizbońską i Strategią EUROPA 20, kładący nacisk na inwestycje w kapitał ludzki i społeczny oraz na wzbogacanie infrastruktury komunikacyjnej, przy jednoczesnym mądrym gospodarowaniu zasobami naturalnymi jest podstawą tworzenia współczesnych inteligentnych miast. Smart City to sposób zarządzania, którego celem jest osiągnięcie zrównoważonego funkcjonowania struktur miejskich i wygody w zakresie jakości życia mieszkańców (Oberascher et al., 2022). Istotą tej koncepcji jest skuteczność informacji, komunikacji i monitoringu w zapewnianiu powiązań pomiędzy obszarami procesu i uczestnikami. Badacze wskazują na wiodącą rolę Internetu Rzeczy (IoT) w tych procesach (Mohanty et al., 2016). Zamysł ten jest wynikiem nieuchronnej ewolucji prognoz określających przewidywane kierunki rozwoju struktury zarządzania miastami przy coraz szerszych możliwościach, jakie dają komputery i szerzej techniki informatyczne (Mitchell, 2007). Postrzeganie miasta jako inteligencji skupianej w połączeniu cyfrowych sieci telekomunikacyjnych, inteligencji wszechobecnej w tkance miejskiej, inteligencji pobudzanej poprzez system czujników i znaczników oraz posiadającej zmienne w czasie oprogramowanie (Sobczak 2013), nasuwa skojarzenia z funkcjonowaniem układu nerwowego organizmów żywych.

Koncepcja traktowania struktur miejskich jako biologicznego tworu bliska jest teorii urbanisty Iana McHarg, autora książki *Design with Nature* (1969), który pisał o ziemi jako „żywym super-organizmie”, a o człowieku jako

„enzymie biosfery”¹³. Stosował holistyczne podejście do projektowania, uwzględniając wzajemne zależności w przyrodzie ożywionej i nieożywionej. Zapoczątkował wdrażanie informacji geograficznej do procesu projektowego. Posługiwał się szczegółowymi danymi geologicznymi, klimatycznymi i hydrologicznymi i zwrócił uwagę na ochronę nabrzeży i planowanie korytarzy rzecznych. W urbanistyce był pionierem zrównoważenia (Bać, 2016) i kontynuatorem myśli ekologicznej.

Urbanizm ekologiczny, zapoczątkowany koncepcjami miasta-ogrodu Howarda (1902), rozwijany był sukcesywnie od przełomu XIX i XX wieku poprzez idee pierwszych ekologów i filozofów takich jak: Humbolt - pierwsze badania fitogeograficzne i antropologicznej zmiany klimatu; Levi-Strauss - idea strukturalizmu (Levi-Strauss, 1970); i dalej przez architektów i urbanistów: Soleri – idea Arkologii, m.in. oszczędzanie wody i energii, ograniczanie ścieków i odpadów oraz zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska (Soleri, 1973); Yeang – idea infrastruktury, m.in. infrastruktury niebieskiej (Yeang, 1995); Van der Ryn i Cowan - zasady ekologii fizycznej i społecznej w architekturze i projektowaniu środowiskowym (Van der Ryn i Cowan, 1996); McLennan – biomimetyka w architekturze (McLennan, 2004); Ingels – architektura wrażliwa i adaptacja do zmian klimatu (Ingels et al., 2020) oraz Chatterton - realna zmiana urbanistyczna dla miast (Chatterton, 2019). Te nurty i idee ostatecznie skryształizowały się w paradygmacie Bio-City – miasta opartego na strukturach związanych z naturą.

Poszczególne elementy struktury miasta współdziałają ze sobą w procesach stałego przeobrażania i modyfikacji obszarów i form przestrzennych (Koolhaas, 2004). Zgodnie z poglądami brytyjskiego architekta Michaela Pawlyna elementy te powinny być częścią swoistego „metabolizmu”, tak aby projektując nawet najmniejszy element struktury poprzez większe układy funkcjonalne, aż po cały „organizm miejski”, dążyć do wypracowania modelu zamkniętej pętli cykli życiowych: energetycznych, wodnych i odpadów, wykorzystując wszystkie razem w jednym obiegu (Pawlyn, 2016a).

¹³ McHarg nazwał też człowieka chorobą planetarną - „Człowiek: choroba planetarna” – tytuł przemówienia MgHarga z 1971 na konferencji North American Wildlife and Natural Resources Conference w Portland, w którym zwrócił uwagę na niszczycielską działalność ludzi i ich odpowiedzialność za stan środowiska.

Najbardziej wydajnymi systemami pod względem przepływu zasobów naturalnych i energii są naturalnie występujące w przyrodzie ekosystemy (Pawlyn, 2016a). Czerpanie wiedzy ze świata natury, analogiczne naśladowanie procesów w nim zachodzących w kreowaniu technologii, materiałów i estetyki stało się mocnym nurtem współczesnego projektowania miast.

W nurt ten wpisuje się koncepcja Eko-Miasta, jako tworu wzorowanego na samowystarczalnej, sprężystej strukturze i funkcji naturalnych ekosystemów. Definicja Eko-Miasta mówi o zapewnieniu zdrowej obfitości swoim mieszkańcom bez zużywania większej ilości (odnawialnych) zasobów niż produkuje, bez wytwarzania większej ilości odpadów niż może przyswoić i bez bycia toksycznym dla siebie lub sąsiednich ekosystemów (Ecocity Builders, 2020).

Idea Eko-Miasta jest w pełni zgodna z ideą Bio-City przedstawioną przez Paula Chattertona w *The Bio City Manifesto*. Według niej Bio-City łączy biotyczne i abiotyczne systemy w spójną dobrze funkcjonującą całość, która może przeciwdziałać i przeciwstawić się nadchodzącym skutkom zmian klimatycznych (Chatterton, 2019). Obie idee: Eco Miasta i Bio-City, zakładają wdrażanie zintegrowanego projektowania urbanistycznego, obejmującego urbanistykę, ekologię i partycypację społeczną.

Bio-City obrazuje nowe podejście do natury miejskiej, w tym: przebudowę miast istniejących wprowadzającą permakulturę, biomimikę, biofilnię, rolnictwo miejskie oraz niebieską i zieloną infrastrukturę. Chatterton, w swojej książce „*Unlocking Sustainable Cities A Manifesto for Real Change*”, będącej manifestem „prawdziwej zmiany miast”, wyodrębnił podstawowe cechy programowe Bio-City:

1. Silny związek między ludźmi i przyrodą wymagający współdziałania w społecznościach lokalnych na rzecz utrzymania bioróżnorodności, przywracania, regeneracji i ochrony przyrody miejskiej.
2. Ciągła edukacja wielopokoleniowa i rozwój technologiczny wspomagający racjonalne korzystanie z zasób naturalnych.
3. Biofilne i biomimetyczne projektowanie obszarów miejskich dopasowane do lokalnych warunków klimatycznych i topograficznych.
4. Projektowanie elementów struktury miejskiej jako samowystarczalnych energetycznie obiektów (pozyskiwanie energii z OZE), dążących

do zamkniętej pętli cykli życiowych pod względem obiegu w nich wody i gospodarki odpadami.

5. Projektowanie infrastruktury miasta w sposób zapewniający dostępność wszystkich elementów funkcjonalnych w obrębie ekologicznej komunikacji pieszej i rowerowej.
6. Wprowadzanie rozwiązań blue-green infrastructure wspomagające gospodarkę obiegu zamkniętego w jednostkach strukturalnych miasta, odciążające systemy miejskie i chroniące przed ekstremalnymi zmianami pogody (parki liniowe, parki wertykalne, farmy miejskie, ogrody deszczowe, place wodne, powierzchniowe zbiorniki retencyjne, itp.).
7. Wprowadzanie i rozwój rolnictwa miejskiego w sposób sprzyjający znaczącym zmianom form i funkcji miejskich i dostosowujące „organizm miejski” do „samożywności”.
8. Ochrona flory i fauny na terenach miejskich przeciwdziałająca anihilacji gatunków.

Bio City dąży do jak największej integracji biosfery poprzez dostosowanie architektury, urbanistyki i infrastruktury do warunków topograficznych, klimatycznych, ekologicznych i kulturowych (Gullart, 2020).

Wyszczególnione cechy widoczne są w trendach projektowania nowych miast i rewitalizacji istniejących obszarów miejskich w obszarach państw wysoko rozwiniętych. Są również zgodne z programem ideowym MIAST WODNYCH¹⁴.

Przykładami najnowszych rozwiązań, zakładającymi sprężystość i samowystarczalność powstających struktur są projekty Pawlyna: Project Eden (wspólnie z Nicholasem Grimshaw), Mobius Project, czy Sahara Forest Project¹⁵.

¹⁴ W TYCH CECHACH UJĘTE SĄ TEŻ CECHY MIASTA WODNEGO - zakładającego konieczność działania miast (a właściwie działających na ich rzecz przedsiębiorstw wodociągowych w oparciu o jednocześnie zastosowanie czterech podstawowych zasad, (Rybicki, 2022): - szczegółowo opisane w części II_3.1. ZINTEGROWANA GOSPODARKA WODNA W OBSZARACH MIESZKANIOWYCH)

¹⁵ Sahara Forest Project to eksperymentalny projekt prowadzony w Katarze, Jordanii i Tunezji, mający na celu zapewnienie świeżej wody, żywności i energii odnawialnej w gorących, suchych regionach. Sprawdza on, w jaki sposób biomimikra może pomóc sprostać szeregowi wyzwań. W projekcie wykorzystującym rozwiązania dostarczone przez naturę (m.in. owady zdolne do wychwytywania i zbierania wody z powietrza), istotne są trzy komponenty – szklarnie chłodzone słoną wodą, skoncentrowana energia słoneczna (CSP) i technologia przywrócenia wegetacji na pustyni. Łącznie elementy te zapewniają świeżą wodę, regenerację gruntów, sekwestrację węgla w glebie, zamknięcie obiegu składników odżywczych oraz zapewniają zatrudnienie na obszarach ubogich.



ILUSTRACJA 4.A PRZYKŁADY BIO-CITY:

1. **GWANGGYO POWER CENTER** <https://www.mvrdv.com/projects/69/gwanggyo-power-centre>
2. **LIUZHOU FOREST CITY** <https://www.stefanoeriarchitetti.net/project/liuzhou-masterplan-2/>
3. **SMART FOREST CITY CANCUN** <https://www.stefanoeriarchitetti.net/project/mart-forest-city-cancun/>
4. **AEQUOREA** https://vincent.callebaut.org/object/151223_aequorea/aequorea/projects
5. **CORAL REEF** https://vincent.callebaut.org/object/151228_coralreef/coralreef/projects



ILUSTRACJA 4.B PRZYKŁADY BIO-CITY:

1. AI X FUTURE CITIES FIRMY MANAS BHATIA <https://www.designboom.com/architecture/ai-futuristic-sustainable-city-air-purifying-biophilic-skyscrapers-manas-bhatia-08-22-2022/>

2. THE PARKS PROJ. URB <https://www.archdaily.com/tag/urb>

3. SHIMAO SHENKONG W SHENZHEN PROJ. MVRDV <https://www.mvrdv.com/news/2559/mvrdv-wins-competition-with-shenzhen-terraces-china>

4. „AGRI HUB” DUBAJ PROJ. URB <https://www.archdaily.com/tag/urb>

5. CHENGDU. PROJ. OMA <https://www.dezeen.com/2021/02/04/oma-gmp-design-chengdu-future-city-china-masterplans/>

Na podobnych założeniach Norman Foster oparł projekt miasta Masdar, a twórcy z pracowni MVRDV projekt Gwanggyo Power Center (MVRDV, 2007). Wiele z ideowych i realizacyjnych projektów miast duńskiego architekta Bjarke Ingelsa wpisuje się w nurt Bio-City (Toyota Waven City, Oceanix City). Zgodne z założeniami Bio-City są też projekty Stefano Boeriego: Liuzhou Forest City, Vertical Forest Seed on Mars 2117, czy Smart Forest City Cancun - „miasto laboratorium”, oparte na związkach wody z zielenią, samowystarczalne i samożywne. Projekty belgijskiego architekta tworzącego w Paryżu - Vincenta Callebaut, w pełni oddają wszystkie założenia Bio-City: Lilipad - pływające ekopolis dla uchodźców klimatycznych; Aequorea - oceaniczny drapacz chmur drukowany w 3D z odpadów zebranych z „Siódmego Kontynentu” - oceanicznej wyspy śmieci, czy Coral Reef - matryca do budowy 1000 domów pasywnych.

Aby wyodrębnić i określić uwarunkowania dla podstawowej jednostki strukturalnej obszaru Bio-City, po dokonaniu przeglądu literatury oraz analiz urbanistycznych, wybrano projekty miast, zarówno koncepcyjne jak i realizacyjne, do analiz struktury zabudowy i funkcji. Do badań wybrano miasta o wyraźnym i czytelnym podziale strukturalnym, zintegrowane z przyrodą i dostosowane funkcjonalnie i przestrzennie do warunków topograficznych oraz nawiązujące formą do wzorców zabudowy obszaru europejskiego. Duże znaczenie miały cechy budowy strukturalnej, zastosowanie różnych form zintegrowanej gospodarki wodnej oraz różnorodność celu powstania miasta i pierwiastka miastotwórczego. Istotna też była dostępność materiałów i informacji o funkcjonowaniu miasta oraz o procesach związanych z gospodarką wodną. W doborze przykładów nie chodziło o sporządzenie typologii rozwiązań, a o poszerzenie uzasadnienia wyboru głównego obszaru badawczego - jednostki fraktalnej w strukturze miasta.

Do dalszych badań wybrano miasta opisane w literaturze i na stronach internetowych poszczególnych projektantów:

OCEANIX CITY /	proj. BIG – BIARKE INGELS GROUP (Yang et al., 2022); (Adnan, 2020); (Ingels et al., 2020); (OCEANIX.ORG, 2020);
TOYOTA WOVEN CITY /	proj. BIG – BIARKE INGELS GROUP (Ingels et al., 2020);
SILO JAWORZNO /	proj. HORIZON STUDIO (Horizon Studio , 2021);
MASDAR /	proj. NORMAN FOSTER (Griffiths i Sovacool, 2020) (Jenks i Jones, 2010); (Basantani, 2008); (Foster and Partners, 2008);
BO01 MALMO /	proj. KLAS THAM (Austin, 2013; Tham, 2013).

We wszystkich przykładach w jednostkach strukturalnych zastosowano rozwiązania systemowe, dążące do samowystarczalności tych jednostek i ich współpracy z elementami struktury miasta. Wprowadzone rozwiązania gospodarki wodnej ograniczają pobór wody z sieci wodociągowej lub eliminują go poprzez pozyskiwanie wody pitnej z lokalnych wód deszczowych, odsalanie wody morskiej lub pobieranie wody z „powietrza”.







Zaobserwowano schemat zależności między gospodarką wodną fraktalnych elementów miasta a gospodarką całego układu.

W kontekście przedstawionej problematyki istotne były badania mające na celu wykrystalizowanie innowacyjnej jednostki podstawowej struktury mieszkaniowej, w której możliwe byłoby zastosowanie kompleksowej gospodarki wodnej, w tym retencji i zagospodarowania wód opadowych, oraz wskazanie możliwości wykorzystania wód opadowych do modelowania prozdrowotnych cech środowiska mieszkaniowego (Liu et al., 2021)

Wybrane przykłady zostały zestawione w **TABELI 1** w celu łatwego porównania ich parametrów przestrzennych i funkcjonalnych.

TABELA 1 PRZYKŁADY PROJEKTÓW URBANISTYCZNYCH SPEŁNIAJĄCYCH WARUNKI BIO-CITY. (ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE)

NAZWA BIO-CITY	OCEANIX CITY	TOYOTA WOVEN CITY
LOKALIZACJA	OCEANY W MIEJSCACH ZATOPIENIA ARCHIPELAGÓW.	JAPONIA SUSONO, SHIZUOKA
AUTOR	BIARKE INGELS BIG	BIARKE INGELS BIG
DATA PROJEKTU	2019	2018-2019
DATA REALIZACJI	2025	2025
STRUKTURA	 <p>ILUSTRACJA 5. OCEANIX CITY. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, 2019)</p>	 <p>ILUSTRACJA 6. TOYOTA WOVEN CITY. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, 2018)</p>
WIZUALIZACJA/ ZDJĘCIE	 <p>ILUSTRACJA 7. OCEANIX CITY. WIZUALIZACJA ŹRÓDŁO: (BIG, 2019)</p>	 <p>ILUSTRACJA 8. TOYOTA WOVEN CITY. WIZUALIZACJA ŹRÓDŁO: (BIG, 2018)</p>
WIELKOŚĆ MIASTA / DZIELNICY	75 ha 10 000 MIESZKAŃCÓW	15 ha 2 000 MIESZKAŃCÓW
ROZWIĄZANIA SYSTEMÓW MIEJSKICH	AUTONOMICZNE SAMOŻYWNE	AUTONOMICZNE WSPÓŁPRACUJĄCE

SILO	MASDAR	Bo01
POLSKA JAWORZNO	ZJEDNOCZONE EMIRATY ARABSKIE, ABU ZABI	SZWECJA MALMO
HORIZON STUDIO	NORMAN FOSTER	KLAS THAM
2019	2007	1998-2001
2021-2035	2007-2014	2007
 <p>ILUSTRACJA 9. SILO DZIELNICA JAWORZNA. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Horizon Studio , 2021)</p>	 <p>ILUSTRACJA 10. MASDAR. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Foster and Partners, 2008)</p>	 <p>ILUSTRACJA 11. BO01 DZIELNICA MALMO. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Pötz, 2020)</p>
 <p>ILUSTRACJA 12. SILO DZIELNICA JAWORZNA. WIZUALIZACJA ŹRÓDŁO: (Horizon Studio , 2021)</p>	 <p>ILUSTRACJA 13. MASDAR. WIZUALIZACJA. ŹRÓDŁO: (Foster and Partners, 2008)</p>	 <p>ILUSTRACJA 14. BO01 DZIELNICA MALMO. ZDJĘCIE ŹRÓDŁO: http://Sus.Wuresidentialarea-bo01.html</p>
20,4 ha 4 700 MIESZKAŃCÓW	640 ha 50 000 MIESZKAŃCÓW	30 ha 500 MIESZKAŃ
CZĘŚCIOWO SAMOWYSTARCZALNE WSPÓŁPRACUJĄCE	AUTONOMICZNE WSPÓŁPRACUJĄCE	CZĘŚCIOWO SAMOWYSTARCZALNE WSPÓŁPRACUJĄCE

II_2.1 STRUKTURA URBANISTYCZNA – BUDOWA FRAKTALNA

MORFEM - JEDNOSTKA W STRUKTURZE BIO-CITY

Jak napisał J.M. Chmielewski w książce pt. *Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast* (Chmielewski, 2010), „środowisko zamieszkania tworzą osiedla ludzkie, stanowiące kompleksowe organizmy złożone z antropogennych elementów przeznaczonych dla pełnienia wielorakich funkcji, osadzone w środowisku przyrodniczym. Elementy antropogenne i przyrodnicze wyznaczają łącznie przestrzeń i terytorium, w którym człowiek żyje, pracuje, tworzy rodzinę i gdzie poszukuje zabezpieczenia, dobrobytu fizycznego, indywidualnego i duchowego”.

Idea Bio-City zawiera integrację wszystkich elementów i czynników składowych i jej rozwinięciem jest harmonijny rozwój zrównoważony środowiska mieszkaniowego.

Doskonałym przykładem fraktalnego miasta Bio-City jest Oceanix City, wizja miasta przyszłości przygotowana na Nową Agendę Miejską ONZ-Habitat, jako odpowiedź na zagrożenie zalania wysp oceanicznych, związane ze zmianami klimatu.

Ingels zaprojektował replikowalną samopodobną strukturę, której kształt jest powtarzalny zarówno w jednostkach mieszkalnych, jak i w ich skupiskach. Każda jednostka jest też samowystarczalna pod względem pozyskiwania energii, wody, zapewnienia żywności oraz utylizacji odpadów, a także wszystkich procesów społecznych. Przepływ zasobów i dóbr zachodzi w obiegu zamkniętym spełniając cele zrównoważonego rozwoju.

Pływające miasto prężnej i zrównoważonej społeczności przewidziano dla 10 000 mieszkańców na 75 hektarach i zaprojektowano tak, aby mogło rozwijać się, przekształcać i dostosowywać organicznie w czasie, ewoluując od dzielnic, przez wioski do miast, z możliwością skalowania od modułowych, dwuhektarowych dzielnic (300 mieszkańców) do rozbudowanej tkanki miasta.

Wykorzystanie tanich, lokalnych surowców do budowy (w tym bambusa, który ma sześć razy większą wytrzymałość na rozciąganie niż stal, ma ujemny ślad węglowy i może być uprawiany na obszarze jednostek) w połączeniu z niskim kosztem wynajmu powierzchni na oceanie stworzyło ekologiczny, niedrogi i szybko dostępny model życia (np. w przypadku kataklizmu).

Zaopatrzenie w wodę pitną zaspokajane byłoby za pomocą najnowszej technologii destylacji pary wodnej, atmosferycznych generatorów wody i systemów zbierania deszczu. Zintegrowane systemy ponownego wykorzystania wody w zamkniętej pętli zapewnią zerowe straty tego surowca.

Kolejnym przykładem wdrażania idei Bio-City jest projekt Biarke Ingels'a - Toyota Woven City. To propozycja rekultywacji 70-hektarowego terenu dawnej fabryki Toyoty (kiedyś producenta maszyn tkackich) w Susono City u podnóża góry Fuji w Japonii. Teren ten ma zostać przekształcony na „żywe” laboratorium do testowania i ulepszania mobilności, łącząc bogatą tradycję japońskiego rzemiosła z technologią wytwarzania robotów i nowoczesnymi innowacjami konstrukcyjnymi i technologicznymi. (Ingels i et al., 2020)

Osnową struktury Toyota Woven City jest komunikacja podzielona na trzy pasma: ulicę - zoptymalizowaną pod kątem ruchu samochodowego z ruchem logistycznym pod spodem; promenadę - dla mikro mobilności (rowery, skutery i mobilność osobista); park liniowy z bujną roślinnością i fauną - dla pieszych. Te trzy pasma tworzą ze sobą swoiste DNA miasta, które jest ze sobą splecione, tworząc moduł miejskiej bryły (3 × 3 elementy). Osiem budynków tworzy blok, który otacza centralny dziedziniec dostępny tylko przez promenadę i park liniowy. Ramy te są rozszerzane i powielane fraktalnie, krystalizując dzielnice. Zniekształcając siatkę, powiększa się dziedziniec, tworząc duży plac lub park, który staje się atrakcją społeczną w skali miasta.

Toyota Woven City będzie wykorzystywać energię słoneczną, energię geotermalną oraz technologię wodorową i ogniwo paliwowych, aby dążyć do społeczeństwa neutralnego pod względem emisji dwutlenku węgla. Infrastruktura podziemna pomieści media, w tym zarządzanie wodą deszczową, magazynowanie energii oraz sieć transportu towarów i śmieci. Usługi komunalne, dostawy i mobilność będą połączone i zoptymalizowane za pośrednictwem platformy oprogramowania będącej cyfrową kopią prawdziwego świata.

Silo jest polską propozycją zespołu projektowego Horizon Studio, zrewitalizowania zdegradowanych obszarów oraz inicjowania rozwoju lokalnych społeczności¹⁶. Inwestycja zlokalizowana jest w Jaworznie-Szczakowa, na obszarze dawnej cementowni, w otoczeniu rozległych terenów zielonych.

Na obszarze ok. 20 ha ma powstać około 2400 mieszkań dla 4700 mieszkańców. Projekt zakłada dogodny dostęp do transportu publicznego oraz pełny program usługowo-rekreacyjny. Między innymi kilkudziesięciometrowe silosy zostaną zaadaptowane na nowoczesne centrum wspinaczkowe – centralny punkt dzielnicy i charakteryzującą ją dominantę. Wokół nich zaplanowano miejski plac oraz wioskę sportową z centrum sportów wodnych i zespołowych.

Zrezygnowano z zabudowy kwartałowej na rzecz otwartych, zielonych podwórek z kompostownikami, grządkami i sadami drzew owocowych przechodzącymi w zieleń sąsiednich lasów. Zaprojektowany park rzeczny, z naturalnym potokiem i rozlewiskiem, będzie stanowił zieloną oś osiedla wnikającą pomiędzy budynki zielonymi ścieżkami i oczkami wodnymi, które wraz z zielenią utworzą system bioretencji oraz naturalny filtr powietrza, absorbujący lotne związki trujące i podnoszący wilgotność powietrza latem.

Dzielnica zasilana będzie czystą energią czerpaną ze źródeł fotowoltaicznych oraz ze spalania biomasy, powstałej ze ścieków produkowanych przez mieszkańców. Na zielonych dachach zainstalowany będzie system odprowadzania deszczówki, która trafi do lokalnych zbiorników retencjonujących wodę.

Odmiennym przykładem realizacji założeń Bio-City jest Masdar - miasto zaprojektowane przez Normana Fostera jako eksperymentalne laboratorium „zielonych” technologii (Basantani, 2008), całkowicie zasilane energią słoneczną (z największą na świecie farmą CSP), wiatrową, wodną, biopaliwową i energią geotermalną (wykorzystywaną jako wymiennik ciepła z warstwą wodonośną w celu termicznego chłodzenia i zaopatrywania budynków w ciepłą wodę użytkową). Zużycie energii zredukowano poprzez odpowiednio zaprojektowany, powtarzalny kwartałowy układ budynków z wąskimi uliczkami i zacieniającymi chodniki, przez co zmniejsza się potrzeba klimatyzacji.

¹⁶ „SILO jako pierwszy projekt mieszkaniowy w Polsce oraz pierwsza inwestycja o przeważającej funkcji mieszkaniowej w Europie Środkowej, jest poddawany wielokryterialnej certyfikacji ekologicznej BREEAM Communities” (Horizon Studio, 2021).

W założeniu 80% użytej w Masdarze wody pozostanie poddane recyklingowi i będzie ona używana tyle razy, ile będzie to możliwe w skali budynku i miasta. Dotyczy to również wody zużywanej do nawadniania upraw, która będzie odzyskiwana poprzez podziemne systemy zbierające i filtrujące.

Dzielnica Malmo - Bo01- jedyny w pełni zrealizowany wśród podanych przykładów projekt, doskonale pokazuje korzyści płynące z wdrażania założeń BZI. Położono tu duży nacisk na zróżnicowane obszary zieleni i różnorodność biologiczną. Liczba drzew, roślin, stawów i zielonych dachów oznacza, że każdy ogród jest domem dla co najmniej 50 odmian roślin i ptaków.

Obszar ten charakteryzuje się fraktalnym wykorzystaniem wody z recyklingu, surowców i odpadów oraz wykorzystaniem zasobów naturalnych, takich jak energia słoneczna i wiatrowa. Strukturalnie przeważa zabudowa kwartałowa z otwarciami na liczne ciek wodne. Z relacji mieszkańców wynika, że jest to obszar bardzo przyjazny do życia.

We wszystkich zaprezentowanych przykładach jednostek Bio-City, o budowie strukturalnej, zastosowane zostały rozwiązania systemowe tak, aby dążyć do samowystarczalności. Projektanci wdrożyli rozwiązania pozwalające na ograniczenie poboru wody z sieci wodociągowej lub jego eliminację poprzez pozyskiwanie wody pitnej z lokalnych wód opadowych, z odsalania wody morskiej oraz ze zbierania wody ze skroplonej pary wodnej i wilgoci zawartej w powietrzu atmosferycznym. Przykłady pokazują, że projektantom udało się wypracować schemat zależności między gospodarką wodną jej fraktalnych elementów – od całej struktury do najmniejszych jednostek mieszkaniowych.

W zaprezentowanych miastach Bio-City ukazano, że występują w nich pojedyncze jednostki podstawowe – morfemy, w których realizowane są zalecenia i możliwości, jakie daje rozwój infrastruktury Bio-City, w tym infrastruktury niebieskiej – gospodarowania zasobami wodnymi oraz współpracującej infrastruktury zielonej (Yeang, 1995) .

Z założenia morfem posiada cechy Bio-City i jest jego strukturalnie replikowalnym elementem.

TABELA 2. PRZYKŁADY MORFEMÓW W STRUKTURZE BIO-CITY

NAZWA BIO-CITY	OCEANIX CITY	TOYOTA WOVEN CITY
MORFEM	 <p data-bbox="549 757 837 846">ILUSTRACJA 15. OCEANIX CITY. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, 2019)</p>	 <p data-bbox="1007 757 1321 846">ILUSTRACJA 16. TOYOTA WOVEN CITY. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, 2018)</p>
WIELKOŚĆ	2 ha DO 300 MIESZKAŃCÓW	1 ha OK 150 MIESZKAŃCÓW
FUNKCJA	MIXED-USE	MIXED-USE
ROZWIĄZANIA SYSTEMÓW MIEJSKICH	AUTONOMICZNE SAMOŻYWNE	AUTONOMICZNE WSPÓŁPRACUJĄCE
WPROWADZONE ROZWIĄZANIA ZINTEGROWANEJ GOSPODARKI WODNEJ W TYM BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE	<p data-bbox="491 1205 903 1666">W SKALI MIASTA/DZIELNICY: FARMY ŻYWNOŚCI POWIERZCHNIOWE I OCEANICZNE, ZIELONE FASADY, ZBIERANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ, TECHNOLOGIA DESTYLACJI PARY WODNEJ, ATMOSFERYCZNE GENERATORY WODY, ZBIORNIKI RETENCYJNE, OBIEG ZAMKNIĘTY CYKLI ŻYCIOWYCH (WODNYCH, ENERGETYCZNYCH, ODPADÓW)</p> <p data-bbox="491 1720 708 1787">W SKALI MORFEMU: JAK WYŻEJ</p>	<p data-bbox="954 1205 1366 1464">W SKALI MIASTA/DZIELNICY: ZIELONE FASADY, ZIELONE DACHY, PROGRAM BIORÓŻNORODNOŚCI, ZBIERANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ, ZBIORNIKI RETENCYJNE,</p> <p data-bbox="954 1720 1171 1787">W SKALI MORFEMU: JAK WYŻEJ</p>

SILO	MASDAR	Bo01
		
<p>ILUSTRACJA 17. SILO DZIELNICA JAWORZNA. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Horizon Studio , 2021)</p>	<p>ILUSTRACJA 18. MASDAR. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Foster and Partners, 2008)</p>	<p>ILUSTRACJA 19. BO01 DZIELNICA MALMO. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Pötz, 2020)</p>
<p>2 ha OK 350 MIESZKAŃCÓW</p>	<p>1 ha DO 300 MIESZKAŃCÓW</p>	<p>0,5 ha DO 120 MIESZKAŃCÓW</p>
<p>MIESZKALNA</p>	<p>MIESZKALNA/ MIXED-USE</p>	<p>MIESZKALNA/ MIXED-USE</p>
<p>CZĘŚCIOWO SAMOWYSTARCZALNE WSPÓŁPRACUJĄCE</p>	<p>AUTONOMICZNE WSPÓŁPRACUJĄCE</p>	<p>CZĘŚCIOWO SAMOWYSTARCZALNE WSPÓŁPRACUJĄCE</p>
<p>W SKALI MIASTA/DZIELNICY: FARMY ŻYWNOCÍ ZIELONE DACHY ZBIERANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ, WYKORZYSTANIE WODY SZAREJ ZBIORNIKI RETENCYJNE, ENERGIA CZERPANA ZE SPAL- NIA BIOMASY, POWSTAŁEJ ZE ŚCIE- KÓW PRODUKOWANYCH PRZEZ MIESZKAŃCÓW</p> <p>W SKALI MORFEMU: JAK WYŻEJ</p>	<p>W SKALI MIASTA/DZIELNICY: FARMY ŻYWNOCÍ, ZIELONE FASADY ZBIERANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ, WYKORZYSTANIE WODY SZAREJ ODSALANIE WODY MORSKIEJ, ZBIORNIKI RETENCYJNE, OBIEG ZAMKNIĘTY CYKLI ŻYCIOWYCH (WODNYCH, ENERGETYCZNYCH, ODPADÓW)</p> <p>W SKALI MORFEMU: ZBIERANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ WYKORZYSTANIE WODY SZAREJ FARMY ŻYWNOCÍ, ZIELONE FASADY</p>	<p>W SKALI MIASTA/DZIELNICY: ZIELONE FASADY, ZIELONE DACHY, PROGRAM BIORÓŻNORODNOŚCI, ZBIERANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ, ZBIORNIKI RETENCYJNE</p> <p>W SKALI MORFEMU: JAK WYŻEJ</p>

Jak stwierdzono w pierwszej części pracy, WPROWADZENIE, głównym jej celem było skonstruowanie modelowej jednostki mieszkaniowej – nazwanej w pracy Bio-Morfemem, której forma ma bezpośredni związek ze zbilansowaniem gospodarki wodnej oraz spełnia funkcjonalno-przestrzenne oczekiwania mieszkańców, wpływa pozytywnie na ich dobrostan i realizuje współczesne zasady projektowania zrównoważonego. Jednocześnie w opisie zakresu terytorialnego przyjęto, że w obszarze problemowym części teoretycznej dotyczącym zespołów mieszkaniowych, zdrowego środowiska zamieszkania i budowy Bio-Morfemu, wzięto pod uwagę tradycję i tendencje charakterystyczne dla Europy i Krakowa. Sprecyzowanie warunków lokalizacyjnych było konieczne również ze względu na zróżnicowane wskaźniki opadów, zużycia wody, parowanie. Rozpoznanie fraktalnej budowy miast Bio-City pozwoliło na określenie formy pojedynczej komórki składowej struktury urbanistycznej, co umożliwiło dostosowanie jej do warunków klimatycznych i cech kulturowych zabudowy obszaru krajów europejskich o zbliżonym do Polski klimacie. Istotne dla pracy było uwzględnienie współczesnych tendencji kształtowania zrównoważonych zespołów mieszkaniowych zabudowy wielorodzinnej.

Cechą charakterystyczną miasta jest zagęszczenie struktury urbanistycznej, architektonicznej i społecznej. Tworzą one strukturę nadrzędną - przestrzenną o zróżnicowanej budowie i charakterze funkcjonalno-przestrzennym. W rozwoju historycznym, w miastach o ograniczonej wielkości, struktury miejskie były wielofunkcyjne, o budowie kwartałowej, a w miarę rozrastania się miast zostały zdominowane przez monostruktury osiedlowe, z zabudową wolnostojących bloków wielorodzinnych. Realizacja programowych założeń Karty Ateńskiej spowodowała powstanie struktur przestrzennych i funkcjonalnych opartych na hierarchicznej zależności elementów programu, ze wszystkimi ich zaletami i licznymi wadami.



ILUSTRACJA 20. PRZYKŁADOWE STRUKTURY PRZESTRZENNE W OBSZARACH MIESZKANIOWYCH KRAKOWA:

1. STARE MIASTO,
2. OSIEDLE URZĘDNICZE NA SALWATORZE,
3. ZABUDOWA PRZY UL. KRÓLEWSKIEJ,
4. OSIEDLE CENTRUM C W NOWEJ HUCIE,
5. OSIEDLE PODWAWELSKIE,
6. OSIEDLA PRZY ULICY BOBRZAŃSKIEGO

(ŹRÓDŁO: SCHNEIDER-SKALSKA G., LOREK A., 2016, S. 57)

Niedostatki przestrzenne, funkcjonalne i estetyczne będące wynikiem zmian zachodzących w XX. wieku spowodowały powstanie nowego paradygmatu - powrotu do miast - reurbanizacji, a za nim postępującej zmiany w środowisku, która z kolei poskutkowała ukształtowaniem paradygmatu zrównoważonego rozwoju i zasad zrównoważonego projektowania (Vale i Vale, 1991). Te procesy i tendencje pozwoliły na przynajmniej częściowy powrót do wielofunkcyjności struktur miejskich, również tych o dominującej funkcji mieszkaniowej, a także do zmian w formach zabudowy (Cuff i Sherman, 2011); (Brown i Bhatti, 2003).

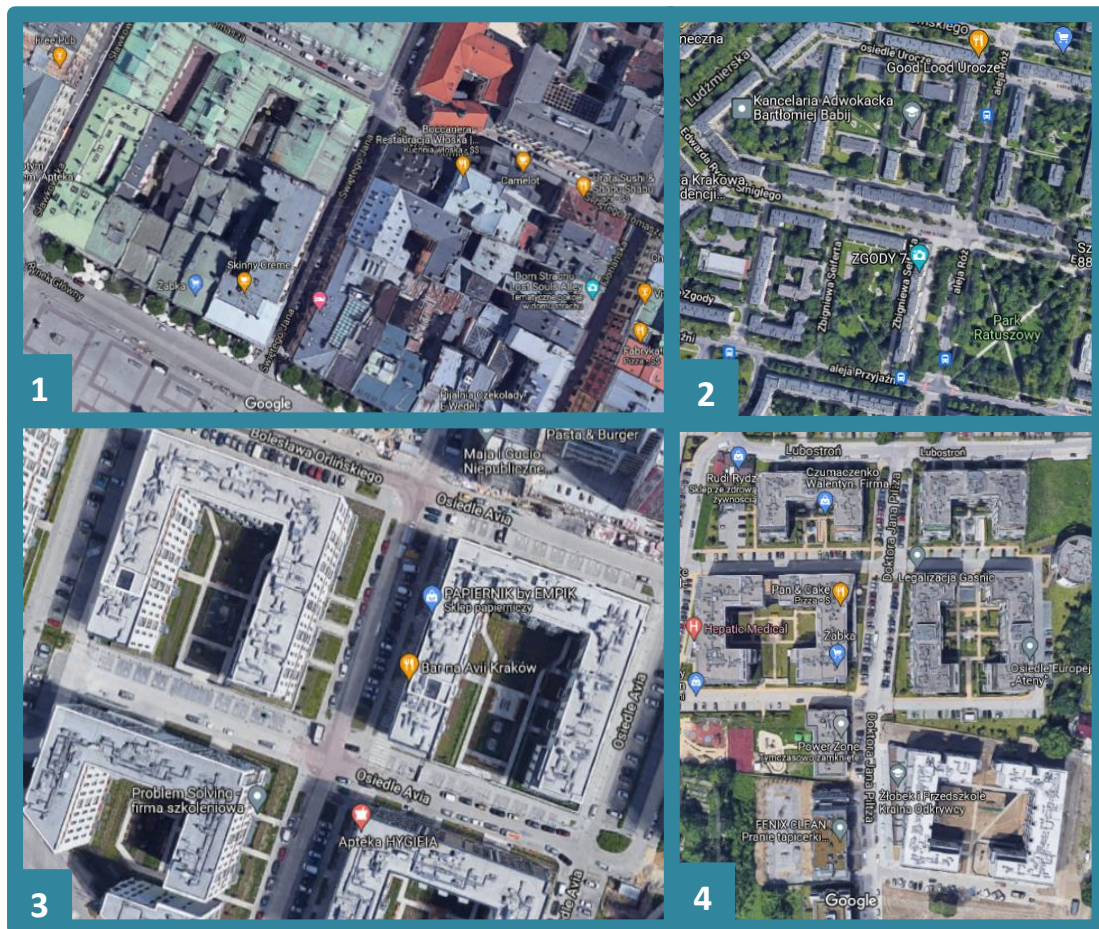
Kolejne zmiany, wzrost wolnego czasu, dążenie do wygody, ucieczka w tereny podmiejskie, a także nowe zagrożenia i wymagania stawiane przestrzeniom w wyniku pandemii skłaniają do stwierdzenia, iż podział struktury miejskiej musi być wynikiem zrównoważenia wszystkich, często sprzecznych wymagań, dążeń i oczekiwań (Schneider-Skalska i Tor, 2016); (Farr, 2008).

Jak pisze G. Schneider-Skalska (Schneider-Skalska, 2011): „można przyjąć, że za podstawową jednostkę można uznać zespół mieszkaniowy, który jest w sposób wyczuwalny zidentyfikowany przestrzennie, wyróżnia się formalnie, jego wielkość wynika z pieszej dostępności podstawowych usług, w tym rekreacji i przestrzeni umożliwiającej kontakty międzyludzkie. Przewiduje się, że taka wielkość pozwala na poznawanie się mieszkańców z widzenia i podejmowanie w razie potrzeby lokalnych działań.”

Poszukując formy dla modelowej jednostki Bio-Morfem, zdecydowano o skupieniu się na wielkości terenu oraz wielkości i formie urbanistyczno-architektonicznej, które ostatecznie mają wpływ na takie parametry jak: ilość mieszkań i mieszkańców, wielkość sąsiedzkiego wnętrza zielonego i powierzchni niezabudowanej, a także na jakość środowiska ze względu na nasłonecznienie, ilości powierzchni biologicznie czynnej, przewietrzanie i program użytkowy. Te cechy z kolei warunkują potencjalną ilość wody potrzebnej dla funkcjonowania gospodarstw domowych, ilość i jakość zbieranej wody opadowej oraz możliwość wprowadzenia różnych form wody do wnętrza urbanistycznego.

Współczesne miasto poszukuje w obszarach mieszkaniowych kwartału miejskiego o strukturze wielofunkcyjnej, z dużą rolą funkcji mieszkaniowej humanizującej przestrzeń miejską. W proponowanych nowych rozwiązaniach obszarów mieszkaniowych przeważa forma miejskiego kwartału lub kwartału odkształconego – częściowo otwartego, z przestrzenią sąsiedzką wewnątrz (Krier, 2001); (Powell, 2006).

Przebadano istniejące, stosowane jednostki pod kątem kształtu, proporcji wnętrza i ich wielkości wynikających z zapotrzebowania na tereny zielone i rekreację przydomową. Przykładowo pokazano wybrane kwartały struktur mieszkaniowych Krakowa (ILUSTRACJA 21).



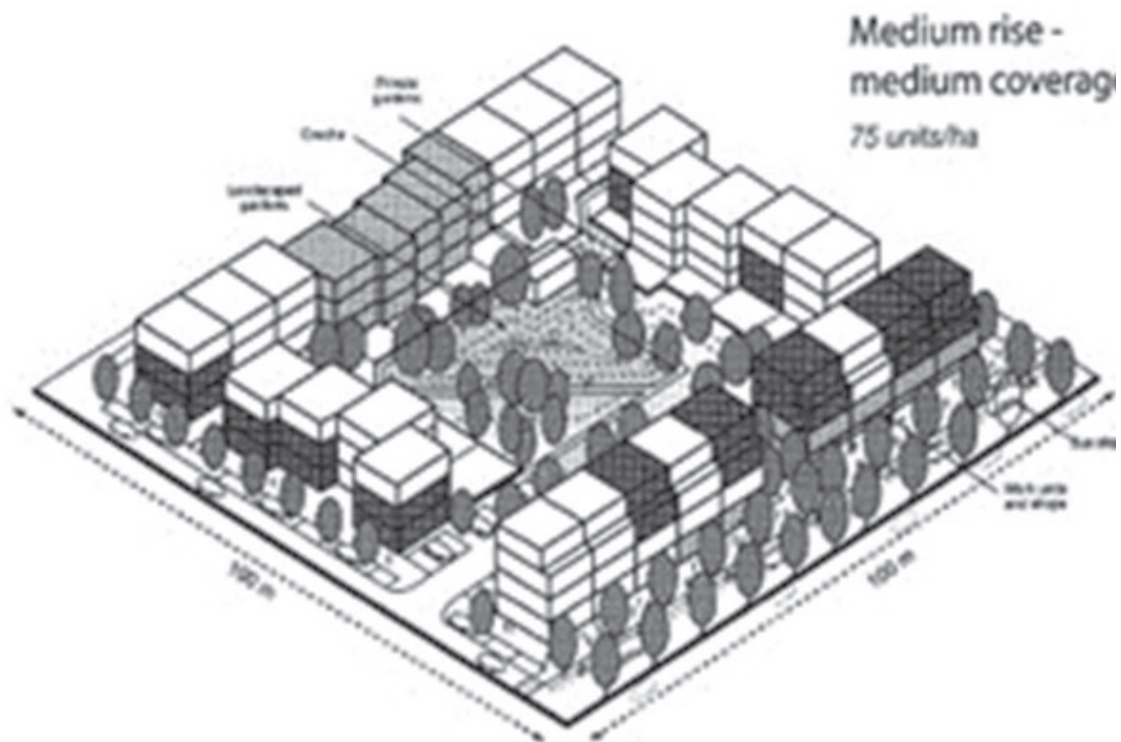
ILUSTRACJA 21. PRZYKŁADOWE FORMY KWARTAŁÓW FUNKCJONUJĄCYCH W KRAKOWIE:

1. STARE MIASTO, KWARTAŁ O WYMIARACH OK. 100M X 100M
 2. NOWA HUTA, OSIEDLE ZGODY, KWARTAŁ O WYMIARACH OK. 230M X 230M
 3. OSIEDLE AVIA, KWARTAŁY O WYMIARACH OK. 96M X 94M
 4. OSIEDLE EUROPEJSKIE (ATENY) KWARTAŁY O WYMIARACH OK. 98M X 91M
- ŹRÓDŁO: GOOGLE MAPS

Opierając się na źródłach naukowych i przykładach projektowych, można założyć, że zespół mieszkaniowy/kwartał, przybiera najczęściej postać jednostki zarówno o określonych rozmiarach jak i liczebności grupy społecznej. Wielkość jednostki kształtuje się, w zależności od źródeł, od 3 lub 20 gospodarstw domowych do 150, czyli ok. 500 mieszkańców, zachowując przy tym cechy sąsiedztwa, co charakteryzuje się między innymi tym, że dzieci znają się nawzajem, a dorośli znają się z imienia. W jednostce występuje prawdopodobieństwo interakcji mieszkańców w ramach grupy społecznej. Wspólny teren sąsiedzki stanowi element integracyjny i spełnia konkretne funkcje użytkowe jak place zabaw, miejsca spotkań, tereny sportu (Rogers i Power, 2000); (Tor, 2021).

S. Krzaklewski we współpracy z mgr socjologii E. Krzaklewską, pracując nad tematem kameralności w wielorodzinnych zespołach mieszkaniowych, przeprowadził badania fokusowe (FGI) na grupach potencjalnych nabywców mieszkań, pytając ich o preferowane przez nich formy, które uważają za kameralne i które te osoby wybrałyby decydując się na kupno mieszkania. Badanie wykazało, że respondenci najczęściej wiążą kameralność z układami raczej zwartymi, skupio-nymi wokół wspólnej przestrzeni wewnętrznej, umożliwiającymi pewną izolację od tego co na zewnątrz. Taki układ, jak stwierdzono, umożliwia identyfikację z określonym miejscem i poczucie przynależności do pewnej wspólnoty, przy założeniu, że zespół jest stosunkowo niewielki, a zamknięcie przestrzeni zabudową nie jest zbyt radykalne. Badaniom poddano grupy zbliżone wiekowo do tych, które zostały poddane badaniom w ramach prezentowanej pracy. Zarówno grupa studentów jak i grupa tzw. młodych ludzi, jako kryteria kameralności, uznanej za cechę pożądaną, wybrały: obecność zieleni, niskie budynki (ok. 4 kondygnacje), małą liczbę mieszkańców, budynki niezbyt blisko siebie i wewnętrzną przestrzeń urbanistyczną dobrze zagospodarowaną (Krzaklewski, 2010).

Za wiodącą dla tej pracy i za punkt wyjścia do dalszych ustaleń, zdecydowano się uznać koncepcję Richarda Rogersa. Przewiduje on jako podstawową jednostkę zespół o wielkości 1 ha dla 75 mieszkań, w zabudowie kwartałowej, z wnętrzem zielonym pozwalającym na realizację niezbędnego programu (Rogers i Power, 2000).



ILUSTRACJA 22. PODSTAWOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA WG RICHARDA ROGERSA – 75 JEDNOSTEK MIESZKALNYCH, OBSZAR 100 METRÓW X 100 METRÓW (ROGERS&POWER, 2000, S. 180)

Za równie istotne jak wielkość powierzchni, uznano kształt kwartału i proporcje pomiędzy wysokością zabudowy a rozległością kwartału. Jako punkt wyjścia przyjęto sugerowane w literaturze przedmiotu i badaniach architektów np. proponowane przez Ralpha Erskine’a proporcje ok. 1:3. W trakcie budowania ostatecznej formy modelu Bio-Morfemu poddano rewizji ten pogląd. W przypadku proporcji proponowanych przez Erskine’a istotne było nasłonecznienie wnętrza urbanistycznego.

Za równie ważne uznano utrzymanie skali ludzkiej, w nawiązaniu do modelu Rogersa (wysokość 4-5 kondygnacji) oraz badań nad skalą ludzką w zespołach mieszkaniowych (Sumlet, 2018). W. Sumlet analizuje bogaty materiał badań prowadzonych przez Y. Ashiharę H. Blumenfelda, F. Orra, Le Corbusiera, H. Liclidera, J. Gehla i innych, analizuje teorię architekturologii Philippe Boudona, a także materiał opracowany przez polskich badaczy – W. Korzeniowskiego, K. Wejcherta, S. Gzella, K. Lenartowicza, J.M Chmielewskiego. Na podstawie szerokiej analizy pisze, iż „...skala ludzka wnętrza urbanistycznego w osiedlu mieszkaniowym jest utożsamiana z założeniami skoncentrowanymi wokół integrującej przestrzeni zwanej wnętrzem społecznym. Optymalna liczba mieszkańców orientująca się

wokół takiej przestrzeni to 20–150 rodzin. Preferowane przez mieszkańców są układy kwartałowe. Zdecydowanie poprawna wysokość zabudowy kształtującej takie wnętrza to 3 kondygnacje. Wydaje się dość bezpieczne założenie, iż również zabudowa o wysokości 4 lub 5, a w wyjątkowych przypadkach i 6 kondygnacji może zaoferować przestrzeń utrzymaną w dobrej, czy też ludzkiej skali. W zakresie typologii, jako optymalna, uważana jest zabudowa kwartałowa lub różne pośrednie formy pomiędzy zabudową wielorodzinną a jednorodziną (do 4 kondygnacji)" (Sumlet 2018, s.60-61).

Z problemem skali wiąże się również problem stopnia zamknięcia i otwarcia wnętrza urbanistycznego, które ma wpływ na odczucia mieszkańców. Z analizowanych badań wynika, że ludzie preferują formy częściowo otwarte, uznawane za bezpieczne. Pełne zamknięcie wpływa na odczucia klaustrofobiczne. Pisze na ten temat J.K. Lenartowicz (Lenartowicz, 1997) powołując się na badania Fechnera, Arnheima, Birkhoffa czy Garnera, a także badania związane z wykorzystaniem metod matematycznych. Stwierdzono też, że środowisko zbudowane, wzbogacone elementami naturalnymi, jest lepiej oceniane w porównaniu do zbudowanego pozbawionego tych elementów. W podrozdziale dotyczącym zdrowego środowiska mieszkaniowego, rozwinięto problematykę obecności elementów natury, ze szczególny uwzględnieniem wody w środowisku mieszkaniowym.

Istotną częścią konstruowania ostatecznej formy Bio-Morfemu było odniesienie się do współczesnych tendencji mówiących o powrocie do wielofunkcyjnych struktur morfologicznych miasta i obszarów mieszkaniowych, w tym podjęcie decyzji dotyczącej programu użytkowego w modelowej jednostce (Ogrodnik, 2019).

Zwrócono uwagę również na gwałtownie rozwijający się proces zróżnicowania środków komunikacji, w tym przede wszystkim ruchu pieszego i indywidualnych środków transportu takich jak rower miejski, motorower, pojazd typu Segway, zdając sobie sprawę z tego, że niezbędne będzie pozostawienie odpowiedniej ilości miejsca (rezerwy) dla rozwoju tych form (Kubicki, 2021).

II_2.2 ZDROWIE I RELACJE Z ELEMENTAMI PRZYRODNICZYMI

Ważnym krokiem w rozwijaniu problematyki jakości środowiska życia człowieka była Konferencja ONZ zatytułowana Habitat I, zorganizowana w 1976 roku (31.05.-11.06) w Vancouver, w Kanadzie (Pluta, 2020). Wtedy po raz pierwszy w ramach Organizacji Narodów Zjednoczonych podjęto zagadnienia związane z potrzebami zrównoważonych osiedli ludzkich i konsekwencjami gwałtownego rozwoju urbanizacji na świecie.

W przyjętej na tej konferencji deklaracji stwierdzono, iż ... „nic tak jak warunki w osiedlach ludzkich nie wpływa na jakość życia i poczucie satysfakcji z zaspokojenia potrzeb w zakresie mieszkania, zdrowia, edukacji i rekreacji”, a „zdrowie jest podstawowym elementem w rozwoju jednostki i jednym z celów polityki rozwoju powinno być poprawienie warunków zdrowotnych życia”. Zgodnie z definicją Światowej Organizacji Zdrowia, zawartą w preambule Konstytucji WHO (WHO, 1946), zdrowie nie oznacza jedynie braku choroby, ale jest to stan pełnego fizycznego, psychicznego i społecznego dobrego samopoczucia.

Należy więc wziąć pod uwagę trzy aspekty zdrowotności: zdrowie fizyczne, samopoczucie mentalne i emocjonalne oraz poczucie spójności społecznej.

Wielowiekowe związki gatunku ludzkiego ze środowiskiem przyrodniczym pozwalają szukać elementów natury, które szczególnie w czasach gwałtownego rozrostu czynników antropocentrycznych wpłyną pozytywnie na zdrowie mieszkańców miast i podniosą jakość środowiska życia. Jednym ze składników, istotnym z punktu widzenia tematu pracy, jest woda, współtworząca w istotnym wymiarze każdy organizm ludzki (Steinlein i Scheier, 2020). Kontakt z wodą jest niezbędny człowiekowi dla zachowania zdrowia we wszystkich trzech wymienionych uprzednio obszarach. Obecność wody zawsze była ważna dla ludzkiej psychiki. W starożytnej Grecji Hipokrates zalecał słuchania szumu wodospadów, a walory wody stojącej, płynącej czy tryskającej podnosiły estetykę środowiska, wpływając na psychikę i samopoczucie mentalne. Ważnych argumentów w tym zakresie dostarczają badania Amosa Rapoport, zawarte w fundamentalnej pracy z 1977 roku zatytułowanej „Human Aspects of Urban Form. Towards a Man-Environment Approach to Urban Form and Design” (Rapoport, 1977).

A. Rapoport przytacza w tej książce wyniki badań wielu uczonych. Pokazują one, że mieszkańcy, wśród fizycznych czynników wpływających na jakość środowiska mieszkaniowego, wymieniali klimat i mikroklimat (Eichler i Kaplan, Werthman), harmonię z naturą (Peterson, Lowenthal), ilość i rodzaj zieleni (Wiggins, Marans i Rodgers, Wilson, Appleyard i Lintell, Lynch i Rivkin,), jak również dostęp do wody i widok na wodę (Jonassen, Toon, Young i Wilmott) oraz dostępność (Wilson) i obecność terenów i urządzeń rekreacyjnych, a także miejsc zabaw dla dzieci (Eichler i Kaplan, Appleyard i Lintell) (Rapoport, 1977). Ważnych dowodów dostarcza też szerokie opracowanie przekrojowe "Aesthetics, Well-being and Health – abstracts on theoretical and empirical research within environmental aesthetics" (Cold, Kolstad i Larssaeter, 1998).

Badania prezentowane przez Rapoporta i przytoczona publikacja, potwierdzają nowsze publikacje, takie jak: „Outdoor blue spaces, human health and well-being: a systematic review of quantitative studies” (Gascon et al., 2017), a także „Mechanisms of impact of blue spaces on human health: a systematic literature review and meta-analysis” (Georgiou et al., 2021).

Autorzy zwracają uwagę na wpływ bliskości wód, na wzrost aktywności i regeneracji fizycznej (a nawet wzrost długości życia) oraz rolę wody w zmniejszaniu stresu i poprawie samopoczucia. W publikacjach tych, stanowiących przegląd i analizę najnowszych badań skupiających się na wpływie wody na zdrowie człowieka, niebieskie przestrzenie postrzegane są jako cenne elementy ekosystemowe, pełniące zarówno estetyczną, jak i ekologiczną rolę w środowiskach miejskich i stanowiące znaczny potencjał dla regulacji mikroklimatu miejskiego.

Związki wody z ekosystemem środowiska mieszkaniowego oraz estetykę wprowadzonych w to środowisko rozwiązań wodnych przedstawiono w zaprezentowanych poniżej zestawach **ILUSTRACJI (23-26)**.

W obszarach zespołów mieszkaniowych dominują założenia powiązane skalą z zabudową, której układ umożliwia większej ilości mieszkańców korzystanie z dobrodziejstw sąsiedztwa cieków lub zbiorników wodnych. Charakterystyczna jest różnorodność form architektonicznych związanych z wykorzystaniem wody, wspomaganych wodą opadową lub gruntową.

Przykłady zaprezentowano w 4 grupach charakterystycznych dla współczesnych relacji architektury i wody:

1. DOMY NA WODZIE;
2. DOMY NAD WODĄ;
3. WODA W PRZESTRZENIACH SĄSIEDZKICH;
4. WODA JAKO MAŁA ARCHITEKTURA/ ELEMENT ARCHITEKTONICZNY.

Przedstawiony poniżej materiał fotograficzny powstał dzięki wyjazdom naukowym (Niemcy, Norwegia, Dania, Szwecja, Szwajcaria, Austria, Włochy), zrealizowanym w ramach projektu POLIDOCTUS w latach 2019-2023. (Z licznego zbioru fotografii wybrano najbardziej charakterystyczne elementy reprezentujące trendy współczesnych rozwiązań elementów architektury związanych z obecnością wody w danym obszarze kulturowym).

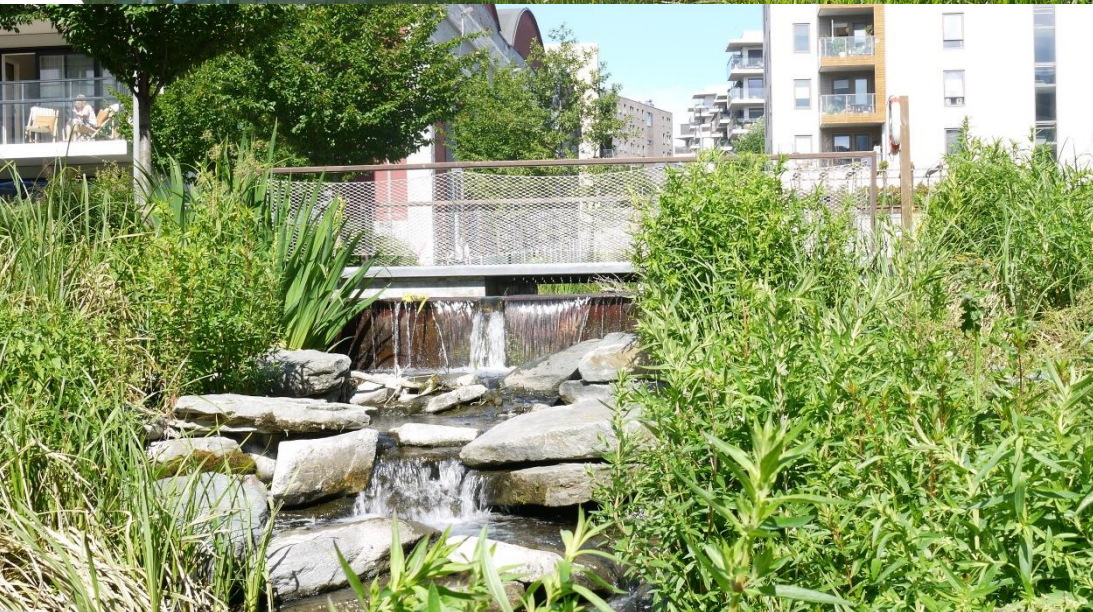


ILUSTRACJA 23. DOMY NA WODZIE. FOT. J.S. CYUNEL.

1. DOM POKAZOWY AUSTRIA
2. MALMO BO01. DOMY NA KANALE
3. OSLO. OPERA GATE



ILUSTRACJA 24. DOMY NAD WODZĄ. FOT. J.S. CYUNEL
1. OSLO. OPERA GATE
2. KOPENHAGA. ORESTAD SYD
3. HAMBURG. WILHELMSBURG



ILUSTRACJA 25. WODA W PRZESTRZENIACH SĄSIEDZKICH

1. OSLO. DZIELNICA ENSJO
2. OSLO. DZIELNICA ENSJO
3. MALMO. Bo01

FOT. J.S. CYUNEL



ILUSTRACJA 26. WODA JAKO MAŁA ARCHITEKTURA. FOT. J.S. CYUNEL

1. RZEŻBA ZATRZYMUJĄCA WODĘ. MALMO DZIELNICA BO01
2. RZEŻBA ZATRZYMUJĄCA WODĘ W PRZESTRZENI SĄSIEDZKIEJ. MALMO BO01
3. RZEŻBA - FONTANNA W PRZESTRZENI WNĘTRZA URBANISTYCZNEGO. AARHUS.

II_3 WODA A ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE

II_3.1 ZINTEGROWANA GOSPODARKA WODNA W OBSZARACH MIESZKANIOWYCH

Zanieczyszczenie wód otwartych i podziemnych, zbyt szybka ucieczka wód opadowych, spowodowana dużą powierzchnią sztucznego pokrycia terenu, brak małej retencji, szybkie parowanie z przegrzanych dzielnic mieszkaniowych, niski poziom wód gruntowych wynikający z dużej intensywności zabudowy, to wszystko efekt obserwowanych w środowisku mieszkaniowym XXI wieku niewłaściwych relacji zachodzących pomiędzy miejskim środowiskiem a elementami cyrkulacji wody.

Woda odgrywa szczególną rolę w kompleksowo zbudowanym środowisku. Jest podstawą życia człowieka, świata roślinnego i zwierzęcego oraz rozwoju gospodarczego i kulturowego (Schneider-Skalska G., 2004).

Jej znaczenie w środowisku mieszkaniowym jest niezaprzeczalnie duże i dotyczy aspektów: ekologicznego, klimatycznego, rekreacyjnego, estetycznego i gospodarczego.

Ekologiczny cel wykorzystania elementów wody w środowisku mieszkaniowym dotyczy między innymi: zapewnienia odpowiedniej ilości wody dla rozwoju składników przyrodniczych i zwiększenia bioróżnorodności, utrzymania ciągłości korytarzy ekologicznych, umożliwienia bezpośredniego kontaktu ze środowiskiem wodnym dla celów edukacji ekologicznej oraz umożliwienia korekty mikroklimatu.

Osiągnięcie celu estetycznego będzie związane z formą w jakiej woda zostanie wprowadzona do środowiska mieszkaniowego, stwarzając efekty wizualne, dźwiękowe i kolorystyczne.

Rekreacyjna funkcja wody w środowisku mieszkaniowym jest najbardziej czytelna dla mieszkańców i dotyczy zarówno rekreacji fizycznej jak i psychicznej. Stopień jej spełnienia zależy od wielkości założeń i zainwestowania.

Osiągnięcie celu gospodarczo-ekonomicznego zależy od stopnia zintegrowania gospodarki wodnej, w tym różnorodnego wykorzystania wody opadowej, co może skutkować prawidłowym kształtowaniem stosunków wodnych, racjonalnym wykorzystaniem zasobów wodnych, zmniejszeniem nakładów

na pielęgnację zieleni, ale także podniesieniem zdrowotności mieszkańców, poprawą ich samopoczucia i zmniejszeniem nakładów na leczenie.

Powyższe zależności potwierdzają liczni badacze, między innymi: Georgiou et al. (2021); Manteghi et al. (2015) - powiązania z mikroklimatem; oraz Gascon et al. (2017) - powiązania z dobrostanem człowieka.

Osiągnięcie wymienionych efektów w środowisku mieszkaniowym wymaga szerokiego spojrzenia i uwzględnienia wielu czynników. Na świecie realizowane są różnorodne koncepcje, takie jak np. Low impact development (LID) – USA (Coffman, 2000), który minimalizuje wpływ urbanizacji na cykl hydrologiczny i gwarantuje zastosowanie technik zwiększających retencjonowanie i infiltrację, a także Water Sensitive Urban Design (WSUD) – Australia (Wong i Brown, 2009), Sustainable Drainage Systems (SuDS) – Wielka Brytania (Raymond et al., 2017), których celem jest poprawienie stopnia wykorzystania wód opadowych, zmniejszenie intensywności natężenia spływu powierzchniowego wód opadowych, zminimalizowanie nieprzepuszczalnych powierzchni i ostatecznie poprawienie efektywności wykorzystania wody.

W prezentowanej pracy badawczej celem było skonstruowanie podstawowej jednostki mieszkaniowej zwanej Bio-Morfemem, w której można byłoby zastosować kompleksowe, szczegółowe rozwiązania projektowe, pozwalające na wdrożenie nowoczesnej gospodarki wodnej w pełnej skali, z uwzględnieniem zagadnień architektoniczno-urbanistycznych i estetycznych. Analiza wymienionych uprzednio systemów i koncepcji pokazuje, że optymalizacja miejskiej gospodarki wodnej polegać musi na równoległych działaniach w obszarach ograniczania zużycia wody wodociągowej (popularnie nazywanej wodą z kranu - co jest kalką angielskiego terminu „tap water”), przy jednoczesnym poszukiwaniu i wdrażaniu alternatywnych źródeł wody. Zarządzanie popytem/poborem winno prowadzić do bardziej efektywnego wykorzystania wody, które można osiągnąć poprzez jednoczesne działania w strukturze technicznej, np. zmniejszenie strat wody i wykorzystanie bardziej efektywnych urządzeń i armatury oraz zmiany w sferze społecznej, takie jak edukacja, kampanie informacyjne i in.

Liczne pozycje literaturowe wskazują możliwość zastosowania innych niż miejskie wodociągi sposobów zasilania mieszkań w wodę, przede wszystkim poprzez wykorzystanie wód opadowych. Pozyskana w ten sposób woda może być

użyta jako podstawowe źródło zaopatrzenia (co jest domeną obszarów o drastycznych niedoborach wody) lub jako źródło uzupełniające, pozwalające na oszczędność wody wodociągowej, przez wykorzystanie jej w celach typowych dla tzw. wody niezdatnej do picia, czyli do splukiwania toalet, czy eksploatacji pralek.

Kolejnym zastosowaniem wody opadowej, zgodnym z zasadami Bio-City (Smart City/ Water City), jest jej retencjonowanie w miejscach lub w sąsiedztwie jej pozyskania dla utrzymania zieleni, utrzymania czystości budynków i ich otoczenia, wreszcie poprawy komfortu klimatycznego. Do tej grupy celów rekomendowana jest woda zebrana z powierzchni utwardzonych i słabo przepuszczalnych, jak drogi, chodniki, ścieżki rowerowe.

Ostatecznie wybór strategii wykorzystania wód opadowych musi być oparty na analizie powiązania z lokalnym zaopatrzeniem w wodę (Haque et al., 2016); (Taffere et al., 2016). Znajduje to odzwierciedlenie w różnicach w prawodawstwie poszczególnych państw. Przykładowo, kraje, takie jak USA, Japonia, RFN i Australia, ustanowiły stosowne przepisy warunkujące dopuszczenie tego rodzaju wód do powszechnego użytkowania, pod warunkiem wyłączenia spożycia przez mieszkańców. We Francji nie dopuszcza się wykorzystywania wody opadowej do spożycia i higieny osobistej (da Costa Pacheco, et al., 2017), podczas gdy w Brazylii zaleca się wręcz stosowanie wody do celów użytkowych poza bezpośrednią konsumpcją, co reguluje norma państwowa NBR 15527:2019 (ABNT/ CEE-077 Associação Brasileira de Normas, 2019).

Jak zwracają uwagę badacze, systemy pozyskiwania wód opadowych pełnią jeszcze jedną ważną rolę, jaką jest łagodzenie podtopień deszczowych (Campisano et al., 2017); (Malinowski et al., 2015), często występujące również w obszarach mieszkaniowych. Pewną pośrednią korzyścią jest też wydłużenie okresu eksploatacji sieci kanalizacyjnej, która jest mniej przeciążona (Lopes et al., 2017), a także obniżenie zużycia energii elektrycznej przez przedsiębiorstwa wodociągowe (Malinowski et al., 2015; Vargas-Parra et al., 2013).

Reorganizacja systemu gospodarowania wodą w środowisku mieszkaniowym powinna opierać się na czterech podstawowych zasadach (Rybicki, 2022):

- wprowadzenie wielokrotnego wykorzystania zasobów wodnych (Kumar et al. 2020);

- projektowanie miast (zarówno całych dzielnic, jak i poszczególnych budynków) tak, aby idea wielokrotnego (cyrkulacyjnego) wykorzystania wody była realizowana w skali od pojedynczych gospodarstw domowych, poprzez bloki, dzielnice, do miasta jako całości (Khayal i Farid, 2017);
- eksploataowanie systemów wodociągowo-kanalizacyjnych w powiązaniu z ochroną ilościową i jakościową wody w środowisku, również w otoczeniu miast (Wang et al., 2021; Amini et al., 2019);
- zaangażowanie mieszkańców, instytucji, organizacji, jednostek przemysłowych działających w mieście dla wdrażania przyjętych rozwiązań technicznych (Appio et al., 2019).

W każdej z tych wizji najślabszym „ogniwem” jest wdrożenie w praktyce postulowanych rozwiązań na poziomie jednostkowego budynku-morfemu, w którego przypadku dominują rozważania na poziomie teoretycznym.

Wytyczne do reorganizacji obiegu wody w strukturze miejskiej w połączeniu z ideami Bio-City, jako szczególnej formy Smart City, nasuwają myśl o wiodącej roli jednostki mieszkaniowej – morfemu w reorganizacji działania organizmu miejskiego, jako elementu współpracującego z tkanką miejską i zaspokajającego potrzeby jego mieszkańców (bytowe, psychiczne, estetyczne, funkcjonalne) oraz tworzącego wysoką jakość życia i warunki sprzyjające zdrowiu we wszystkich jego aspektach (Gascon et al., 2017); (Rydin et al., 2012).

Zespoły mieszkaniowe - morfemy, poprzez wprowadzenie niebiesko-zielonych rozwiązań inżynierskich (zbiorniki, cieki i urządzenia wodne, zielone dziedzińce, dachy i ściany) oraz efektywne wykorzystanie dostarczanej wody, mogą stać się zarówno autonomicznymi, jak i kooperacyjnymi elementami struktury miasta pod względem zachodzące w nich procesów synergicznych (Well, 2020; Ruano, 1999). Rozwiązania te pomogą zmniejszyć ilość wody przepływającej przez system infrastruktury miejskiej i stworzyć obszary rezerwy wody (Well i Ludwig, 2020).

II_3.2 WPŁYW UWARUNKOWAŃ KLIMATYCZNYCH NA SPOSOBY ZAGOSPODAROWANIA WODY W ZESPOŁACH MIESZKANIOWYCH

Większość autorów piszących na temat wykorzystania wody opadowej zwraca uwagę na ograniczenia w wykorzystywaniu wody opadowej w sposób rzeczywiste pozwalający obniżyć pobór wody z sieci miejskiej (Furumai, 2008); (Abdulla i Al-Shareef, 2009); (Despins et al., 2009); (Ghisi et al., 2009); (Younos, 2011); (Kolavani i Kolavani, 2020). Cechą większości propozycji jest bazowanie na uproszczonych założeniach i zastosowaniu modeli, w których jedynie w ograniczony sposób uwzględnia się złożoność i dynamikę opadów atmosferycznych i ich relację w stosunku do zapotrzebowania na wodę, które są głównymi czynnikami decydującymi o efektywności systemów pozyskiwania wody opadowej (Semaan et al., 2020).

Istotną kwestią przy planowaniu wykorzystania wody opadowej w gospodarce wodnej podstawowych jednostek mieszkaniowych - morfemów i przy wyznaczaniu parametrów urządzeń do odzysku wody, wydaje się więc właściwe oszacowanie objętości oraz zmienności czasowej dostępnych wód opadowych, które jest bardzo trudne i niesie ze sobą ryzyko niedokładności ze względu na znaczną nierównomierność opadów w czasie. Powszechną praktyką jest to, że projekt w fazie wstępnej opiera się na długoterminowych średnich opadach wody opadowej. Taką metodykę wykorzystano w tej dysertacji, ale przeanalizowano też nierównomierność dobową w wybranych miesiącach charakterystycznych.

W prezentowanej pracy założono, że wykorzystane obliczenia dotyczące między innymi ilości wody opadowej oparte będą na danych dla Krakowa. Dla uproszczenia opisu, zdecydowano się przyjąć terminologię zwyczajową, mianowicie lata z opadami znacznie niższymi od średniej są zwykle nazywane „latami suchymi”, podczas gdy lata, w których opady są wyższe od średniej, nazywane są „latami mokrymi”. Wpływ charakterystyki danego roku na rzeczywistą nierównomierność opadów przedstawiono na [ILUSTRACJI 27](#). Dane o wielkości opadów podano na podstawie materiałów pozyskanych przez Politechnikę Krakowską z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB oraz z pomiarów własnych Politechniki Krakowskiej. Dane dotyczące Intensywności opadów przedstawiła także stacja meteorologiczna Politechniki Krakowskiej

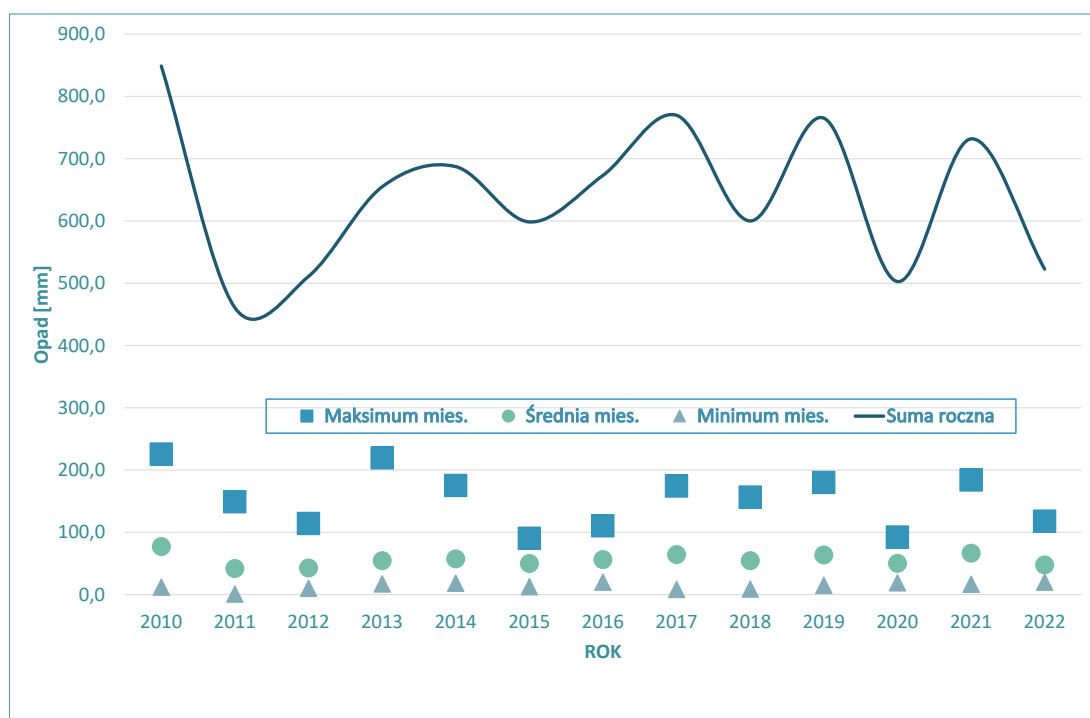
zlokalizowana w Krakowie przy ul. Warszawskiej 24. Prezentowane dane są wartościami miesięcznymi w milimetrach wysokości opadu (Tabela 3).

TABELA 3. ZMIENNOŚĆ POTENCJAŁU POZYSKIWANIA WÓD OPADOWYCH – DANE DLA KRAKOWA (POLSKA) W OKRESIE 2010-2018

	Maksimum [mm]	Średnia [mm]	Minimum [mm]	Odchylenie standardowe	Odchylenie standardowe skorygowane
Styczeń	82	49,57	33,6	15,4	0,312
Luty	55,4	35,28	14,9	13,4	0,380
Marzec	71,4	44,91	15,8	21,7	0,483
Kwiecień	142,9	55,18	16,2	35,5	0,643
Maj	403,1	118,08	50,3	102,7	0,869
Czerwiec	179,6	94,27	24,6	48,2	0,511
Lipiec	227,1	132,96	25,9	75,3	0,566
Sierpień	170,7	90,72	49,3	36,5	0,402
Wrzesień	235,7	86,82	20,7	69,4	0,799
Październik	98,9	45,52	10,5	33,0	0,725
Listopad	96,9	48,78	0,6	28,9	0,593
Grudzień	86,2	38,88	12,6	21,5	0,552

Tabela powyżej ilustruje specyficzny problem immanentnie związany z praktycznymi działaniami realizowanymi w celu włączenia wód opadowych do podsystemu zaopatrzenia budynku mieszkalnego w wodę. Problemem tym jest niesterowalna i trudno przewidywalna zmienność natężenie wód deszczowych. Widoczne to jest w relatywnie wysokich wartościach skorygowanego odchylenia standardowego wartości opadów miesięcznych, która w większości miesięcy przekracza wartość 0,500. Abstrahując od kwestii poboru, przechowywania i dystrybucji wód deszczowych (co omówiono w kolejnych rozdziałach tej dysertacji) sama zmienność natężenia naturalnych opadów w poszczególnych latach i w poszczególnych miesiącach jest bardzo duża. Ten fakt, wobec oczywistego wymogu, aby podsystem zaopatrzenia w wodę na potrzeby użytkowe zapewniał

nieprzerwane korzystanie z tego źródła zaopatrzenia w wodę, jest największym problemem technicznym przy realizacjach pełnoskalowych. Istotę tego problemu pokazano na **ILUSTRACJI 27**, pokazującej zakres zmienności natężenia zarówno deszczu w układzie miesięcznym jak i w poszczególnych latach. Dla przybliżenia tego problemu wprowadza się terminy „rok suchy” i „rok mokry”. Lata mokre są definiowane jako te, w których całkowite roczne opady przekraczają 90 percentyl rozkładu historycznego, a lata suche zostały zdefiniowane jako te, w których całkowite roczne opady klasują się poniżej 10 percentyla (Knapp et al., 2015).



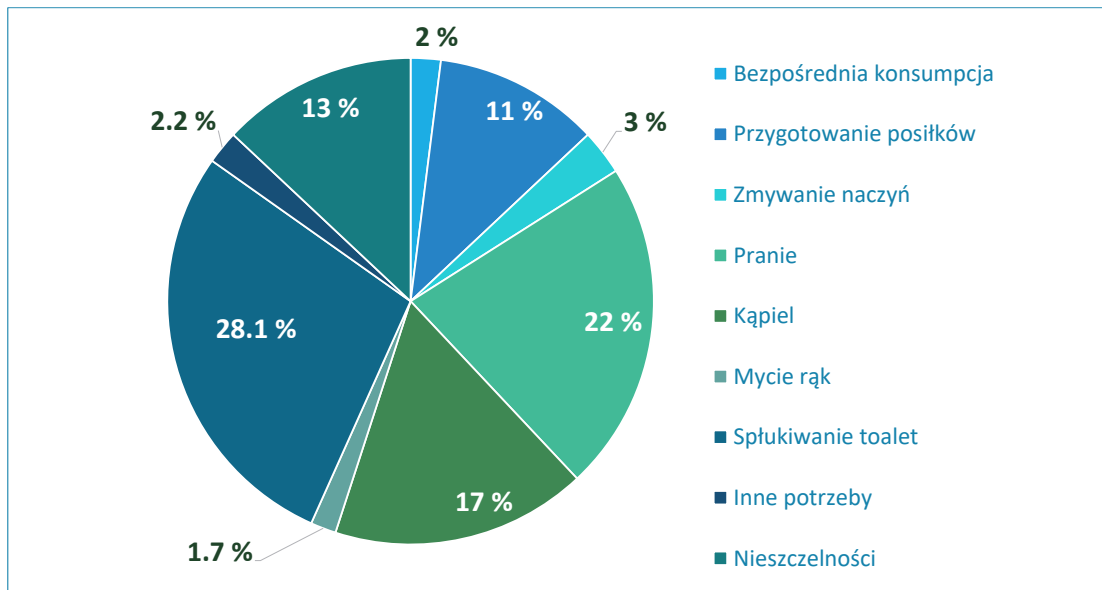
ILUSTRACJA 27. ZMIENNOŚĆ WARTOŚCI OPADU ROCZNEGO I CHARAKTERYSTYCZNYCH OPADÓW MIESIĘCZNYCH (DANE IMGW DLA M. KRAKOWA)

Nierówności ilości wody możliwej do pozyskania widoczne są zwłaszcza w latach zaliczanych jako „mokre”, choć należy zwrócić uwagę w obserwowanym okresie, że w roku 2011 („suchym”) relatywne nierównomierności też są znaczne. To może stanowić istotny problem przy projektowaniu i eksploatacji systemów pozyskiwania wody deszczowej do wykorzystania, dlatego zastosowanie projektu morfemowego zagospodarowania wód, w tym otwartego zbiornika wodnego, znacząco zwiększyłoby efektywność wykorzystania wód opadowych. Zbiornik otwarty, będący trzonem gospodarki wodnej w morfemie,

pełniłby rolę zbiornika buforowego, wyrównującego zmiany dobowego odpływu wód opadowych, zmniejszając zagrożenie sieci miejskiej kanalizacji nagłym obciążeniem wodami deszczowymi. Natomiast deficyty wód opadowych (jako źródła zastępującego wodę z sieci wodociągowej) w okresach trwale bezdeszczowych mogłyby być jedynie do pewnego stopnia równoważone wykonanymi i eksploatowanymi zbiornikami wewnętrznymi retencjonującymi wodę opadową. Już na tym etapie badań można było zasygnalizować, że wprowadzenie podsystemu „wody szarej” może stanowić system umożliwiający zastąpienie większej (procentowo) ilości wody wodociągowej niż rozwiązanie oparte jedynie na ujmowaniu wód opadowych.

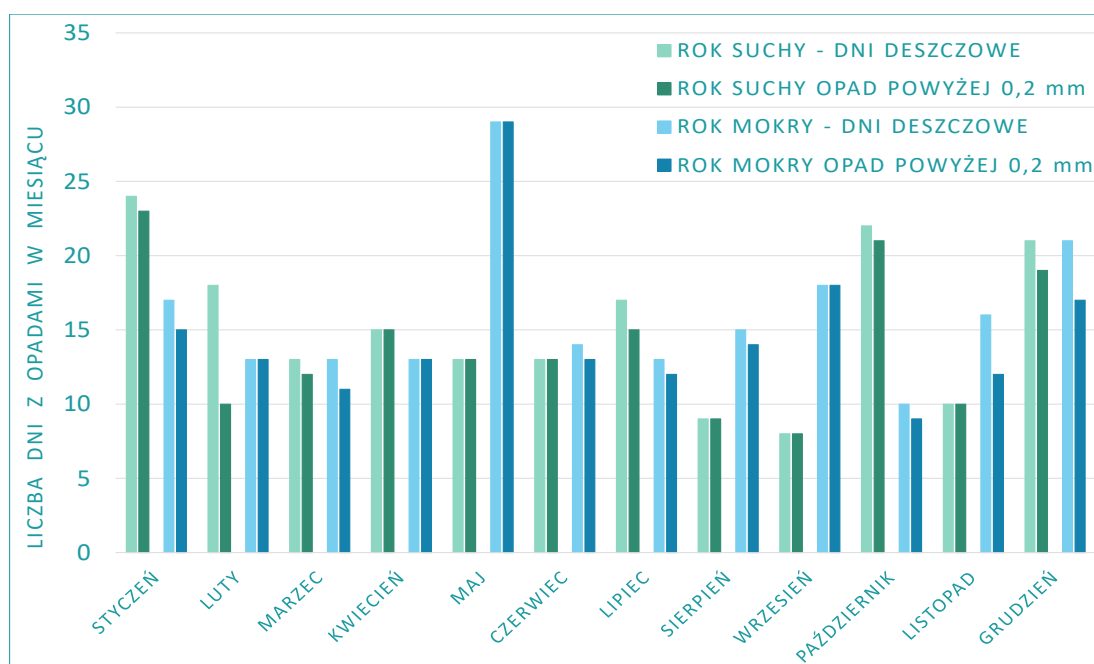
Przedstawiony problem badano bardziej szczegółowo w oparciu o dane własne, uzyskane ze stanowisk pomiarów hydrologicznych prowadzonych z wykorzystaniem sprzętu i stanowisk Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej. Takie bardziej szczegółowe dane były niezbędne dla dokładnej analizy zjawiska. W wyniku tych prac powstała analiza specyfiki rozkładu czasowego dni z opadem odpowiednio wysokim do włączenia wód opadowych do podsystemu zaopatrzenia w wodę budynku/morfemu.

Z danych IMGW-PIB wynika, że maksymalne zaobserwowane w okresie obserwacji, w Krakowie miesięczne opady wyniosły 225 mm (maj 2010), natomiast najniższe to 0,8mm (listopad 2011). Skorygowane odchylenie standardowe danych dotyczących natężenia przepływu świadczy o wysokiej nierówności dopływu wody opadowej, zatem potwierdza dużą zmienność dostępności wód opadowych jako źródła wody. W okresach stosunkowo niskich opadów, jedynie ścieki z gospodarstw domowych mogą być źródłem wody, która nie jest pozyskiwana z miejskiego systemu zaopatrzenia w wodę. W praktyce chodzi tu o tak zwaną „wodę szarą”. W okresach intensywnych opadów deszczu dopływ tej wody (szarej) jest znacznie wyższy niż realne potrzeby konsumentów, co można wywnioskować na podstawie zestawienia i analizy wykresów przedstawionych na [ILUSTRACJACH 28 i 29](#).



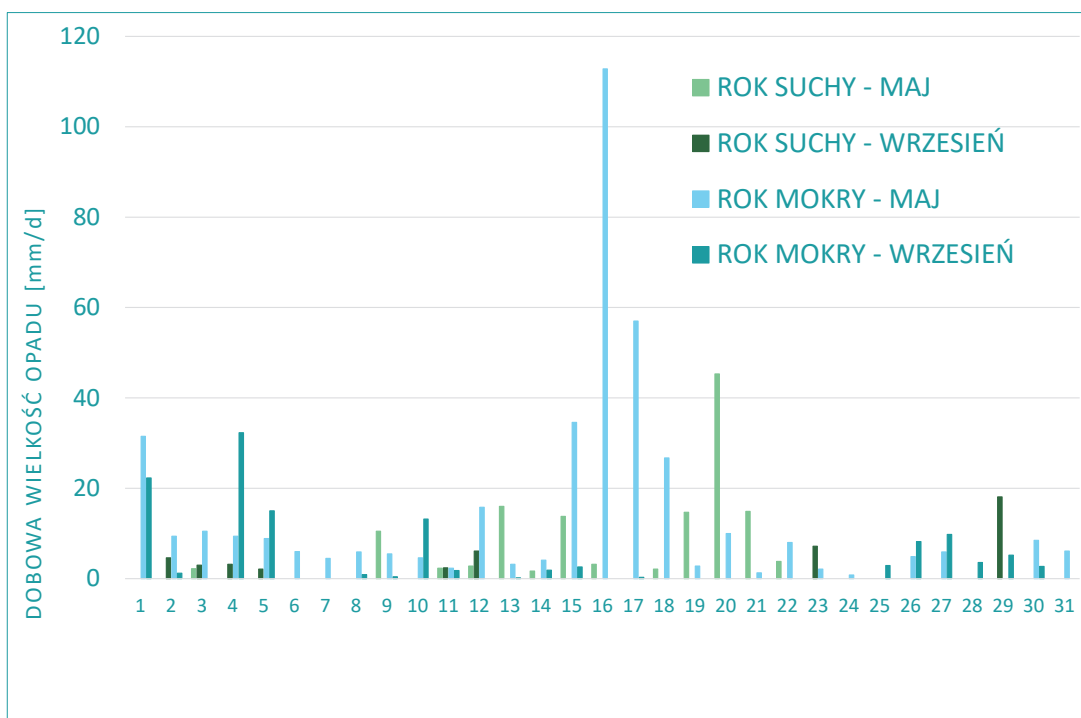
ILUSTRACJA 28. STRUKTURA ZUŻYCIA WODY WEDŁUG POTRZEB MIESZKAŃCÓW – WARTOŚCI ŚREDNIE W PROCENTACH. (Rybicki et al., 2022)

Problem nierównomierności dostępu do zasobów wód opadowych jest dosyć często trudny do rozwiązania w przypadku zastosowań praktycznych, gdyż sposobem kompensowania tych nierównomierności jest stosowanie zbiorników retencyjnych (Królikowska i Królikowski, 2019). Projektowanie tych urządzeń z kolei utrudnione jest przez wykazaną powyżej nierównomierność w objętości opadów w poszczególnych latach obserwacji, a także nierównomierność pomiędzy poszczególnymi miesiącami w roku.



ILUSTRACJA 29. OBJĘTOŚĆ OPADÓW W LATACH SUCHYCH I LATACH MOKRYCH W UJĘCIU MIESIĘCZNYM W OKRESIE OD ROKU 2010 DO ROKU 2020. ŹRÓDŁO: BADANIA NA WISIE PK.

ILUSTRACJA 29, przedstawia liczbę dni deszczowych w latach „suchych” i „mokrych”, ponadto przedstawia liczbę dni z obserwowanymi opadami, a także liczbę dni z opadami wyższymi niż 0,2 mm na dobę. Wartość opadu 0,2 mm przyjęto na podstawie doświadczeń, jako minimalną wartość graniczną do pozyskania wód opadowych – mniejsze opady dobowe zwykle odparowują bezpośrednio z dachów bez praktycznego wpływu na gospodarkę wodną zabudowy w morfemie. Należy zauważyć, że liczba dni z potencjałem zbierania wody deszczowej jest prawie taka sama w latach suchych i wilgotnych. Różnica polega natomiast na różnej intensywności deszczu (wyrażonej w milimetrach wody na dobę), nie zaś na liczbie dni z deszczem (ILUSTRACJE 29 i 30).

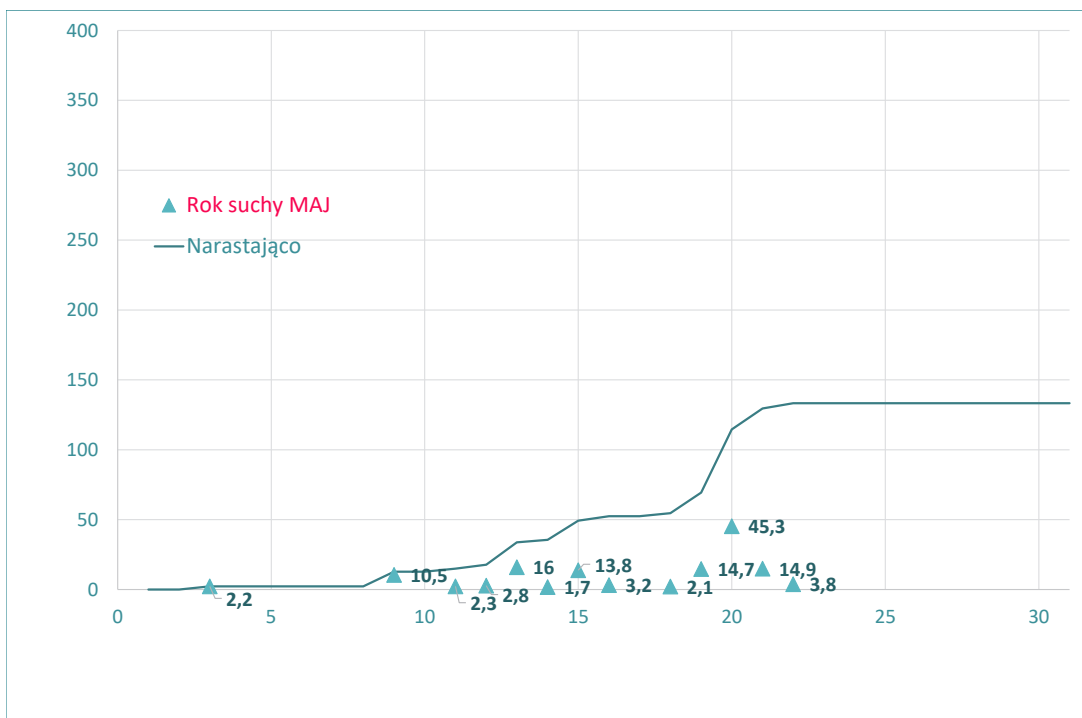


ILUSTRACJA 30. DZIENNE OPADY DESZCZU W WYBRANYCH MIESIĄCACH LATA SUCHYCH I MOKRYCH (BADANIA NA WISIE PK)

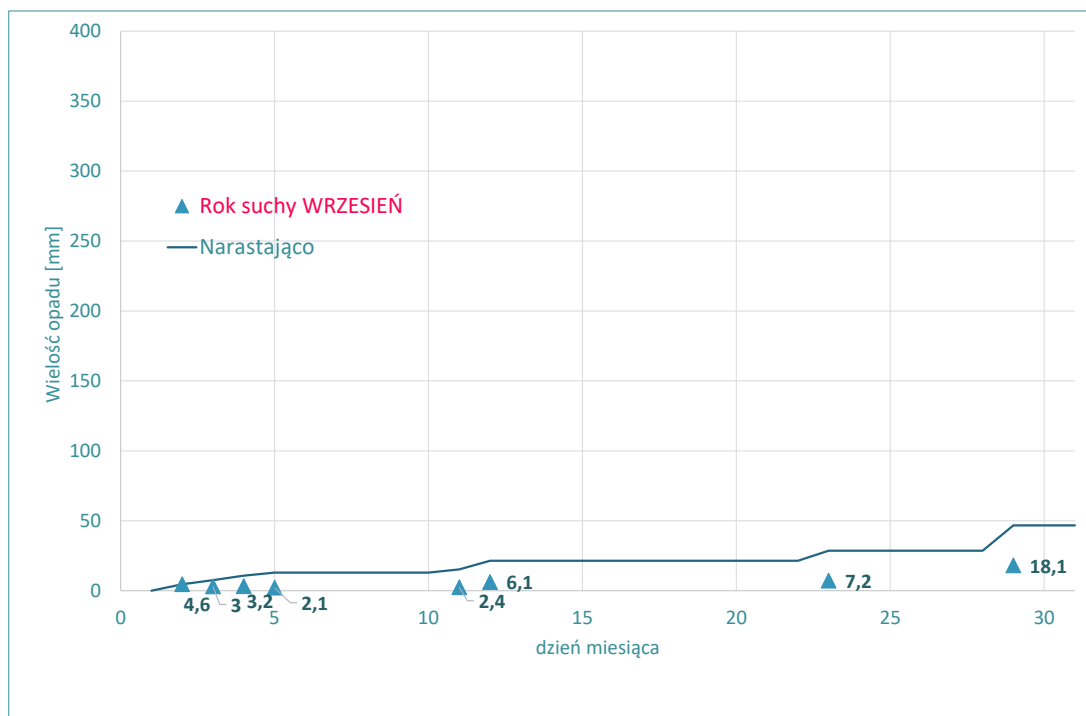
Wykresy na ILUSTRACJACH 31 - 34 pokazują opady w poszczególnych dniach wybranych miesięcy oraz narastająco w obrazie każdego z tych miesięcy, co obrazuje specyfikę nierównomierności dopływu wód deszczowych (również pozyskanych z badań prowadzonych na WISIE PK).

Znaczne nierówności zaobserwowane zarówno pomiędzy miesiącami lat „suchych” i „mokrych”, jak i w wyraźnie widocznych nieprzewidywalnych okresach bez deszczowych, w poszczególnych dniach, zilustrowane na wykresach powyżej, wskazują na istnienie zasadniczego problemu dla projektowania i działania systemów zbierania wody deszczowej. Zastosowanie projektu gospodarki wodnej w morfemie, w tym zbiornika wody, znacznie zwiększyłoby efektywność wykorzystania wody opadowej.

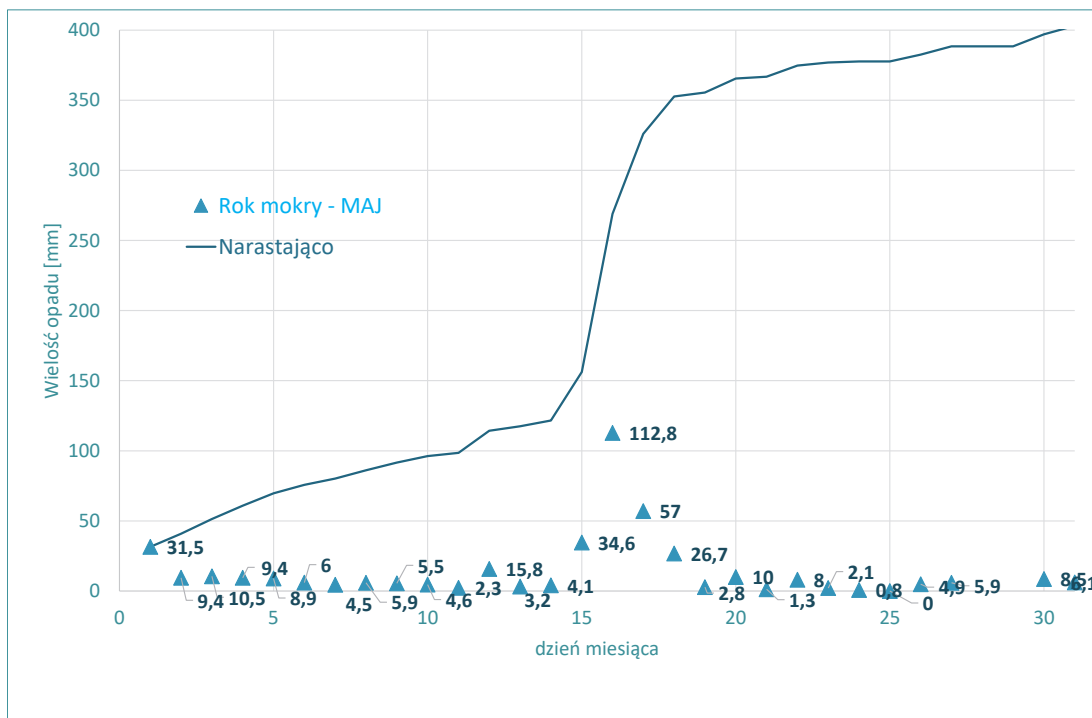
Szczegółowa analiza nierównomierności opadów w wybranych miesiącach została przedstawiona na [ILUSTRACJACH 31-34](#). Należy zwrócić uwagę na znaczne różnice w ilości możliwej do pozyskania wody deszczowej w zależności od charakteru danego roku („mokry”-„suchy”), a także pomiędzy poszczególnymi dniami w miesiącu. Potwierdza to istnienie znaczących trudności w wykorzystaniu wód opadowych w warunkach rzeczywistych. Podstawowym wymogiem dla wód przeznaczanych na zaopatrzenie w wodę mieszkańców (poza oczywistym spełnieniem wymogów jakościowych) jest ich stabilnie równomierny dopływ, jako że potrzeby w zakresie niezbędnego dopływu są w zasadzie stałe – niezmiennie, dlatego tak nieprzewidywalne źródło wody jest w warunkach praktycznych znacznie mniej optymistyczne niż się powszechnie uważa, szczególnie w opracowaniach popularnych.



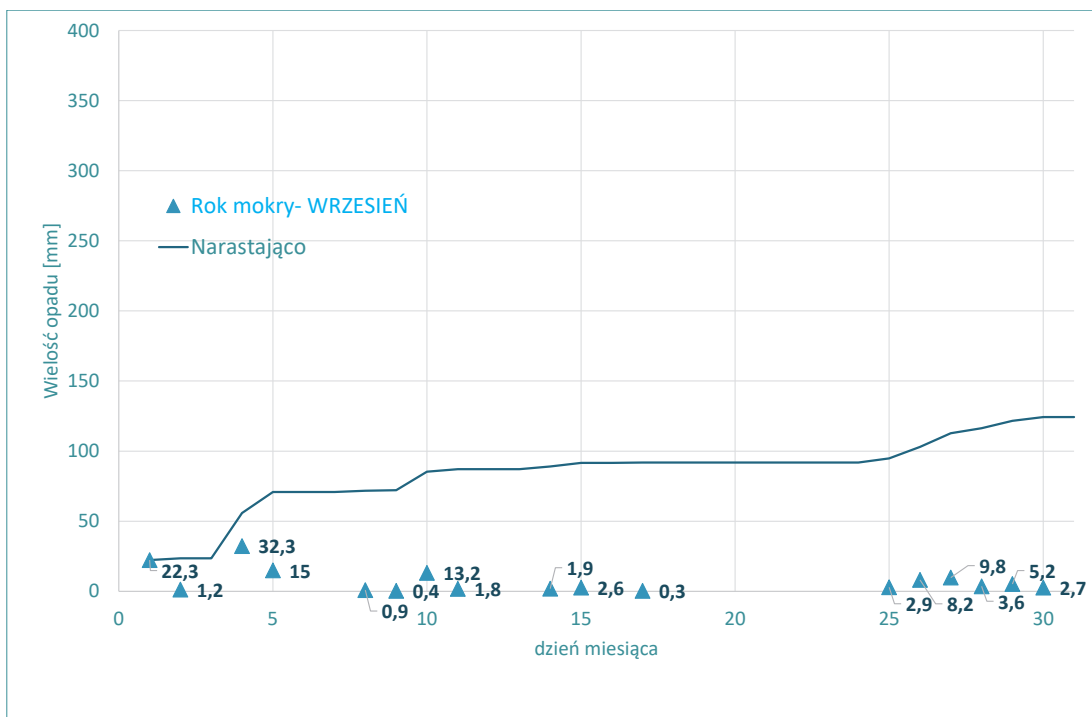
ILUSTRACJA 31. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK SUCHY, MIESIĄC MAJ



ILUSTRACJA 32. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK SUCHY, MIESIĄC WRZESIEŃ



ILUSTRACJA 33. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK MOKRY, MIESIĄC MAJ



ILUSTRACJA 34. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK MOKRY, MIESIĄC WRZESIEŃ

II_3.3 FORMY WYKORZYSTANIA WODY DESZCZOWEJ W ZESPOLE MIESZKANIOWYM

Zbiornik wodny jest jedną z form architektonicznych, możliwych do wykorzystania w zintegrowanej gospodarce wodnej w morfemie. Stosowane w krajach europejskich rozwiązania pokazują dużą różnorodność form, będących architektoniczną, formalną, widoczną dla mieszkańców emanacją zintegrowanej gospodarki wodnej. Wzbogacają one środowisko mieszkaniowe o wrażenia estetyczne, pełniąc jednocześnie funkcje, już uprzednio w pracy wyszczególnione – zdrowotne, ekologiczne, gospodarcze, rekreacyjne.

W **TABELI 4** zaprezentowano zestawienie elementów błękitno-zielonej infrastruktury możliwych do wprowadzenia w obszar morfemu. Zaproponowano klasyfikację ze względu na funkcję (sposób zagospodarowania i odprowadzenia wody opadowej) oraz ze względu na formę przestrzenną (architektoniczną) elementów BGI.

Następnie, na **ILUSTRACJACH 35 – 38**, dzięki wykonanej w trakcie wyjazdów stażowych i studialnych dokumentacji fotograficznej, zaprezentowano opisane w tabeli 5 elementy BGI zebrane w 4 grupach:

1. ZBIORNIKI WODNE;
2. CIEKI WODNE;
3. ROZLEGŁE FORMY TERENOWE
- niecki rozsączalne i „osiedlowe poldery”;
4. ELEMENTY MAŁEJ ARCHITEKTURY I DETALE ARCHITEKTONICZNE
- małe formy: fontanny, kaskady, ściany wodne.

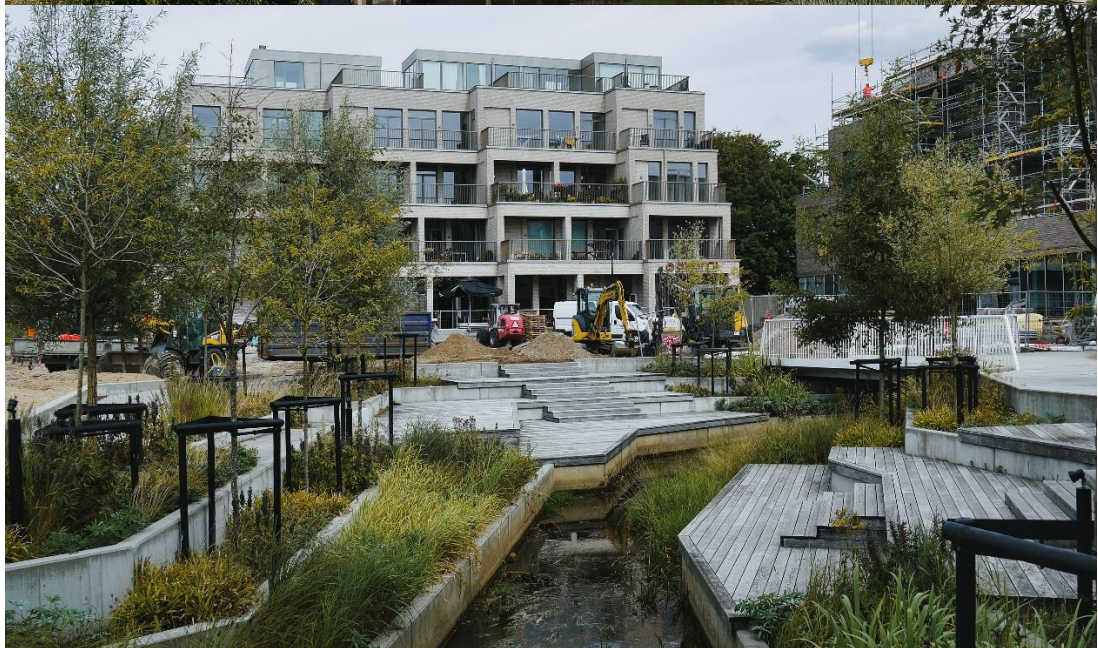
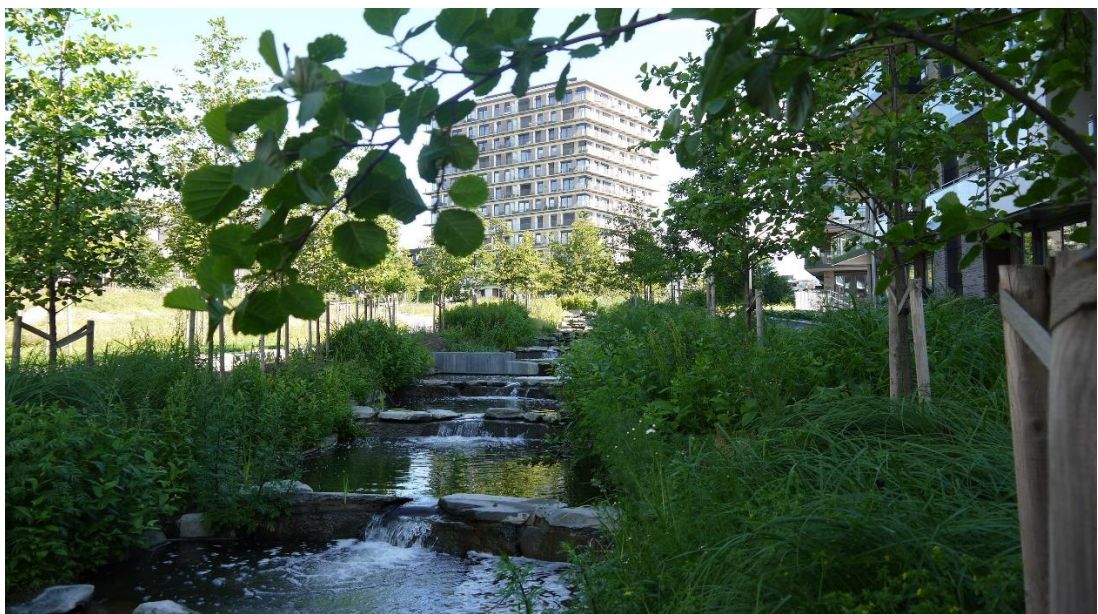
**TABELA 4. ELEMENTY BŁĘKITNO –ZIELONEJ INFRASTRUKTURY.
ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE**

		FUNKCJA ELEMENTÓW BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY SPOSOBY ZAGOSPODAROWANIA I ODPROWADZENIA WODY OPADOWEJ				
		1	2	3	4	
		ELEMENTY CHŁONNE	ELEMENTY CHŁONNO- ODPAROWUJĄCE	ELEMENTY ODPAROWUJĄCE	ELEMENTY ZAMKNIĘTE	
FORMA PRZESTRZENNA ELEMENTÓW BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY FORMA ZBIERANIA, GROMADZENIA I DYSPONOWANIA WODĄ OPADOWĄ	A	ZBIORNIKI	<ul style="list-style-type: none"> NIECKI FILTRACYJNE 	<ul style="list-style-type: none"> OGRODY DESZCZOWE STAWY HYDROFITOWE POWIERZCHNIOWE ZBIORNIKI INFILTRACYJNO-RETENCYJNE 	<ul style="list-style-type: none"> POWIERZCHNIOWE ZBIORNIKI RETENCYJNE SZCZELNE 	<ul style="list-style-type: none"> PODZIEMNE ZBIORNIKI SZCZELNE SEPARATORY I ZBIORNIKI SEDYMENTACYJNE
	B	CIEKI	<ul style="list-style-type: none"> ROWY CHŁONNE 	<ul style="list-style-type: none"> CIEKI NATURALNE MULDY CHŁONNE 	<ul style="list-style-type: none"> KORYTKA SPŁYWOWE 	<ul style="list-style-type: none"> KANAŁY ODPŁYWOWE
	C	ROZLEGŁE FORMY TERENOWE	<ul style="list-style-type: none"> POWIERZCHNIE PRZEPUSZCZALNE SKRZYNKI ROZSĄCZAJĄCE I RETENCYJNO ROZSĄCZAJĄCE 	<ul style="list-style-type: none"> LOKALNE OBNIŻENIA Z BIORETENCJĄ MOKRADŁA ŁĄKI PASAŻE ROŚLINNE 	<ul style="list-style-type: none"> PLACE WODNE 	
	D	ELEMENTY MAŁEJ ARCHITEKTURY I DETALE ARCHITEKTONICZNE			<ul style="list-style-type: none"> ZIELONE I NIEBIESKIE DACHY ŚCIANY WODNE KASKADY WODNE WODNE PLACE ZABAW FONTANNY Z RETENCJĄ 	<ul style="list-style-type: none"> NAZIEMNE PRZYDOMOWE ZBIORNIKI NA WODĘ OPADOWĄ RYNNY I RURY SPUSTOWE



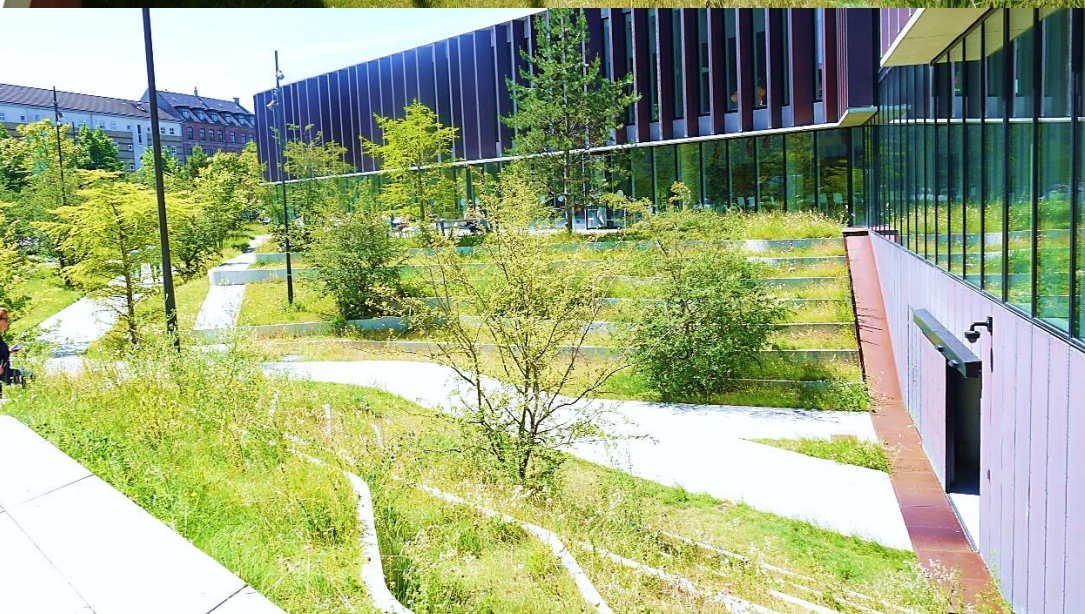
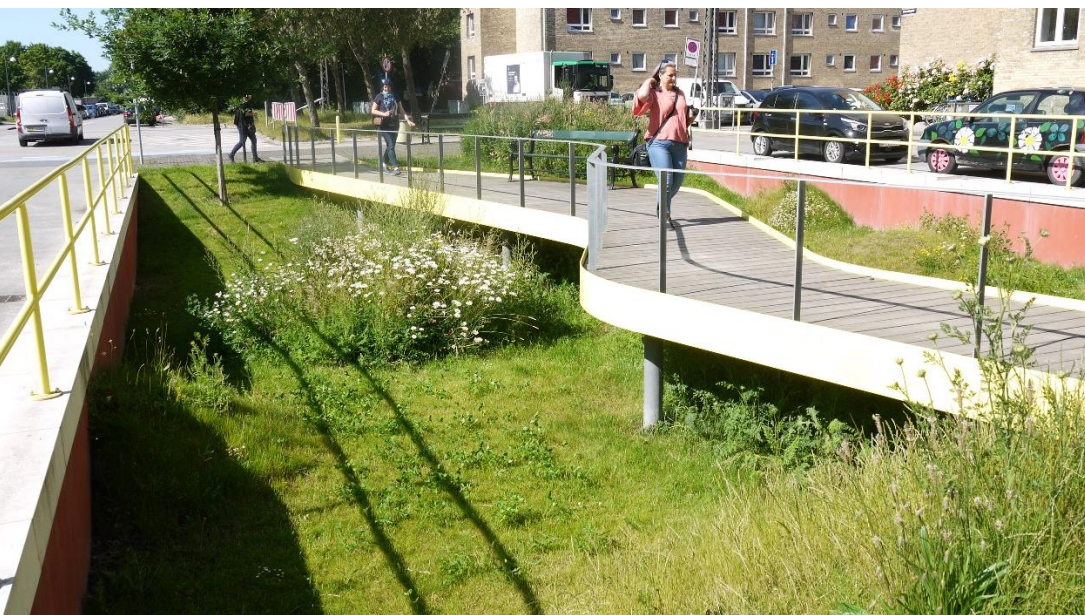
ILUSTRACJA 35. ZBIORNIKI WODNE. FOT. J.S.CYUNEL

1. ZBIORNIK ODPAROWUJĄCO-CHŁONNY. OSLO. DZIELNICA ENSJO.
2. ZBIORNIK ODPAROWUJĄCY. KOPENHAGA. DZIELNICA ORESTAD SYD.
3. ZBIORNIK ODPAROWUJĄCY. KOPENHAGA. OCEANARIUM.



ILUSTRACJA 36. CIEKI WODNE. FOT. J.S.CYUNEL

1. CIEK NATURALNY -STRUMYK. OSLO OSIEDLE HOVINBOKKEN
2. CIEK NATURALNY - RZĘKA. AARHUS
3. KANAŁ OTWARTY. BILUND



ILUSTRACJA 37. NIECKI ROZSĄCZALNE I „OSIEDLOWE POLDERY”

1. LINIOWY PARK CHŁONNY. MALMO
2. NIECKA CHŁONNA. KOPENHAGA UNIWERSYTET
3. OGRÓD DESZCZOWY. BILUND

FOT. J.S.CYUNEL



ILUSTRACJA 38. ELEMENTY MAŁEJ ARCHITEKTURY I DETALE ARCHITEKTONICZNE.
FOT. J.S.CYUNEL

1. FONTANNA - ELEMENT RETENCJONUJĄCY I NAPOWIETRZAJĄCY WODĘ. BILUND
2. ELEMENT ODPROWADZENIA WODY DO KANAŁU. OSŁO. AKER BRYGGE.
3. MISY - ZBIORNIKI WODNE W PARKU REDUTY. KRAKÓW.

„Las Palmas” ŹRÓDŁO: FOT. ZUZANNA CYUNEL. ZE ZBIORÓW WŁASNYCH



***III. BADANIA
BIO-MORFEM***

III BADANIA – BIO-MORFEM

III_1 KRYSTALIZACJA BIO-MORFEMU

Opierając się na wiedzy scharakteryzowanej w rozdziałach II_1. i II_2., zdecydowano, że przedmiotem dalszych badań będzie modelowa jednostka mieszkaniowa, spełniająca warunki Bio-City, w obrębie której możliwe jest wprowadzenie gospodarki zmierzającej do obiegu zamkniętego, w tym zastosowanie zintegrowanej gospodarki wodnej.

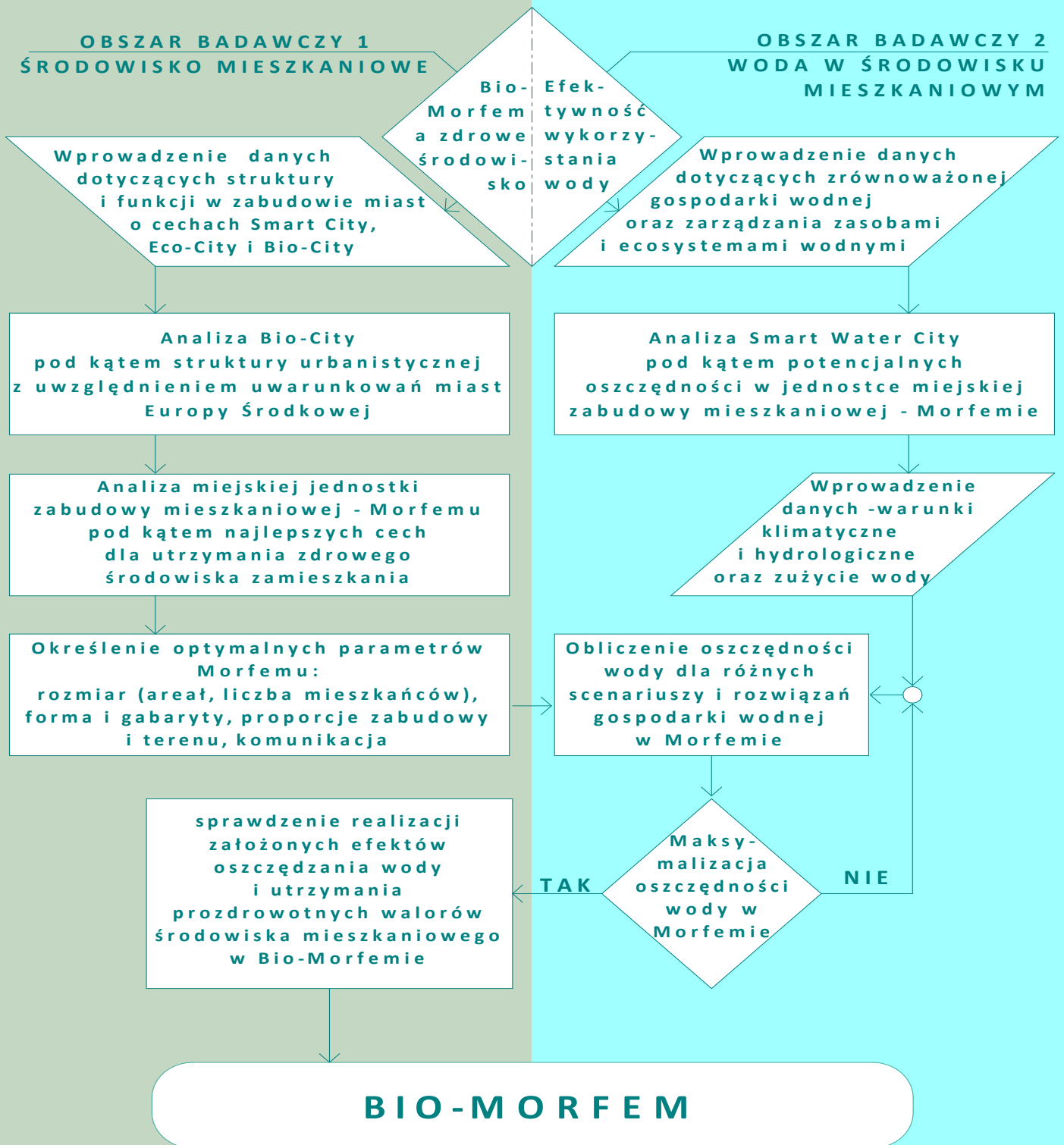
Nawiązując do źródeł, z których wywiedziony został przedmiot badań, czyli do idei Bio-City, modelową jednostkę nazwano Bio-Morfemem. Przyjęto, że jego forma powinna odpowiadać strukturze komórkowej Bio-City, nawiązywać do tradycyjnego miejskiego kwartału zabudowy europejskich miast, korzystać ze współczesnych idei kształtowania zespołu mieszkaniowego w powiązaniu z niebieską infrastrukturą, z korzystnym komfortem klimatycznym i warunkami sprzyjającymi kontaktom mieszkańców z elementami przyrodniczymi.

W jednostce Bio-Morfem przewidziano:

- wdrożenie racjonalnej gospodarki wodnej, z ponownym wykorzystaniem wód opadowych dla osiągnięcia oszczędzania wody sieciowej;
- zbadanie możliwości wprowadzenia otwartego zbiornika wodnego do Morfemu w celu poprawy warunków klimatycznych i zwiększenia walorów prozdrowotnych środowiska mieszkaniowego.

Poniższy schemat blokowy obrazuje opracowany model procesu badawczego zmierzającego do krystalizacji Bio-Morfemu.

**BADANIA - KRYSTALIZACJA BIO-MORFEMU
- MODELOWEJ JEDNOSTKI STRUKTURY ZABUDOWY
MIESZKANIOWEJ ZWIĘKSZAJĄCEJ WALORY PROZDROWOTNE
I EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA WODY W JEDNOSTCE**



ILUSTRACJA 39. SCHEMAT BLOKOWY PROCESU BADAWCZEGO – KRYSTALIZACJA MODELOWEJ JEDNOSTKI MIESZKANIOWEJ STRUKTURY BIO-CITY.

OZNACZENIA FIGUR W PROCESIE BADAWCZYM:

STRZAŁKA – KIERUNEK PROCESU; OWAL – POCZĄTEK I KONIEC PROCESU; RÓWNOLEGBOK – WPROWADZENIE DANYCH ZEWNĘTRZNYCH; PROSTOKĄT- OPERACYJNE POLE DZIAŁANIA; ROMB – PODEJMOWANIE WYBORU.

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

Na podstawie dotychczasowych analiz, skonstruowano parametry liczbowe i cechy opisowe podstawowej jednostki strukturalnej wielorodzinnych obszarów mieszkaniowych Bio-Morfemu:

- obszar zajęty przez Bio-Morfem – powierzchnia 100m x 100 m - założenie przyjęte na podstawie idei Richarda Rogersa;
- forma Bio-Morfemu:
 - kwartał zabudowy z wnętrzem urbanistycznym i obsługą komunikacyjną na zewnątrz; założenie przyjęte na podstawie badań istniejących struktur miejskich w Krakowie i na tendencjach stworzenia charakteru miejskości struktur mieszkaniowych;
 - forma częściowo otwarta od strony południowej - założenie sprzyjające dobremu nasłonecznieniu wnętrza urbanistycznego i doświetleniu mieszkań, oraz odpowiadające preferencjom dla form nie w pełni zamkniętych;
 - zabudowa wielorodzinna 4-kondygnacyjna, o proporcjach wysokości zabudowy do szerokości wnętrza urbanistycznego zbliżona do 1 : 2,7 - założenie przyjęte na podstawie badań z zakresu kompozycji urbanistycznej, psychologii i potrzeb nasłonecznienia;
- komunikacja w Bio-Morfemie - obsługa komunikacyjna na zewnątrz kwartału, w tym samochód, rower i inne środki komunikacji indywidualnej, a także główne ciągi piesze;
- Ilość mieszkańców wynikająca z parametrów zabudowy - 210 mieszkańców;
- funkcja w Bio-Morfemie:
 - zabudowa mieszkaniowa, wielorodzinna, wzbogacona o funkcje usługowe w skrzydle zabudowy od strony południowej; założenie przyjęte zgodnie z dążeniami do wielofunkcyjności obszarów mieszkaniowych;

- funkcja we wnętrzu Bio-morfemu - odpowiednia przestrzeń rekreacyjna wynikająca z proporcji wnętrza urbanistycznego, pozwalająca na realizację programu rekreacyjnego mieszkańców oraz zapewniająca miejsce na wprowadzenie wody otwartej, w badanym modelu przyjęto, że będzie to otwarty zbiornik wodny; założenie zgodne z celami zintegrowanej gospodarki wodnej oraz potrzebami psychicznymi i fizycznymi mieszkańców.



ILUSTRACJA 40. MODELOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA – BIO-MORFEM. PARAMETRY FUNKCJONALNO-PRZESTRZENNE PRZYJĘTE DO BADAŃ EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA WODY W OBSZARZE MORFEMU.

1. RZUT
 2. OBLICZENIA ILOŚCI MIESZKAŃCÓW
 3. WIZUALIZACJA 3D
 4. PROPORCJE ZABUDOWY
- ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE.

III_2 ZAŁOŻENIA DO MODELOWANIA OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE

III_2.1 ZAŁOŻENIA W ZAKRESIE POZYSKANIA, GROMADZENIA I WYKORZYSTANIA WODY OPADOWEJ:

1. Założono, że podstawowym celem projektu Bio-morfemu, w zakresie gospodarki wodno-ściekowej jest znalezienie racjonalnych sposobów wykorzystania wody opadowej zbieranej z dachów, która jest stosunkowo dobrej jakości i wymaga niewielkiej obróbki wstępnej (usuwanie zawiesin), w celu zmniejszenia zużycia wody dostarczanej przez wodociągi miejskie. Analiza funkcjonalna zużycia wody wskazała, że najprostsze z punktu widzenia przebiegu instalacji wewnętrznych budynku (Bio-Morfemu) byłoby wykorzystanie tej wody do spłukiwania toalet, nierównomierność pozyskiwania wód z opadów, powoduje, że rozważane będzie także wykorzystanie wody opadowej w pralkach a jednocześnie wykorzystanie wody szarej w toaletach. W ten sposób możliwe byłoby zagospodarowanie całkowite lub procentowe wody opadowej, która jest stosunkowo często dostępna z otoczenia¹⁷.
2. Jako drugi cel projektu Bio-Morfem określono możliwości wprowadzenia otwartego zbiornika wodnego do morfemu w celu poprawy warunków klimatycznych i zwiększenia walorów prozdrowotnych środowiska mieszkaniowego, jak również wprowadzenia zintegrowanej gospodarki wodnej wdrażającej rozwiązania błękitno-zielonej infrastruktury.
3. Założono, że w Bio-Morfemie nadmiar wody opadowej z dachów, która nie zostałaby wykorzystana dla zaspokojenia potrzeb mieszkańców (zasilanie pralek, spłukiwanie toalet), wraz z wodą z terenów utwardzonych, tj. dróg i ścieżek rowerowych, kierowany byłby do specjalnie wybudowanego zbiornika otwartego sytuowanego na terenie Bio-Morfemu. W ten sposób możliwe byłoby zbieranie wody opadowej,

¹⁷ Wartości i nierównomierność objętości zbieranej wody opadowej opisano w niniejszej dysertacji w rozdziale II_3.2 WPŁYW UWARUNKOWAŃ KLIMATYCZNYCH NA SPOSOBY ZAGOSPODAROWANIA WODY W ZESPOŁACH MIESZKANIOWYCH.

która stosunkowo często jest dostępna z otoczenia. Jako element wyrównujący odpływ oraz poprawiający klimat lokalny przyjęto zbiornik odparowujący (Królikowska i Królikowski, 2019). Wybrano taki rodzaj zbiornika, gdyż jego działanie jest bardziej niezawodne w gęsto zabudowanych obszarach miejskich. Zastosownie rozwiązania alternatywnego w postaci urządzeń infiltracji powierzchniowej niesie w tych obszarach - o wysokim stopniu zainwestowania w infrastrukturę podziemną - ryzyko niekontrolowanej infiltracji do tych obiektów/urządzeń. Przyjęto, że w lokalizacjach w obszarach, w których struktura geologiczna będzie sprzyjająca dla rozwiązań rozsączających, mogą być one stosowane zamiennie.

4. Opierając się na analizie nierównomierności opadów, przeprowadzonej w tej pracy, stwierdzono, że na obszarze Bio-Morfemu nie byłoby możliwości wybudowania zbiornika otwartego o rozmiarach zapewniających przechowanie całości wody opadowej zbieranej w okresach bardzo intensywnych, nawałnych opadów. Natomiast założono, że wprowadzone rozwiązania wykorzystania wody opadowej na potrzeby bytowe mieszkańców oraz optymalne rozmiary zbiornika sytuowanego na terenie morfemu, pozwalałyby na to, aby tylko stosunkowo niewielka część z objętości wód opadowych, przekraczająca potrzeby mieszkańców, a także nadmiar wody ponad pojemność tego zbiornika (w okresach intensywnych deszczy nawałnych), generowały odpływ do miejskiej kanalizacji deszczowej. Takie rozwiązanie wyraźnie obniża chwilowe natężenie odpływu, czyli obniża efekt szczególnie niekorzystny dla kanalizacji miejskiej.
5. Założono, że w podstawowej jednostce, takiej jak Bio-Morfem, celem wykorzystania wody opadowej jest:
 - zastąpienie części wody pobieranej z miejskiej sieci wodociągowej do wykorzystania w celach niewymagających wody do spożycia - korzyść środowiskowa i ekonomiczna;
 - oszczędność wody poprzez zatrzymanie/ograniczenie odpływu wód opadowych do kanalizacji - korzyść środowiskowa i ekonomiczna;
 - poprawa mikroklimatu - korzyść społeczna i środowiskowa;

- wzrost estetyki i kontaktu z naturą - korzyść społeczna;
 - zwiększona bioróżnorodność - korzyści środowiskowe i ekonomiczne.
6. W badaniach rozważono kilka kategorii gromadzonych wód opadowych, różniących się stopniem czystości i zastosowanymi systemami oczyszczania, a także możliwościami ich wykorzystania w Bio-Morfemie:
- woda z dachów;
 - woda z terenów zielonych;
 - woda ze ścieżek rowerowych i ciągów pieszych;
 - woda z jezdni i parkingów.
7. Badania skoncentrowano na kompleksowym wykorzystaniu wód opadowych ze wszystkich powierzchni z uwzględnieniem:
- gromadzenie się w nieregularnych odstępach czasu i w nieznanych ilościach;
 - ograniczenie wielkości zbiorników otwartych i podziemnych;
 - różnorodność wykorzystania zasobu pierwotnego i nadwyżki;
 - wprowadzenie zasady wielokrotnego korzystania z zasobów wodnych.

III_2.2 ZAŁOŻENIA W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ I WÓD OPADOWYCH DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ WODOCIĄGOWĄ:

1. Przyjęto założenie, że zastosowane rozwiązania techniczne powinny być jak najmniej skomplikowane i nie mogą być niekorzystne ekonomicznie, zatem przewidziano, że:
 - Ścieki szare, tj. ścieki z kąpieli, mycia rąk i prania przewidziano jako odbierane i oczyszczane w prostych instalacjach (np. filtr koalescencyjny i ewentualnie pompa obiegowa), wbudowanych w konstrukcję łazienek każdego mieszkania i przewidziano ich wykorzystanie do spłukiwania toalet; nadmiar wody szarej będzie odprowadzany do kanalizacji wewnętrznej budynku, ponieważ te trzy strumienie chwilowo (przez krótkie okresy) wytwarzają więcej ścieków niż jest to konieczne do spłukiwania toalet. Ten sam proces (spłukiwanie) będzie czynnikiem ograniczającym ten sposób oszczędzania wody (ILUSTRACJA 28).
 - Woda opadowa z dachu będzie zbierana do wspólnego dla całego Bio-Morfemu zbiornika zbierającego wodę opadową, a następnie będzie pompowana do odpowiedniego podsystemu wodociągu w budynku Bio-Morfemu, aby zasilić w wodę każdą pralkę (przewody $\phi 20$ mm równoległe do przewodów wody czystej). Objętość zbiornika przyjęto na 3 dni pracy i oszacowano jego pojemność na 15 m³. Wlot do zbiornika wyposażony byłby w zespół filtracyjny (sito) do usuwania cząstek stałych, lampę promieniowania UV do celów dezynfekcji prewencyjnej, kontrolę jakości za pomocą prostego turbidymetru i pehametru on-line. Obliczenia wykonano dla stanu ustalonego na podstawie rzeczywistych danych opadowych dla Krakowa (Rybicki, Schneider-Skalska i Stochel-Cyunei, 2022).

2. Ustalono, że taka gospodarka wodna wymaga odpowiedniej hydrauliki wewnętrznej budynków, dlatego koncepcja Bio-Morfemu wydaje się skutecznym pomysłem na zagospodarowanie i zaprojektowanie budynków wraz z ich otoczeniem. Potencjał odzysku wody podsumowano w tabeli zaprezentowanej poniżej (uwzględniając wykres umieszczony na **ILUSTRACJI 28**), porównując potencjał wykorzystania wody szarej na tle możliwego wykorzystania zebranej wody deszczowej.

TABELA 5. POTENCJAŁ WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ NA TLE WODY DESZCZOWEJ DLA ZASTĄPIENIA WODY WODOCIĄGOWEJ

POCHODZENIE WODY SZAREJ	UDZIAŁ W ŚREDNIODOBOWYM WYKORZYSTANIU WODY PRZEZ MIESZKAŃCÓW	RODZAJ UŻYCIA	CZY ISTNIEJE MOŻLIWOŚĆ ZASTĄPIENIA PRZEZ WODĘ DESZCZOWĄ
Mycie naczyń	3%	Spłukiwanie toalet	Nie
Pranie	22%		Tak
Kąpiel	17%		Nie
Mycie rąk	1.7%		Nie

3. Przewidziano, że Bio-Morfem będzie eksploatowany zgodnie z następującymi sposobami / procedurami korzystania z wody:
- Wody opadowe zbierane z dachów budynków mieszkalnych i usługowych, po podstawowych procesach uzdatniania wody, kierowane będą do zbiornika zlokalizowanego w części podziemnej budynku (pojemność zbiornika zostanie zwymiarowana na podstawie średniej trzydniowej ilości wody opadowej zbieranej z tych obszarów zbierania, tj. dachów). Woda deszczowa wymaga minimalnego oczyszczenia (usunięcia zawiesin) i ze względu na niską twardość doskonale nadawać się będzie do pralni, czego nie mają inne strumienie ścieków szarych. Woda po takim uzdatnieniu rozprowadzana będzie osobną wewnętrzną instalacją dystrybucyjną, która dostarczy ją do pralek w poszczególnych lokalach mieszkalnych. Obliczenia wykazały, że w miesiącach zimowych i niektórych okresach letnich trzydniowe okresy nie pokryją zapotrzebowania na wodę do

prania. W takich okresach bez opadów, pralki będą zasilane wodą wodociągową przez zawór trójdrogowy, otwierany na wlocie do zbiornika po wyczerpaniu się zapasu wody opadowej;

- W trakcie obliczania dyspozycyjnej ilości wody opadowej, wykorzystano znany fakt, iż parowanie z powierzchni dachu może znacząco zmniejszyć objętość zbieranej wody opadowej, gdy opad dobowy wynosi poniżej 1 mm/dobę. W obliczeniach pominięto opady z takich dni;
- Parkingi mają być wyposażone w systemy zbierania/rozsączania wody typu Wavin Q-Bic¹⁸, dlatego przyjęto, że ta część odpływu wód opadowych nie jest uwzględniana w bilansie wodnym gospodarstw domowych;
- Drogi dojazdowe, chodniki i ścieżki rowerowe zostaną odwodnione przy pomocy kanalizacji deszczowej zgodnej z normą DWA-M 153¹⁹ (WAVIN, 2022b). Zapewniłoby to spełnienie warunków podczyszczenia zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019r²⁰.

Wody pobierane z tej części terenu kierowane będą do elementu ozdobno - rekreacyjnego w postaci zbiornika otwartego (stawu, sadzawki) w Bio - Morfemie lub do ciekę wodnego / zbiornika o wydłużonym kształcie dostosowanym do układu zagospodarowania.

¹⁸ Zbiorniki retencyjno – rozsączające z filtrem glebowym. Rozwiązanie, w którym woda poprzez przelew w kraężniku dostaje się bezpośrednio do niecki, która działa jak filtr glebowy. Z niecki woda przedostaje się do lokalizowanego poniżej zbiornika (najczęściej skrzynkowego). W zależności od warunków gruntowych jest to albo zbiornik retencyjno – rozsączający (owinięty geowłókniną) lub retencyjny (owinięty szczelnie z boków i z dołu oraz z przepuszczalną geowłókniną na górze). (WAVIN, 2022 a)

¹⁹ Niemiecki standard DWA-M 153 „Zalecenia dotyczące postępowania z wodą deszczową” określa konieczne sposoby oczyszczania wody opadowej, określając ich stopień uciążliwości zanieczyszczeń na podstawie kryteriów oceny, którymi są:

- Klasyfikacja wód (odbiornika naturalnego lub wód gruntowych)
- Oddziaływania z powietrza
- Zanieczyszczenie powierzchniowe (nawierzchni)
- Skuteczność uzdatniania wody deszczowej

„Należy jednak pamiętać, że szczególne substancje zanieczyszczające wymykają się ogólnej ocenie opisanej w DWA-M 153 „Zalecenia dotyczące postępowania z wodą deszczową” i wymagają dokładniejszych badań i urządzeń oczyszczających lub odprowadzenia do oczyszczalni. Zanieczyszczenie nawierzchni wg DWA-M 153 ocenia się całościowo w zależności od ich wykorzystania, a w przypadku pokryć dachowych w zależności od materiału. Jeżeli lokalnie występują warunki niestandardowe, ocenę punktową można i należy modyfikować.” (WAVIN, 2022b)

²⁰ „Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych” należy rozpatrywać łącznie z „Prawo wodne” – Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r.

Zbiorniki będą miały średnią głębokość 0,70 m. Głębokość ta została wybrana ze względów bezpieczeństwa, ponieważ głębszy zbiornik wodny wymagałby barier ochronnych, które wpłynęłyby negatywnie na estetykę i przyjazność krajobrazu w Bio-Morfemie.

III_3 PRZYJĘTA METODYKA

Podstawową jednostkę Bio-Morfem poddano wariantowaniu i dla wybranych wariantów (III_4) dokonano symulacji uzyskania wody opadowej oraz wykorzystania jej w różnych scenariuszach na potrzeby Bio-Morfemu. Obliczono oszczędności wody, a następnie przedstawiono je w postaci tabel utworzonych dla każdego z wariantów i zamieszczono pod ilustracjami obrazującymi modele poszczególnych wariantów.

Wybrano uproszczony model obliczeniowy do szacowania objętości dostępnej wody deszczowej. Model ten wykorzystano do wykonania obliczeń dla projektu Bio-Morfemu. Skupiono się na holistycznym podejściu do problemu oszczędzania wody (Quinn et al., 2020).

W badaniu przyjęto warunki klimatyczne i hydrologiczne dla Krakowa, w Polsce, przewidując potencjał zastosowania.

III_3.1 METODY OBLICZENIA POZYSKANEJ OBJĘTOŚCI WÓD OPADOWYCH PRZY ZAŁOŻENIU ICH NIERÓWNOMIERNOŚCI

1. Na wstępie, dokonano krytycznej analizy zmienności natężenia opadów, które ma kluczowe znaczenie dla obliczeń możliwego stopnia wykorzystania wody deszczowej dla uzyskania oszczędności wody dla mieszkańców (punkt II_3.2).
2. Obliczenia oparto na rzeczywistych danych z obszaru Krakowa (wartości średnie miesięczne z okresu 10 lat), co pozwoliło na obliczenie ilości (objętości) wód opadowych potencjalnie możliwych do pozyskania na potrzeby konsumentów a także wód, których objętość dobową lub godzinową może stanowić problem eksploatacyjny.
3. Metodykę obliczeń oparto na założeniu, że ze względu na specyficzne warunki klimatyczne, w miesiącach styczeń i luty pobór wody opadowej na cele gospodarki wodnej Bio-Morfemu będzie znikomy.

Obliczenia przeprowadzono według równania (1) (Rybicki et al., 2022):

$$Q = \phi * \Psi * q * F \text{ [L]} \quad (1)$$

gdzie:

ϕ – współczynnik obliczeniowy [bezwymiarowy]

Ψ – współczynnik odpływu [bezwymiarowy]

q – intensywność opadu [L/m^2*s]

F – powierzchnia zlewni (dachu, ścieżek, dróg)

4. Ponieważ składowe morfemu charakteryzują się różnymi wartościami współczynników odpływu, współczynnik zastępczy obliczono według równania (2):

$$\Psi_z = \frac{\Psi_1 * F_1 + \Psi_2 * F_2 + \dots + \Psi_i * F_i}{F_1 + F_2 + \dots + F_i} \quad (2)$$

gdzie symbole $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_i$ and F_1, F_2, \dots, F_i odnoszą się do wartości współczynnika oraz powierzchni zlewni cząstkowych. W równaniach do obliczeń objętości zastosowano pola powierzchni zdefiniowane na podstawie bilansu terenu dla poszczególnych wariantów Bio-Morfemu, przedstawionego w punkcie III_4.2 BADANIE WARIANTÓW, oraz przyjęto określony współczynnik odpływu dla nieprzepuszczalnych dróg, ścieżek i chodników (0,95 przyjęto na podstawie własnych pomiarów na nawierzchni asfaltowej na dziedzińcu Politechniki Krakowskiej). Współczynnik ten jest generalnie zbliżony do wartości z literatury (Pinzón, 2012); (Well i Ludwig, 2020); (Rybicki, et al., 2022) i został potwierdzony danymi uzyskanymi w pomiarach rzeczywistych.

5. Dla zniwelowania negatywnych skutków nierównomierności opadów na obszarze Bio-Morfemu, zaprojektowano zbiornik otwarty odparowujący. Wymiarowanie zbiornika odparowującego oparto na metodzie retencyjnej (Edel, 2017); (Królikowska i Królikowski, 2019), następująco:

$$Q_{dop} = (F_{red} + F_{zo}) * 10^{-7} * q \text{ [m}^3/\text{s]} \quad (3)$$

gdzie:

Q_{dop} – objętość opadu w jednostce czasu

F_{red} – zredukowana powierzchnia zlewni [m^2]

F_{zo} - powierzchnia zbiornika odparowującego [m^2]

q - natężenie deszczu (przyjęto wartość rzeczywistą w poszczególnych dniach).

Kluczowa w tych obliczeniach jest wielkość parowania, przy czym należy zwrócić uwagę na niedokładność tych równań w zakresie wyznaczania rzeczywistej prężności pary wodnej nad zbiornikiem. Zgodnie z założeniami niniejszej dysertacji uznano, iż dokładność tej metody jest wystarczająca.

Dlatego parowanie wody z otwartego zbiornika obliczono na podstawie standardowych wzorów (Edel, 2017); (Engineering ToolBox, 2004), przyjmując następujące parametry:

$$g_h = \Theta A (x_s - x) \quad (4)$$

Gdzie:

g_h = masa wody odparowującej w ciągu godziny [kg/h]

$\Theta = (25 + 19v)$ = współczynnik parowania [kg / (m² * h)]

v = prędkość wiatru nad powierzchnią sadzawki [m/s]

A = powierzchnia zbiornika wody [m²]

x_s = wartość wilgotności w powietrzu nasyconym przy temperaturze równej temperaturze wody [kg/kg] (kg H₂O w 1 kg suchego powietrza)

x = zawartość masowa wilgotności w powietrzu [kg/kg] (kg H₂O w jednym kg suchego powietrza)

$x = 0.62198 p_w / (p_a - p_w)$

(p_w = ciśnienie parcjale pary wodnej w wilgotnym powietrzu [Pa])

6. Dla obniżenia stopnia uciążliwości dla miejskiego systemu kanalizacji opadowej, wód opadowych wygenerowanych z dróg dojazdowych, chodników, ścieżek pokrytych materiałem utwardzonym, wykorzystano otwarty zbiornik retencyjno-odparowujący, z którego przewidziano pobieranie wody dla utrzymania zieleni w obrębie Bio-Morfemu oraz pobieranie wody dla utrzymania czystości dróg. Zgodnie z równaniem bilansowym:

$$Q = Q_{OD} + Q_{OCH} + Q_{OSC} - Q_{PAR} - Q_{UZ} - Q_{UDD} \quad [m^3/m-c] \quad (5)$$

Gdzie:

Q_{OD} - woda odparowująca spływająca z dróg

Q_{OCH} - woda odparowująca spływająca z chodników

Q_{OSC} - woda odparowująca spływająca ze ścieżek rowerowych

Q_{PAR} - objętość parowania z otwartego zbiornika wodnego

Q_{UZ} - objętość wody na utrzymanie zieleni

Q_{UDD} - objętość wody wykorzystywanej na utrzymanie dróg

Wszystkie powyżej zaprezentowane wzory posłużyły do określenia wartości potencjalnych oszczędności wody wodociągowej, które zostały przedstawione w tabelach w punkcie III_4 oraz na ilustracjach - wykresach w punkcie III_5.

III_3.2 METODYKA SPRAWDZENIA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ I WÓD OPADOWYCH DO ZMNIEJSZENIA ZAOPATRZEBOWANIA NA WODĘ WODOCIĄGOWĄ

1. W badaniach skupiono się na autorskiej propozycji zagospodarowania wód opadowych oraz wykorzystania wód szarych w taki sposób, aby minimalizować/neutralizować specyficzną niedogodność związaną z wykorzystaniem wód opadowych. Odzwierciedla ono rozwiązanie ograniczające zużycie wody i zmniejszające ilość specyficznych ścieków jakimi są wody opadowe, wytwarzanych na terenie osiedli mieszkaniowych. Czynnikiem ograniczającym możliwość ponownego wykorzystania wód są specyficzne zanieczyszczenia strumieni ścieków bytowych oraz składniki wód opadowych.
2. Przy obliczeniach wzięto pod uwagę, że intensywne zużycie wody jest wyraźnie wyższe latem ze względu na klimat.
3. Dla obliczenia objętości dyspozycyjnych wód opadowych, przyjęto założenia przedstawione w p. III_1.2. Możliwe wykorzystanie wody opadowej dla zastąpienia wody wodociągowej („wody z kranu”) oparto na założeniach jednolitych proporcji wykorzystania wody w gospodarstwach domowych, podane w punkcie III_2.1 i **ILUSTRACJI 28**.
4. Utrzymano założenie, że woda szara (nawet po efektywnym podczyszczeniu) może być wykorzystana jako „zamiennik” wody wodociągowej jedynie do splukiwania toalet, co w sposób oczywisty limituje jej potencjał użycia.
5. W ostatniej kolumnie tabel obrazujących wyniki obliczeń pokazano obliczenie procentowej możliwej oszczędności wody w poszczególnych wariantach Bio-Morfemu. Obliczenia, dla lepszego zilustrowania zdecydowano się przeprowadzić dla średnich miesięcznych wartości opadów, co jednak jest pewnym uproszczeniem. W punkcie II_3.2 omówiono i zilustrowano problematykę nierównomierności dobowej

w latach o różnej charakterystyce hydrologicznej i w różnych miesiącach. Z tej przyczyny obliczenia możliwej oszczędności wody wodociągowej należy wykonywać oddzielnie dla każdej lokalizacji w oparciu o zaproponowaną metodykę.

Obliczenia oszczędności wody wyznaczono z równania (6)

$$\eta = \frac{\Delta Q}{N * q_{jMk}} \quad (6)$$

Gdzie:

ΔQ - ilościowe dobowe obniżenie poboru wody wodociągowej [m^3/d]

N - liczba mieszkańców morfemu [Mk]

q_{jMk} - jednostkowe dobowe zużycie wody przez jednego mieszkańca [$l/(Mk*d)$]

6. Przeprowadzono symulacje dla różnych scenariuszy jednostkowego dobowego zużycia wody przez mieszkańców (odpowiednio 90, 100 i 140 litrów na mieszkańca i dobę), jednak w pracy, dla uproszczenia i lepszego zobrazowania osiągniętych rezultatów, zaprezentowano wyniki obliczeń i ilustrację potencjalnych oszczędności wody dla wybranego, najczęściej występującego scenariusza jednostkowego zużycia równego $100 l/Mk*d$.

Wartość ΔQ wyznaczono z relacji (7):

$$\Delta Q = Q_{WO} + Q_{WS} + Q_{KR} \quad (7)$$

Gdzie:

Q_{WO} - Wykorzystanie dobowe wód opadowych w morfemie [m^3/d]

Q_{WS} - Wykorzystanie dobowe wody szarej w morfemie [m^3/d]

Q_{KR} - Wykorzystanie dobowe wody wodociągowej („z kranu”) w morfemie [m^3/d]

7. Przyjęto, że o ile czynnikiem ograniczającym wykorzystanie wód opadowych jest ich dostępność, ściśle uzależniona od rzeczywistych warunków meteorologicznych, o tyle wykorzystanie wody szarej w morfemie jest ograniczone jedynie do spłukiwania toalet. Przyjmując za miarodajną średnią procentową wartość wykorzystania wody wodociągowej w układach konwencjonalnych do tego celu równą 28% całkowitego zużycia wody (ILUSTRACJA 28) ostatecznie wartości podane w TABELACH 6,7,8 w kolumnie 5 wyznaczono z równania (8):

$$\eta = \frac{Q_{wo} + Q_{ws}}{N \cdot q_{jmk}} = \frac{Q_{wo} + 0,28 \cdot N \cdot q_{jmk}}{N \cdot q_{jmk}} = 0,28 + \frac{Q_{wo}}{N \cdot q_{jmk}} \quad [* 100\%] \quad (8)$$

Wszystkie powyżej zaprezentowane wzory posłużyły do określenia wartości potencjalnych oszczędności wody wodociągowej, które zostały przedstawione w **TABELACH 6-8** w punkcie III_4 oraz na wykresach zamieszczonych na **ILUSTRACJACH 57 i 58** (punkt III_5).

III_4 WARIANTOWANIE – MOŻLIWOŚCI I WYBÓR WARIANTÓW DO OBLICZEŃ

III_4.1 UZASADNIENIE WYBORU WARIANTÓW

Przed określeniem modeli badawczych, przeanalizowano zebrane przykłady form współczesnej zabudowy, rozpoznane podczas wyjazdów stażowych (Niemcy, Dania, Norwegia, Szwecja) wyjazdów studialnych (Niemcy, Szwajcaria, Włochy, Austria, Polska) i badań teoretycznych.

Przyjmując modele do dalszych badań, wzięto pod uwagę model podstawowy wykreowany na podstawie badań teoretycznych - Bio-Morfem i jego możliwe modyfikacje. Na podstawie analizy zebranych przykładów współczesnych jednostek zabudowy mieszkaniowej, stwierdzono, że ilość możliwości transformacji samej formy zabudowy, przy zachowaniu podstawowych wytycznych dla Bio-Morfemu jest na tyle duża, że proces ten będzie stanowił oddzielne, przyszłe pole badawcze, a w dysertacji zostanie jedynie zasygnalizowany i rozpoznany w stopniu niezbędnym do przeprowadzenia zaplanowanych badań.

Poszukując kolejnego wariantu do badań, skupiono się na wnioskach wywiedzionych z analiz zrealizowanych przykładów zagranicznych, zbadanych na podstawie literatury i w trakcie wyjazdów studialnych. Zdecydowano o powiązaniu kolejnego badanego przykładu z tendencjami łączenia błękitno-zielonej infrastruktury z funkcjonowaniem odnawialnych źródeł energii, w tym pozyskaniem energii słonecznej. W tym celu zaproponowano wariant, w którym zainstalowane na dachu ogniwa fotowoltaiczne zajmują 60 procent powierzchni dachu. W tym wariantcie przyjęto też, że cała możliwa do zagospodarowania powierzchnia dachu przeznaczona będzie pod uprawę roślin. Sąsiedztwo zieleni, jak pokazują przykłady zagraniczne, zwiększa wydajność ogniw fotowoltaicznych.

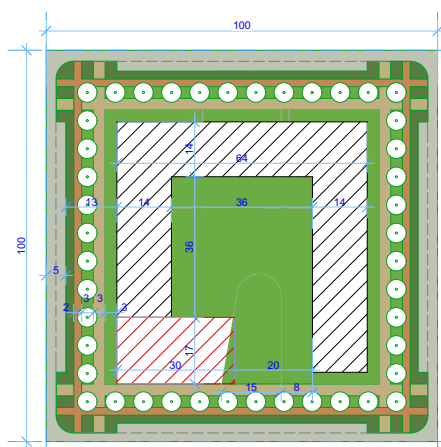
Trzecim wziętym pod uwagę wariantem był przypadek zabudowy osiedlowej, potencjalnie rewitalizowanej. Przyjęcie tego wariantu wynikało z potrzeb podniesienia jakości środowiska mieszkaniowego osiedli wielorodzinnych z lat 60-tych i 70-tych, które stanowią pokaźną część zasobów mieszkaniowych Krakowa (Bonenberg, Rybicki, Schneider-Skalska i Stochel-Cyunei, 2022).

Istotą badania było sprawdzenie możliwych oszczędności wody wodociągowej z zapewnieniem zdrowego i ekologicznego środowiska mieszkaniowego.

WARIANT 1

BIO-MORFEM 1

- JEDNOSTKA NAWIĄZUJĄCA DO STRUKTURY I FUNKCJI BIO-CITY ORAZ PODNOSZĄCA DOBROSTAN MIESZKAŃCÓW



Podstawowa jednostka - Bio-Morfem, opisana w rozdziale III_1, wykrystalizowana zgodnie z wcześniejszymi badaniami teoretycznymi, została wybrana jako optymalny model funkcjonalno-przestrzenny spełniający warunki Bio-City (punkt II_2.1) oraz warunki zapewniające dobrostan i komfort zamieszkania.

Jej forma i funkcja są odpowiednie do wprowadzenia elementów zintegrowanej gospodarki wodnej.

W modelu tym woda opadowa zbierana jest z powierzchni całego dachu. Może on być wykorzystany jako farma fotowoltaiczna, co nie zmniejszy zasadniczo objętości zbieranej wody opadowej.

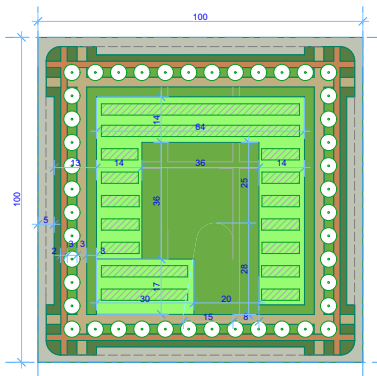
Ze względu na maksymalną ilość wody opadowej zbieranej z całej powierzchni dachu, wymodelowanie oszczędności wody w **Bio-Morfemie** - **WARIANT 1** dało możliwość porównania zysków dla innych opcji formowania i zagospodarowania morfemów.

Model ten wyznaczono jako jednostkę referencyjną dla określenia możliwych zysków i oszczędności wody w jednostkach zabudowy mieszkaniowej w obszarach rewitalizowanych.

WARIANT 2

BIO-MORFEM 2

- JEDNOSTKA SPEŁNIAJĄCA WYMOGI EFEKTYWNEJ GOSPODAR-
KI ZASOBAMI NATURALNYMI POPRZEZ WPROWADZENIE ALTERNA-
TYWNEGO ŹRÓDŁA ENERGII W POWIĄZANIU Z NIEBIESKO-ZIELONĄ
INFRASTRUKTURĄ



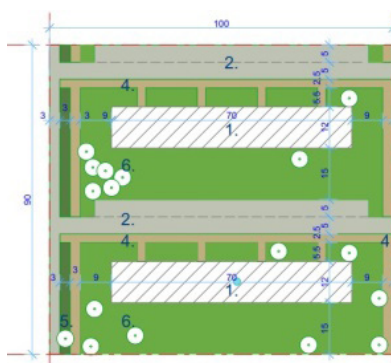
Na podstawie wiedzy zgromadzonej podczas warsz-
tatów w Norwegian Association for Green Infra-
structure oraz Scandinavian Green Roof Institute,
odbytych w trakcie pobytów stażowych, jak również
na podstawie licznych opracowań naukowych (Abda-
lazeem et al., 2022); (Schindler et al., 2018); (Dimon-
da i Webb, 2017), stwierdzono, że dach biosolarny²¹

będzie optymalnym rozwiązaniem dla Bio-Morfemu ze względu na stworzone wa-
runki poprawy efektywności działania paneli fotowoltaicznych oraz korzystne od-
działywanie na mikroklimat związane z właściwościami bioretencji dachu zielonego.

WARIANT 3

BIO-MORFEM 3

- JEDNOSTKA ISTNIEJĄCA, WYMAGAJĄCA REWITALIZACJI, O PARAME-
TRACH PRZESTRZENNYCH ZBLIŻONYCH DO JEDNOSTKI MODELOWEJ,
W KTÓREJ SPRAWDZANA JEST MOŻLIWOŚĆ WPROWADZENIA ZINTE-
GROWANEJ GOSPODARKI WODNEJ (BONENBERG, RYBICKI, SCHNE-
IDER-SKALSKA, STOCHEL-CYUNEL, 2022)

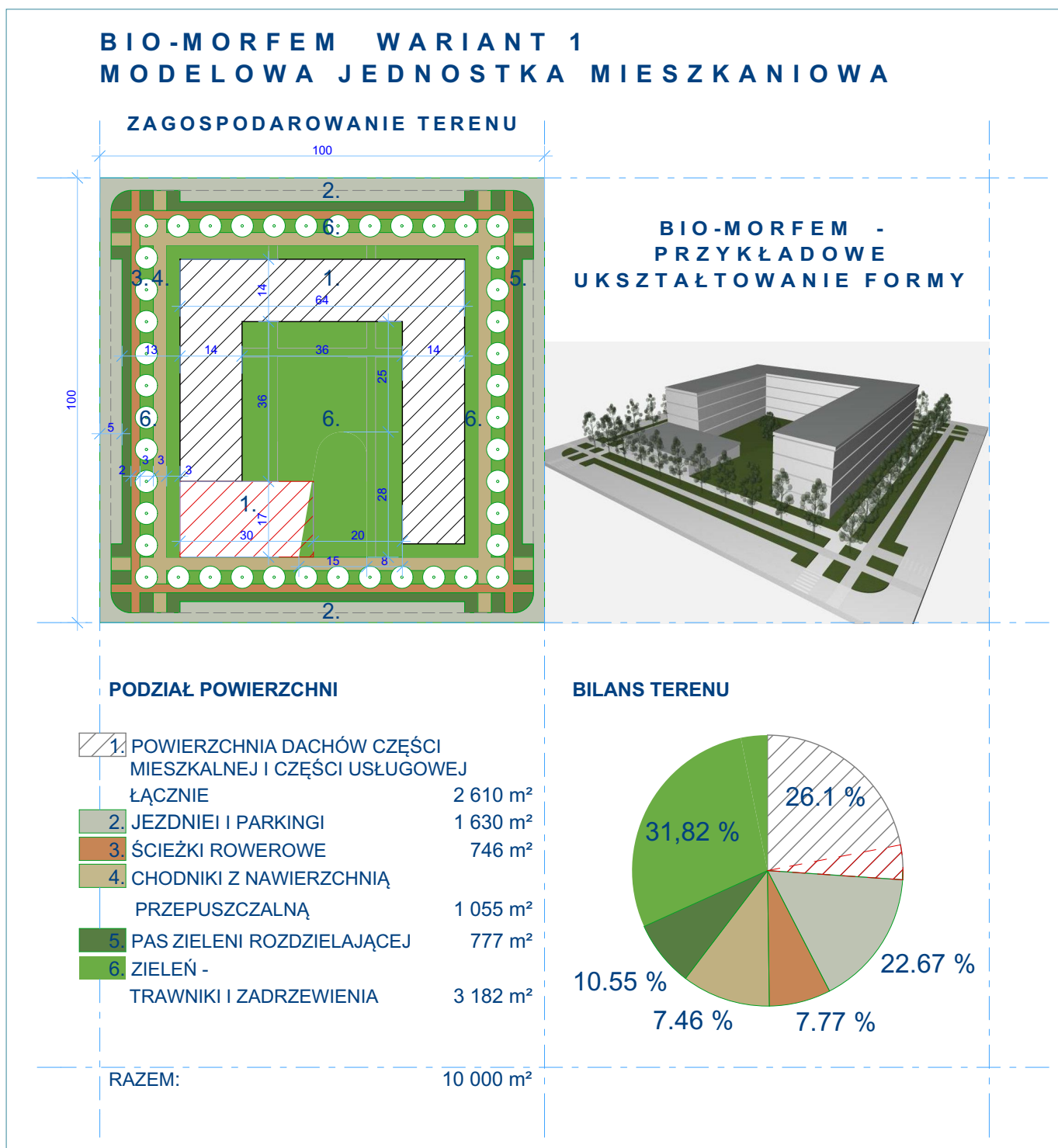


Zbadanie jednostki mieszkaniowej pozwoliło na:
- określenie możliwości wdrożenia zintegrowanej
gospodarki wodnej z wykorzystaniem wód opa-
dowych w podstawowej jednostce urbanistycznej
wydzielonej z osiedla z lat 70-tych zlokalizowane-
go w Krakowie (Polska);

²¹ Dach biosolarny - optymalne energetycznie i środowiskowo połączenie rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury z produkcją energii z paneli fotowoltaicznych, pracujących wydajniej w otoczeniu zieleni (co wynika z technologii przetwarzania energii w panelach fotowoltaicznych) - zależności szerzej zostały opisane w punkcie III_4.3

- sprawdzenie efektywności z wprowadzenia zintegrowanej gospodarki wodnej i elementów błękitno-zielonej infrastruktury do obszarów rewitalizowanych;
- porównanie wyników z wynikami jednostki referencyjnej kompleksu Bio-Morfemu, gdzie racjonalizacja gospodarki wodnej doprowadziła do zmniejszenia zapotrzebowania na wodę z sieci miejskiej i zmniejszenia ilości odprowadzanych do kanalizacji ścieków.

III_4.2 BIO-MORFEM WARIANT 1 - JEDNOSTKA MODELOWA



ILUSTRACJA 41. BIO-MORFEM - WARIANT 1.

1. RZUT
2. WIZUALIZACJA
3. BILANS TERENU [m²]
4. BILANS TERENU [%]

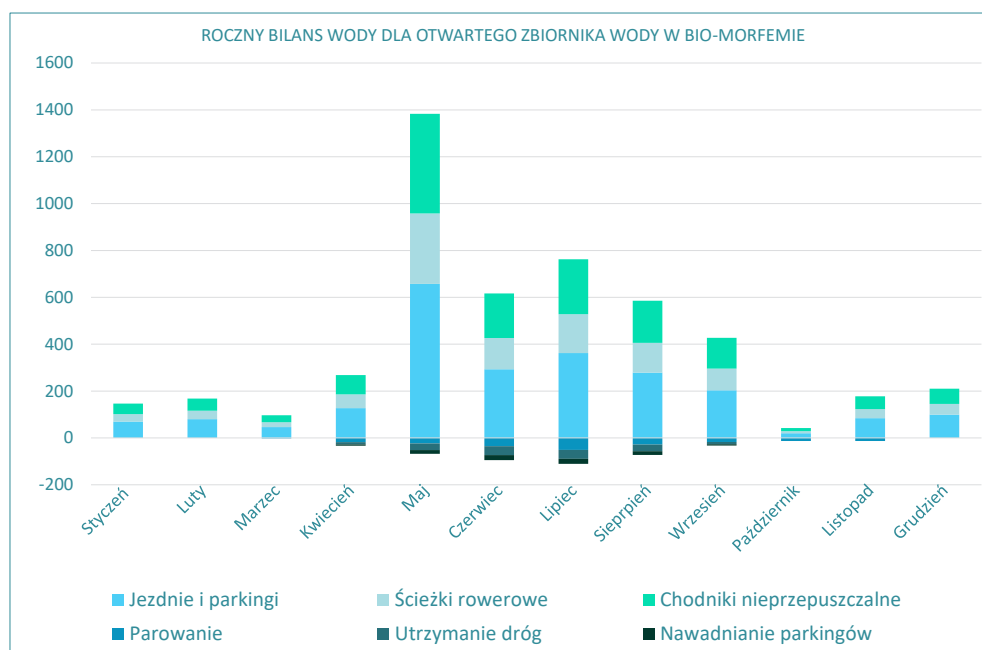
ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE.

Zdefiniowanie cech urbanistyczno-architektonicznych kompleksu Bio-Morfemu pozwoliło, na podstawie zaproponowanego modelu teoretycznego, zweryfikować możliwości kompleksowej gospodarki wodnej obejmującej wykorzystanie wód opadowych i deszczowych zbieranych z dachów, chodników, ścieżek rowerowych i dróg.

Zaobserwowano, że budowa i zasada działania Bio-Morfemu w zakresie zintegrowanej gospodarki wodnej pozwoliła na zmniejszenie poboru wody wodociągowej o minimum 39 % w stosunku do konwencjonalnego poboru z sieci wodociągowej.

Zebrałą i zgromadzoną z dachów wodę opadową przewidziano do wykorzystania do celów gospodarczych, podczas gdy pozostała woda z obszaru morfemu została skierowana bezpośrednio do zbiornika powierzchniowego (ILUSTRACJA 42). Zbiornik zapewnił mieszkańcom Bio-Morfemu bezpośredni kontakt z taflą wody, wzbogacając jednocześnie mikroklimat wnętrza urbanistycznego. Modelowa jednostka Bio-Morfem okazała się rozwiązaniem pozwalającym na racjonalizację procesów zachodzących w elementarnych komórkach struktur miejskich, co korzystnie mogłoby wpłynąć na zmniejszenie zapotrzebowania na wodę sieciową oraz ilości wytwarzanych ścieków.

Cechą Bio-Morfemu jest możliwość wykorzystania jednostki, jako autonomicznej lub łączeniu jej w większe struktury w oparciu o zintegrowaną gospodarkę wodną w zróżnicowanych typologicznie strefach miejskich.



ILUSTRACJA 42. BILANS WÓD OPADOWYCH WYTWORZONYCH I WYKORZYSTANYCH NA OBSZARZE BIO-MORFEMU POZA SYSTEMEM ZASPOKAJANIA POTRZEB BYTOWYCH MIESZKAŃCÓW BIO-MORFEMU.

TABELA 6. BILANS OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE WARIANT 1. UJĘCIE MIESIĘCZNE

BIO-MORFEM - WARIANT 1
 POWIERZCHNIA ZLEWNI DACHU
 LICZBA MIESZKAŃCÓW

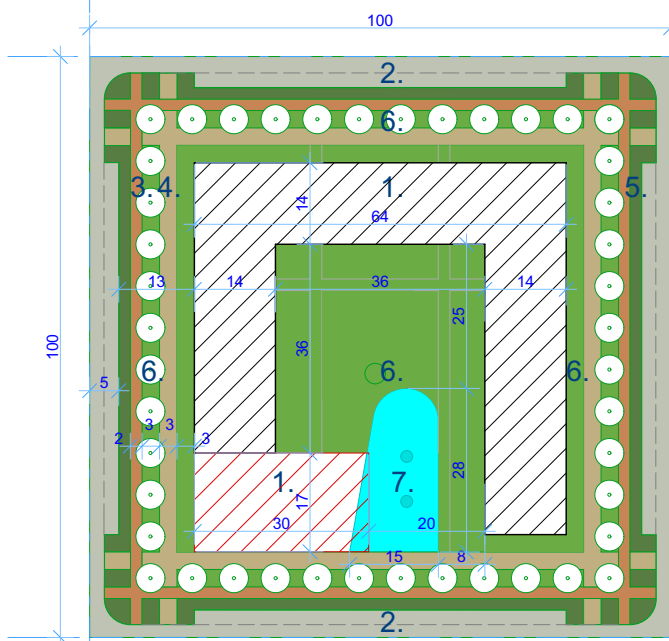
2610 m²
 210

Scenariusz 100

	Średnia miesięczna objętość opadów [litry/m-c]	Średnia dzienna objętość opadów [litry/m-c]	Potencjał zebrania wód opadowych w dni deszczowe [litry/m-c]	Średnie dzienne zapotrzebowanie wody dla mieszkańców morfemu [litry/dobę]	Pobór wody opadowej dla mieszkańców [litry/dobę]	Maksymalne zużycie wody szarej przez mieszkańców [litry/dobę]	Zużycie wody wodociągowej [litry/dobę]	Oszczędność wody wodociągowej [litry/MIESIĄC]	Oszczędność wody wodociągowej [%]
Styczeń	81 091	2 659	9 010	21 000	2 659	5 901	12 440	261 071	41%
Luty	72 678	2 383	8 075	21 000	2 383	5 901	12 716	252 659	39%
Marzec	78 158	2 563	7 816	21 000	2 563	5 901	12 536	258 138	40%
Kwiecień	126 605	4 151	14 067	21 000	4 151	5 901	10 948	306 586	48%
Maj	213 578	7 003	19 416	21 000	7 003	5 901	8 096	393 559	61%
Czerwiec	219 401	7 193	21 940	21 000	7 193	5 901	7 906	399 381	62%
Lipiec	266 622	8 742	29 625	21 000	8 742	5 901	6 357	446 602	70%
Sierpień	199 725	6 548	24 966	21 000	6 548	5 901	8 551	379 706	59%
Wrzesień	171 373	5 619	21 422	21 000	5 619	5 901	9 480	351 353	55%
Październik	133 451	4 375	16 681	21 000	4 375	5 901	10 724	313 432	49%
Listopad	102 597	3 364	12 825	21 000	3 364	5 901	11 735	282 577	44%
Grudzień	73 642	2 414	8 182	21 000	2 414	5 901	12 685	253 623	40%

BIO-MORFEM WARIANT 1 MODELOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA

ZAGOSPODAROWANIE TERENU



MODELOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA

BIO-MORFEM
PRZYKŁADOWE UKSZTAŁTOWANIE FORMY

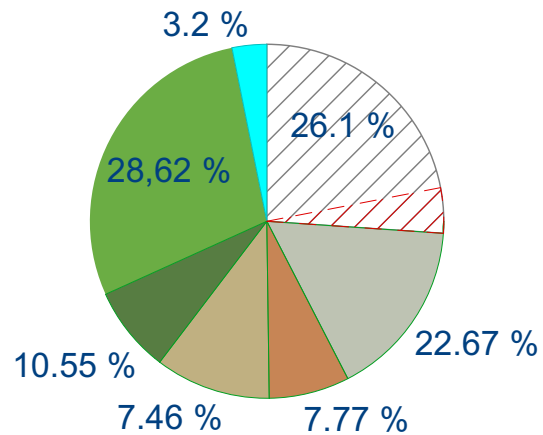


PODZIAŁ POWIERZCHNI

1.	POWIERZCHNIA DACHÓW CZĘŚCI MIESZKALNEJ I CZĘŚCI USŁUGOWEJ ŁĄCZNIE	2 610 m ²
2.	JEZDNI E I PARKINGI	1 630 m ²
3.	ŚCIEŻKI ROWEROWE	746 m ²
4.	CHODNIKI Z NAWIERZCHNIĄ PRZEPUSZCZALNĄ	1 055 m ²
5.	PAS ZIELENI ROZDZIELAJĄCEJ	777 m ²
6.	ZIELEŃ - TRAWNIKI I ZADRZEWIENIA	2 862 m ²
7.	POWIERZCHNIA OTWARTEGO ZBIORNIKA WODNEGO	320 m ²

RAZEM: 10 000 m²

BILANS TERENU



ILUSTRACJA 43. OSTATECZNE UKSZTAŁTOWANIE BIO-MORFEMU WERSJA 1

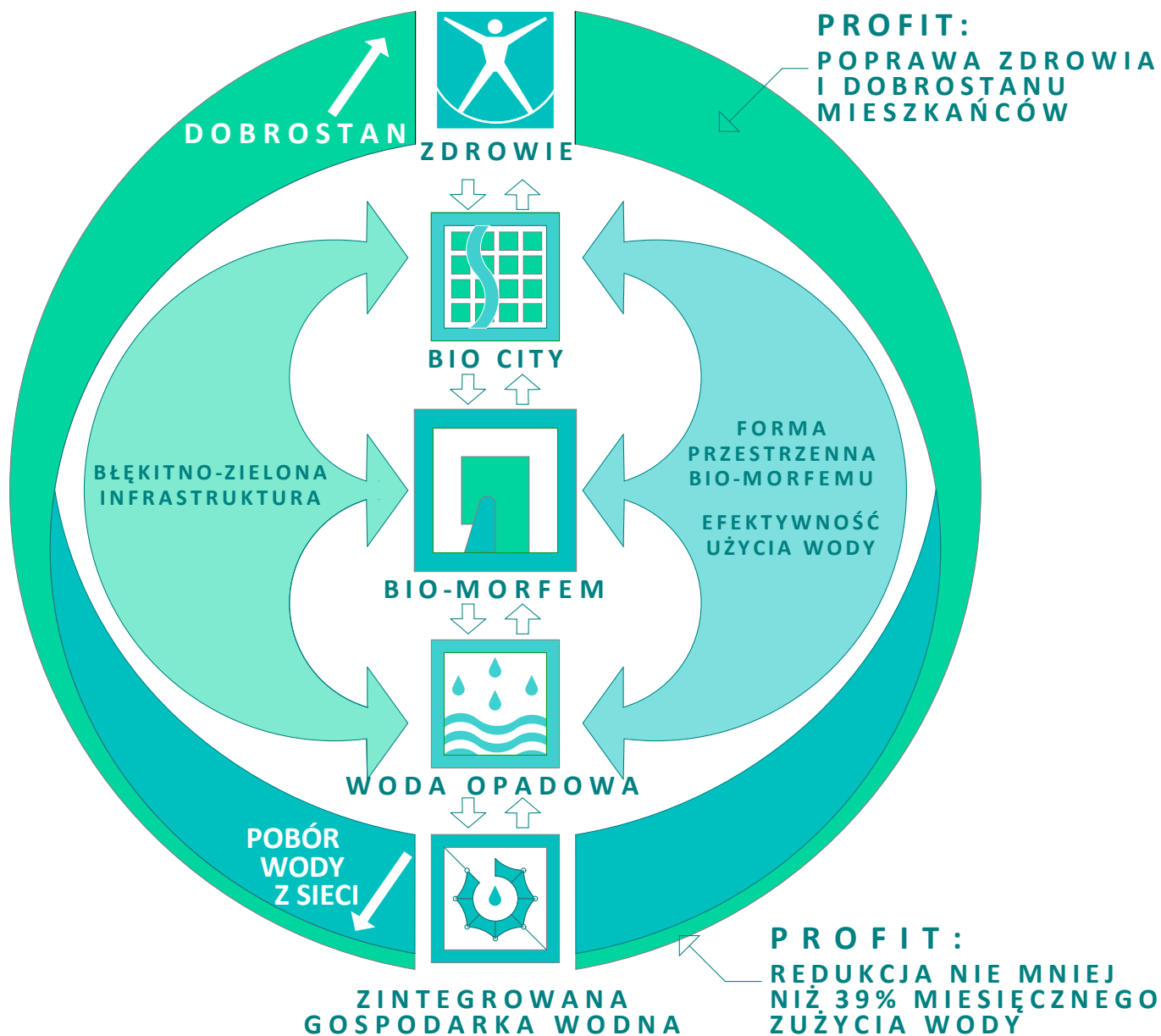
1. RZUT Z WPROWADZONYM ZBIORNIKIEM WODNYM

2. WIZUALIZACJA

3. BILANS TERENU [m²]

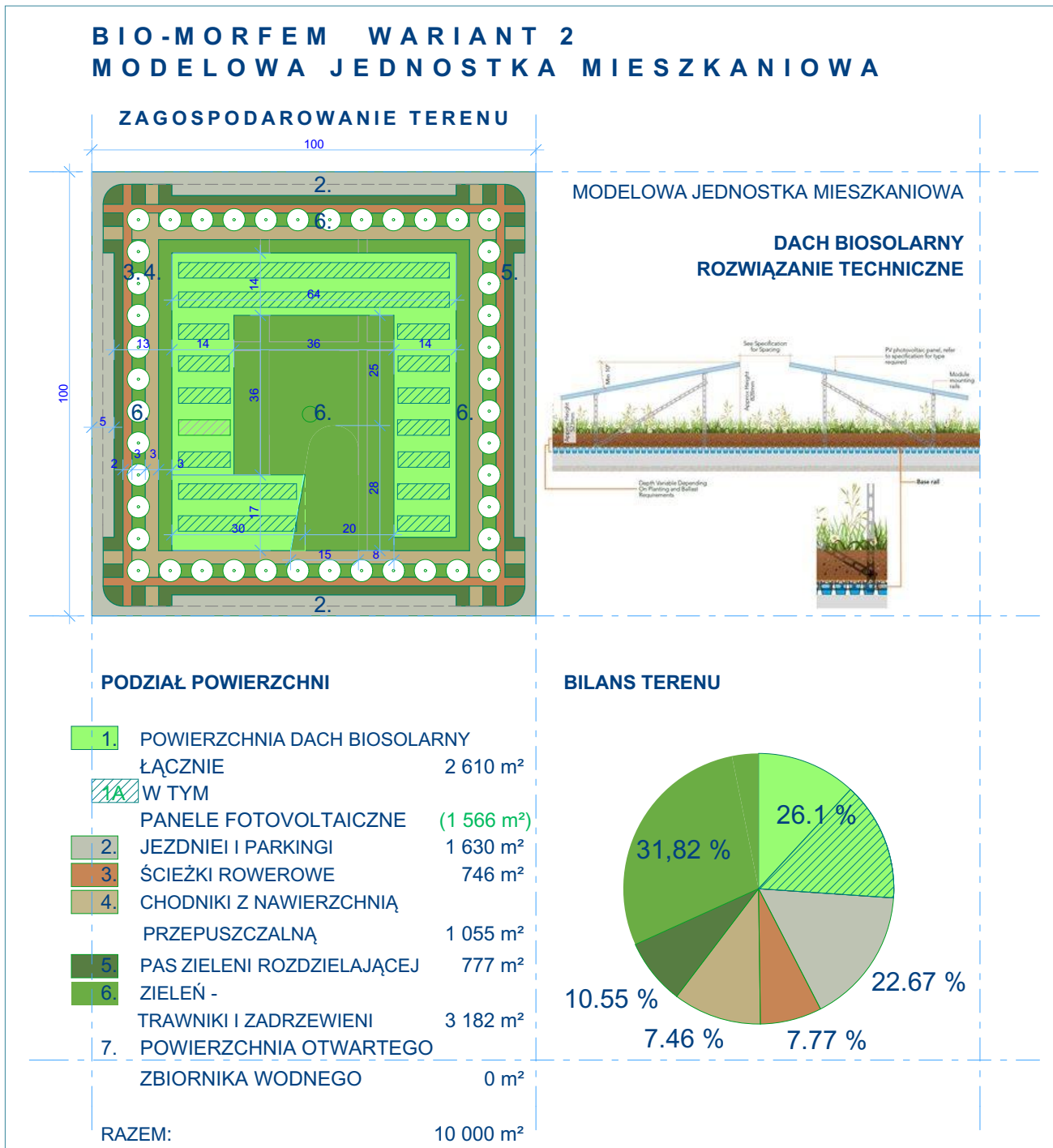
4. BILANS TERENU [%]

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE.



ILUSTRACJA 44. ODDZIAŁYWANIE BIO-MORFEMU NA ŚRODOWISKO I CZŁOWIEKA.
 ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE (Rybicki, Schneider-Skalska i Stochel-Cyuel, 2022)

III_4.3 BIO-MORFEM - WARIANT 2 – OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII I POTRZEBY MIESZKAŃCÓW



ILUSTRACJA 45. BIO-MORFEM WERSJA 2

1. RZUT
 2. DACH BIOSOLARNY SZCZEGÓŁ ROZWIĄZANIA TECHNICZNEGO.
 3. ŹRÓDŁO: <https://www.bauder.co.uk/solar-pv/biosolar/biosolar-installation>
 4. BILANS TERENU [m²]
 5. BILANS TERENU [%]
- ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

Wprowadzenie do Bio-Morfemu dachu Biosolarnego pozwoliło na odniesienie dodatkowych korzyści środowiskowych²². Przedstawiona na zdjęciu powyżej (ILUSTRACJA 45) przykładowa instalacja na dachu 4 kondygnacyjnego budynku mieszkalnego (rozwiązanie Bauder Biosolar), łącząc błękitno-zieloną infrastrukturę z alternatywnym źródłem energii, optymalizuje działanie obu technologii²³.

Przy tym rozwiązaniu założono, że panele fotowoltaiczne zajmują 60% powierzchni dachu i stanowią w całości obszar zlewni wody opadowej zbieranej na potrzeby mieszkańców Bio-Morfemu. Pozostała woda opadowa z powierzchni dachu zostanie zretencjonowana w zieleni, a jej nadmiar odprowadzony osobną instalacją do zbiornika otwartego na terenie Bio-Morfemu.

²² Wśród głównych korzyści środowiskowych dachów biosolarnych można wymienić:

1. Pokrycie całej powierzchni dachu zielenią przy jednoczesnej produkcji energii z paneli fotowoltaicznych – maksymalizacja powierzchni biologicznie czynnej.
2. Stworzenie różnorodnego siedliska roślinnego - korzystnych warunków rozwoju dla owadów zapylających
3. Zmniejszenie wpływu budynku na emisję dwutlenku węgla dzięki wysokiej izolacyjności termicznej dachu zielonego i produkcji energii z odnawialnych źródeł.

²³ "W rozwiązaniu Bauder Biosolar moduły fotowoltaiczne są uniesione nad podłoże i ustawione pod kątem 10°, aby zoptymalizować wydajność produkcji energii słonecznej i powierzchnię zielonego dachu, tak aby oba mogły z łatwością zajmować tę samą przestrzeń i działać w synergii.

Panele fotowoltaiczne są ustawione na wysokości około 300 mm nad poziomem podłoża, tak aby wzrost roślinności nie zmniejszał wydajności paneli poprzez zacienienie i pozwalał na utrzymanie zielonego dachu. Wysokość pozwala również na przenikanie wystarczającej ilości wilgoci i światła pod moduły, wspierając różne gatunki roślin i zwiększając bioróżnorodność dachu.

Połączony zielony dach z fotowoltaiką zapewnia korzyści dla budynku, ponieważ efekt chłodzenia roślinności i wody utrzymywanej w systemie zielonego dachu utrzymuje niższą temperaturę otoczenia wokół panelu fotowoltaicznego. Badania przeprowadzone w Niemczech wykazały, że fotowoltaiką działa najskuteczniej w temperaturze otoczenia około 24°C, a po połączeniu układu z zielonym dachem oczekuje się, że panele osiągną około 5-7% wyższą wydajność w porównaniu z instalacją ułożoną bezpośrednio na pokryciu dachowym." (BAUDER, 2018)

TABELA 7. BILANS OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE WARIANT 2. UJĘCIE MIESIĘCZNE

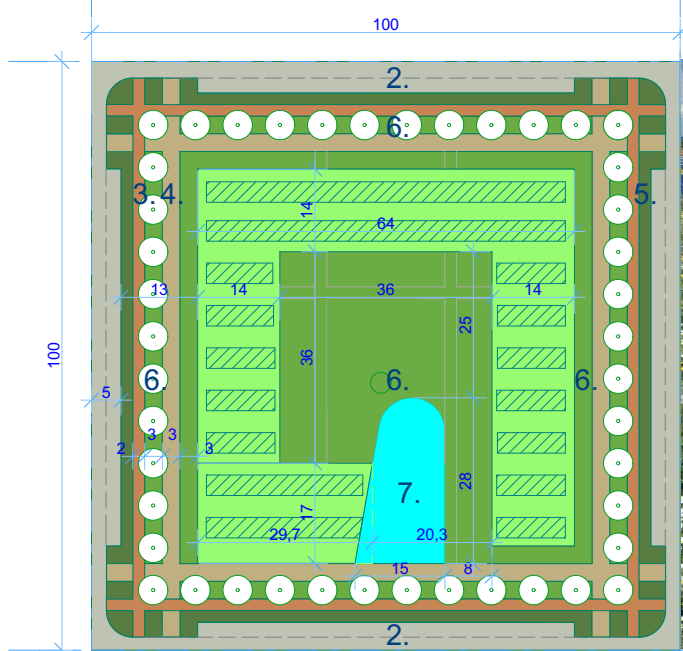
BIO-MORFEM - WARIANT 2
 POWIERZCHNIA ZLEWNI DACHU
 LICZBA MIESZKAŃCÓW

1566 m²
 210

	Scenariusz										100
	Średnia miesięczna objętość opadów [litry/m-c]	Średnia dzienna objętość opadów [litry/m-c]	Potencjał zebrania wód opadowych w dni deszczowe [litry/m-c]	Średnie dzienne zapotrzebowanie wody dla mieszkańców morfemu [litry/dobę]	Pobór wody opadowej dla mieszkańców [litry/dobę]	Maksymalne zużycie wody szarej przez mieszkańców [litry/dobę]	Zużycie wody wodociągowej [litry/dobę]	Oszczędność wody wodociągowej [litry/MIESIĄC]	Oszczędność wody wodociągowej [%]		
Styczeń	81 091	1 595	5 406	21 000	1 595	5 901	13 504	228 635	36%		
Luty	72 678	1 430	4 845	21 000	1 430	5 901	13 669	223 588	35%		
Marzec	78 158	1 538	4 689	21 000	1 538	5 901	13 561	226 875	35%		
Kwiecień	126 605	2 491	8 440	21 000	2 491	5 901	12 608	255 944	40%		
Maj	213 578	4 202	11 650	21 000	4 202	5 901	10 897	308 127	48%		
Czerwiec	219 401	4 316	13 164	21 000	4 316	5 901	10 783	311 621	49%		
Lipiec	266 622	5 245	17 775	21 000	5 245	5 901	9 854	339 953	53%		
Sierpień	199 725	3 929	14 979	21 000	3 929	5 901	11 170	299 816	47%		
Wrzesień	171 373	3 371	12 853	21 000	3 371	5 901	11 728	282 804	44%		
Październik	133 451	2 625	10 009	21 000	2 625	5 901	12 474	260 051	41%		
Listopad	102 597	2 018	7 695	21 000	2 018	5 901	13 081	241 539	38%		
Grudzień	73 642	1 449	4 909	21 000	1 449	5 901	13 650	224 166	35%		

BIO-MORFEM WARIANT 2 MODELOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA

ZAGOSPODAROWANIE TERENU



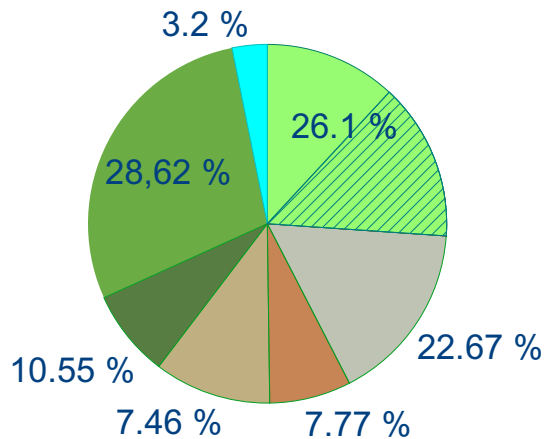
DACH BIOSOLARNY PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE



PODZIAŁ POWIERZCHNI

1.	POWIERZCHNIA DACH BIOSOLARNY ŁĄCZNIE	2 610 m ²
1A	W TYM PANELE FOTOVOLTAICZNE	(1 566 m ²)
2.	JEZDNIEI I PARKINGI	1 630 m ²
3.	ŚCIEŻKI ROWEROWE	746 m ²
4.	CHODNIKI Z NAWIERZCHNIĄ PRZEPUSZCZALNĄ	1 055 m ²
5.	PAS ZIELENI ROZDZIELAJĄCEJ	777 m ²
6.	ZIELEŃ - TRAWNIKI I ZADRZEWIENI	2 862 m ²
7.	POWIERZCHNIA OTWARTEGO ZBIORNIKA WODNEGO	320 m ²
RAZEM:		10 000 m ²

BILANS TERENU



ILUSTRACJA 46. OSTATECZNE UKSZTAŁTOWANIE BIO-MORFEM WERSJA 2

1. RZUT BIO-MORFEMU ZE ZBIORNIKIEM WODNYM
2. CLAPHAM PARK – DACH BIOSOLARNY W LONDYNIE – BAUDER.
ŹRÓDŁO: <https://www.bauder.co.uk/solar-pv/biosolar/biosolar-installation>
3. BILANS TERENU [m²]
4. BILANS TERENU [%]
ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

III_4.4. BIO-MORFEM WERSJA 3 – POTRZEBY REWITALIZACJI



ILUSTRACJA 47. BIO-MORFEMU WERSJA 3

1. LOKALIZACJA NA TERENIE KRAKOWA (NA PODKŁADZIE Z GOOGLE MAPS)
2. POŁOŻENIE NA TERENIE MISTRZEJOWIC (NA PODKŁADZIE Z GOOGLE MAPS)
3. RZUT
4. ZDJĘCIE POGLĄDOWE (GOOGLE MAPS)
5. BILANS TERENU [m²]
6. BILANS TERENU [%]

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

TABELA 8 BILANS OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE WARIANT 3. UJĘCIE MIESIĘCZNE

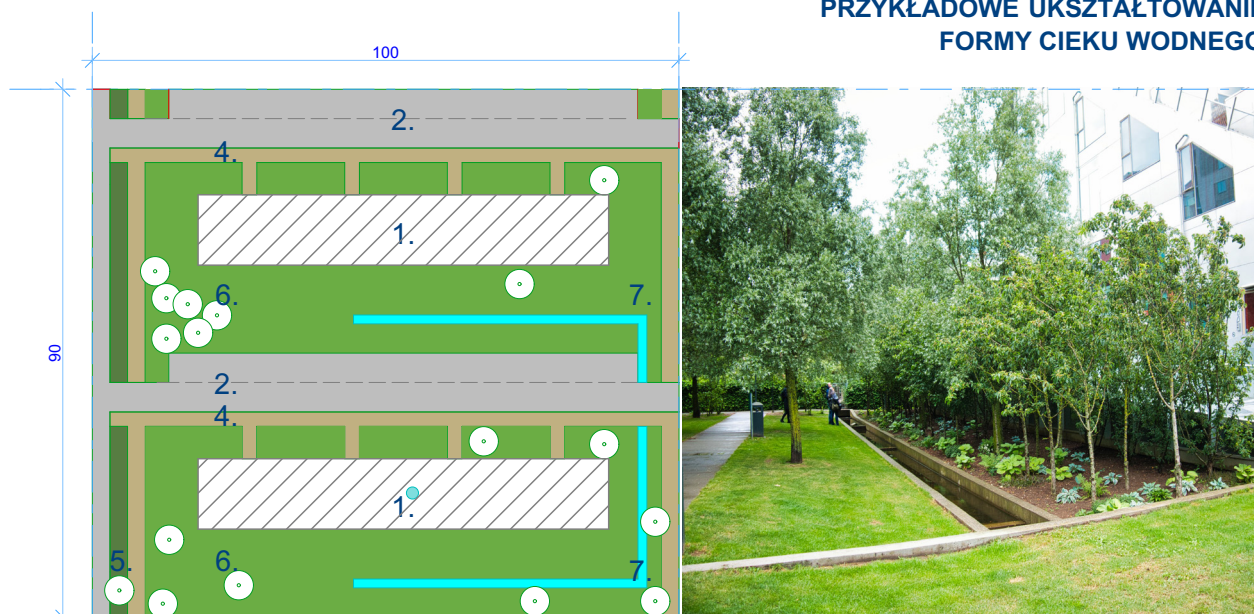
BIO-MORFEM - WARIANT 3
 POWIERZCHNIA ZLEWNI DACHU
 LICZBA MIESZKAŃCÓW

1680 m²
 440



	Scenariusz									
	Srednia miesieczna objętość opadów [litry/m-c]	Srednia dzienna objętość opadów [litry/m-c]	Potencjał zebrania wód opadowych w dni deszczowe [litry/m-c]	Srednie dzienne zapotrzebowanie wody dla mieszkańców morfemu [litry/dobę]	Pobór wody opadowej dla mieszkańców [litry/dobę]	Maksymalne zużycie wody szarej przez mieszkańców [litry/dobę]	Zużycie wody wodociągowej [litry/dobę]	Oszczędność wody wodociągowej [MIESIĄC]	Oszczędność wody wodociągowej [%]	
Styczeń	81 091	1 711	5 800	44 000	1 711	12 364	29 925	429 298	32%	
Luty	72 678	1 534	5 198	44 000	1 534	12 364	30 102	423 884	32%	
Marzec	78 158	1 649	5 031	44 000	1 649	12 364	29 987	427 410	32%	
Kwiecień	126 605	2 672	9 055	44 000	2 672	12 364	28 964	458 595	34%	
Maj	213 578	4 507	12 498	44 000	4 507	12 364	27 129	514 578	38%	
Czerwiec	219 401	4 630	14 122	44 000	4 630	12 364	27 006	518 325	39%	
Lipiec	266 622	5 627	19 069	44 000	5 627	12 364	26 009	548 720	41%	
Sierpień	199 725	4 215	16 070	44 000	4 215	12 364	27 421	505 661	38%	
Wrzesień	171 373	3 617	13 789	44 000	3 617	12 364	28 019	487 411	36%	
Październik	133 451	2 816	10 737	44 000	2 816	12 364	28 820	463 002	35%	
Listopad	102 597	2 165	8 255	44 000	2 165	12 364	29 471	443 141	33%	
Grudzień	73 642	1 554	5 267	44 000	1 554	12 364	30 082	424 504	32%	

KRAKÓW, MISTRZEJOWICE, BOHATERÓW WRZEŚNIA BIO-MORFEM - WERSJA 3 PODSTAWOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA

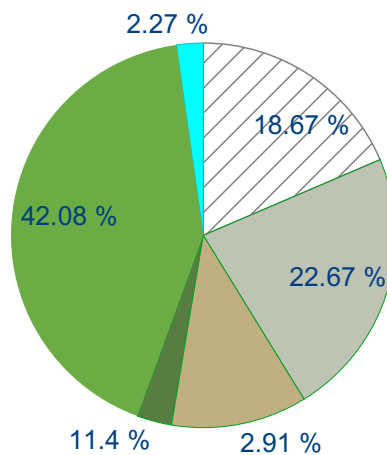
BIO-MORFEM PRZYKŁADOWE UKSZTAŁTOWANIE FORMY CIEKU WODNEGO



PODZIAŁ POWIERZCHNI

	1. POWIERZCHNIA DACHÓW CZĘŚCI MIESZKALNEJ I CZĘŚCI USŁUGOWEJ ŁĄCZNIE	1 680 m ²
	2. JEZDNI E I PARKINGI	2 040 m ²
	3. ŚCIEŻKI ROWEROWE	0 m ²
	4. CHODNIKI Z NAWIERZCHNIĄ PRZEPUSZCZALNĄ	1 026 m ²
	5. PAS ZIELENI ROZDZIELAJĄCEJ	262 m ²
	6. ZIELEŃ - TRAWNIKI I ZADRZEWIENIA	3 788 m ²
	7. POWIERZCHNIA OTWARTEGO ZBIORNIKA WODNEGO	204 m ²
	RAZEM:	10 000 m²

BILANS TERENU



ILUSTRACJA 48. OSTATECZNE UKSZTAŁTOWANIE BIO-MORFEMU WERSJA 3

1. RZUT ZE ZBIORNIKIEM WODNYM
 2. PRZYKŁADOWYM ROZWIĄZANIEM ZBIORNIKA WODNEGO (KOPENHAGA ORESTAD SUD, FOT. J.S.CYUNEL)
 3. BILANS TERENU [m²]
 4. BILANS TERENU [%]
- ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

III_5 KOMENTARZE DO BADAŃ

Na poniższych **ILUSTRACJACH 57-58**, zestawiono wyniki obliczeń modelowych, zaprezentowanych uprzednio w tabelach 6,7,8, procentowego pokrycia zapotrzebowania mieszkańców Bio-Morfemu na wodę przez wykorzystanie wód opadowych dla wszystkich trzech wariantów:

WARIANT 1: powierzchnia dachu 2610 m², 210 mieszkańców;

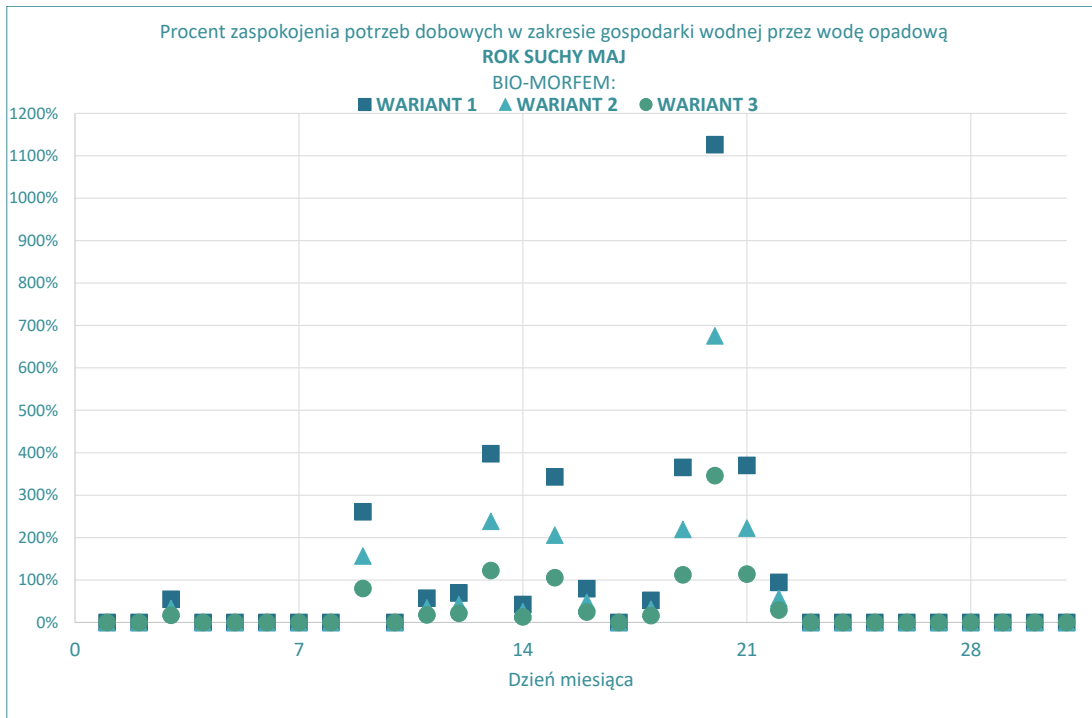
WARIANT 2: powierzchnia zlewni z dachu 1566 m², 210 mieszkańców;

WARIANT 3: powierzchnia zlewni z dachu 1680 m², 440 mieszkańców.

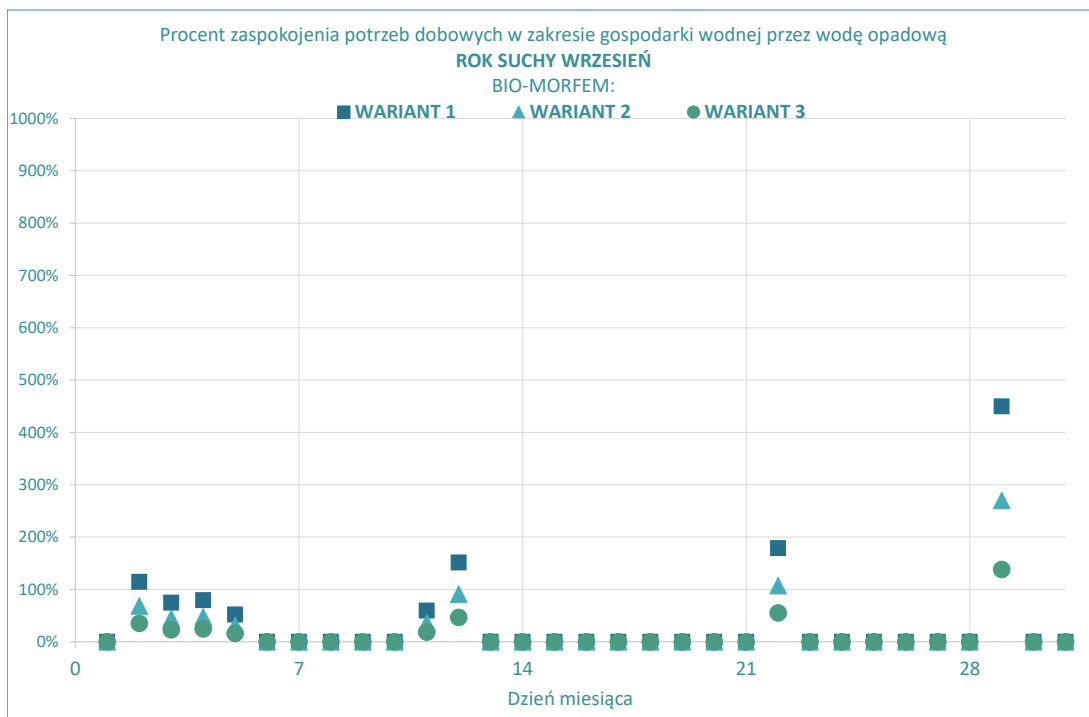
Należy zauważyć, że jako możliwe do wykorzystania użycie dobowe przyjęto tu – zgodnie z zasadami przyjętymi w tej dysertacji – użycie dla zasilania wodą opadową pralek i spłukiwanie toalet. Obliczenia te potwierdzają bardzo znacząco, niekorzystną zmienność dostępności tej wody. Uzasadnia to włączenie w system gospodarki wodnej budynku wody szarej, która jest trudniejsza (bardziej kosztowna) w podczyszczaniu, jednak jej dopływ jest bardziej stabilny niż wód opadowych.

Wykresy te ilustrują rozpoznany wcześniej (punkt II_3.2) podstawowy problem związany z wykorzystaniem wody opadowej dla zaopatrzenia mieszkańców w wodę do celów użytkowych: uwidacznia to bardzo dużą nierównomierność w dostępie do zasobów w odniesieniu do potrzeb (liczonych jako potrzeby dobowe mieszkańców), opisanych w punkcie III_2.2.

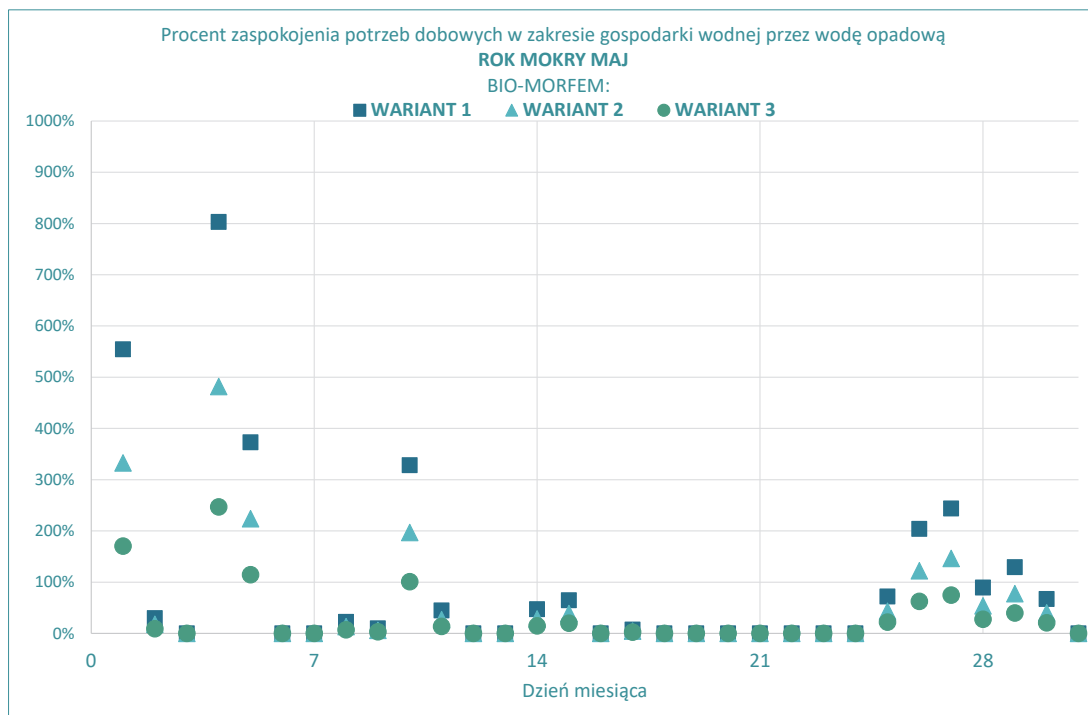
Przedstawione na **ILUSTRACJACH 49-52** wyniki obliczeń prowadzonych dla trzech wersji morfemu, wykazały, że okresy widocznego nadmiaru pozyskanej wody opadowej przeplatają się z - nawet wielodniowymi - okresami bez możliwości wykorzystania wody tego pochodzenia. Problem ten wymagał podejścia dualnego: woda opadowa winna być gromadzona w celu wykorzystania w okresie bezdeszczowym w zbiorniku szczelnym natomiast jej nadmiar (ponad pojemność zbiornika) powinien być kierowany przelewem do zbiornika otwartego.



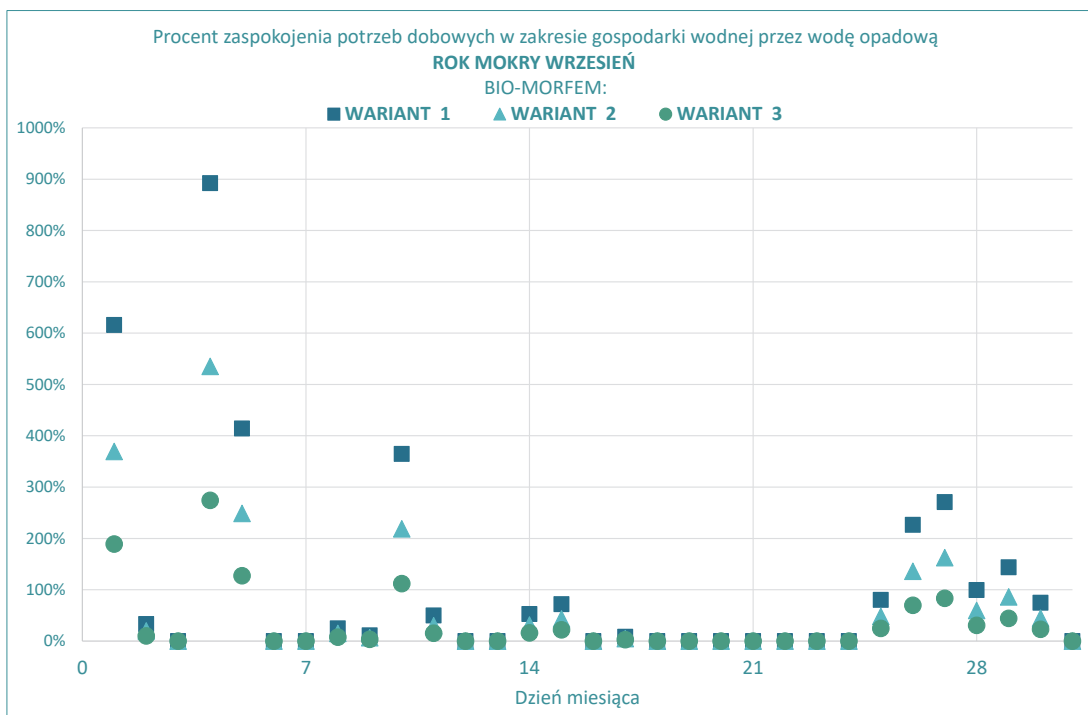
ILUSTRACJA 49. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEC WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK SUCHY MIESIĄC - MAJ.



ILUSTRACJA 50. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEC WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK SUCHY MIESIĄC WRZESIEŃ.



ILUSTRACJA 51. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEC WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK MOKRY MIESIĄC MAJ.

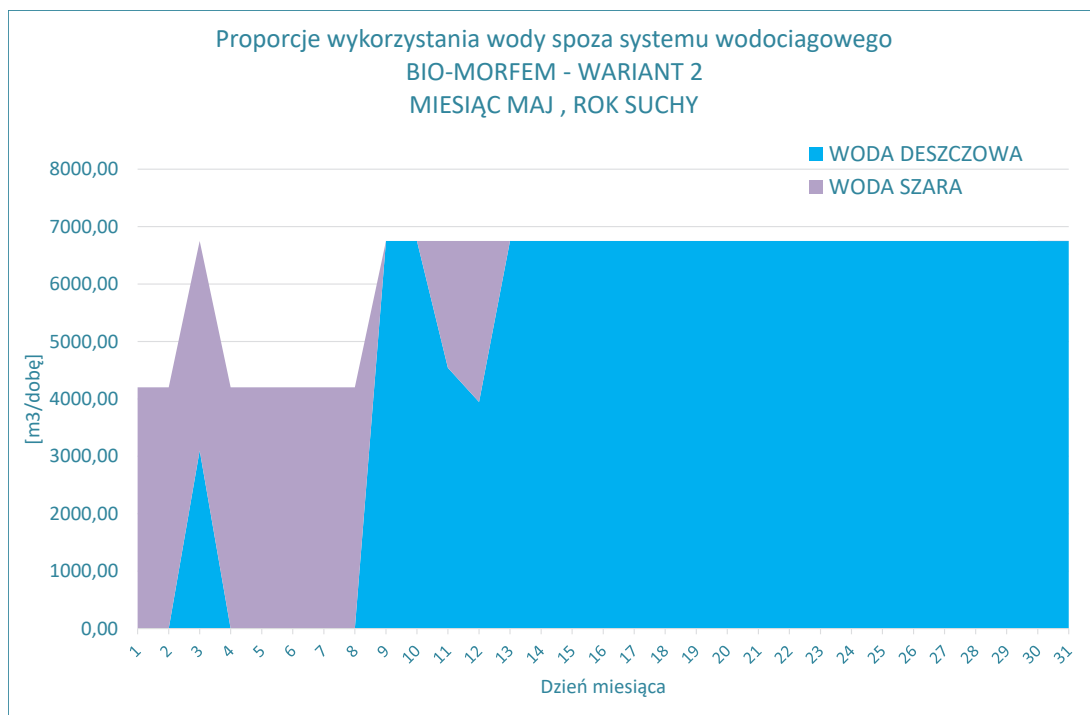


ILUSTRACJA 52. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEC WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK MOKRY MIESIĄC WRZESIEŃ.

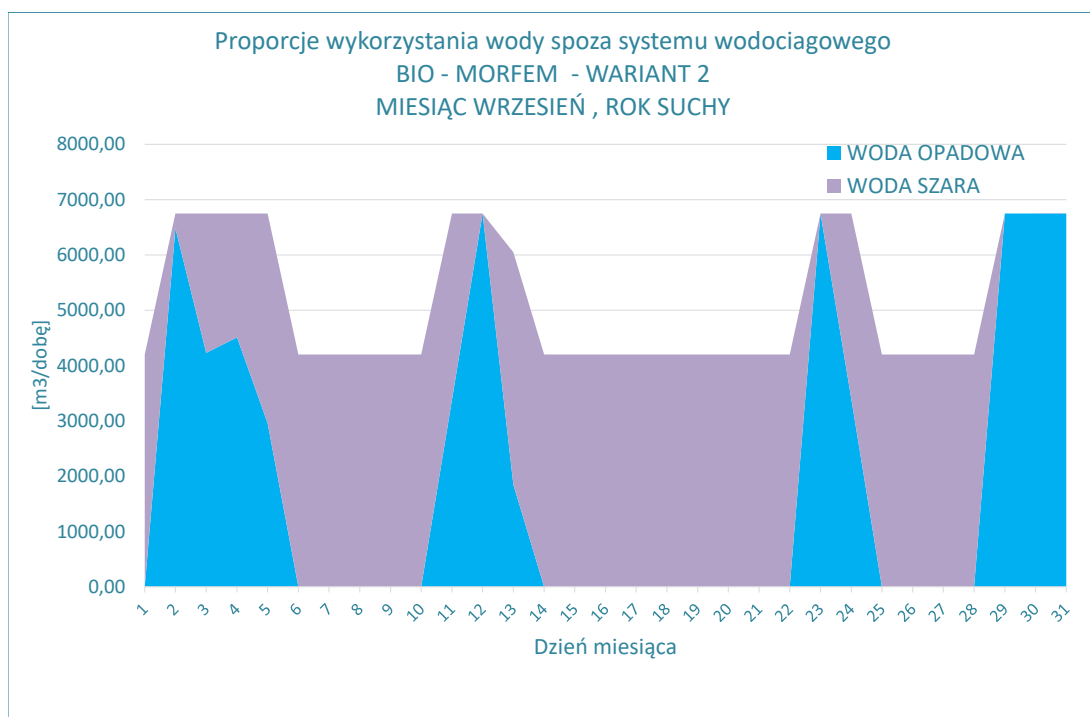
Obliczenia modelowe dla miesięcy uznanych za charakterystyczne (wrzesień i maj dla lat „suchych” i „mokrych”), pokazały, że system musi być przygotowany do komplementarnego stosowania wód opadowych i wody szarej. Przy zastosowanym jako rozwiązanie najczęściej występujące, zbiornika o pięć dobowym okresie retencji, wyznaczono proporcje pomiędzy zastosowaniem wody szarej i podczyszczonej wody opadowej, przy założeniu zastosowania wody deszczowej do prania i spłukiwania toalet, a wody szarej jedynie do spłukiwania toalet. Widać, że czynnikiem decydującym jest nierównomierność opadów. O ile w roku „mokrym” potrzeby „wody nie wodociągowej” pokryć można w większości przez wykorzystanie wody opadowej, o tyle w roku „suchym” znacząco wzrasta udział wody szarej, która choć jest bardziej kłopotliwa w wytwarzaniu i dystrybucji jest jednak dostępna z dużą równomiernością.

Obliczenia, których wyniki przedstawiono na wykresach z poniżej przedstawionych [ILUSTRACJI 53 - 56](#) prowadzone były przykładowo dla WARIANTU 2 Bio-Morfemu, jako wersji najlepiej dopasowanej do idei Bio-City.

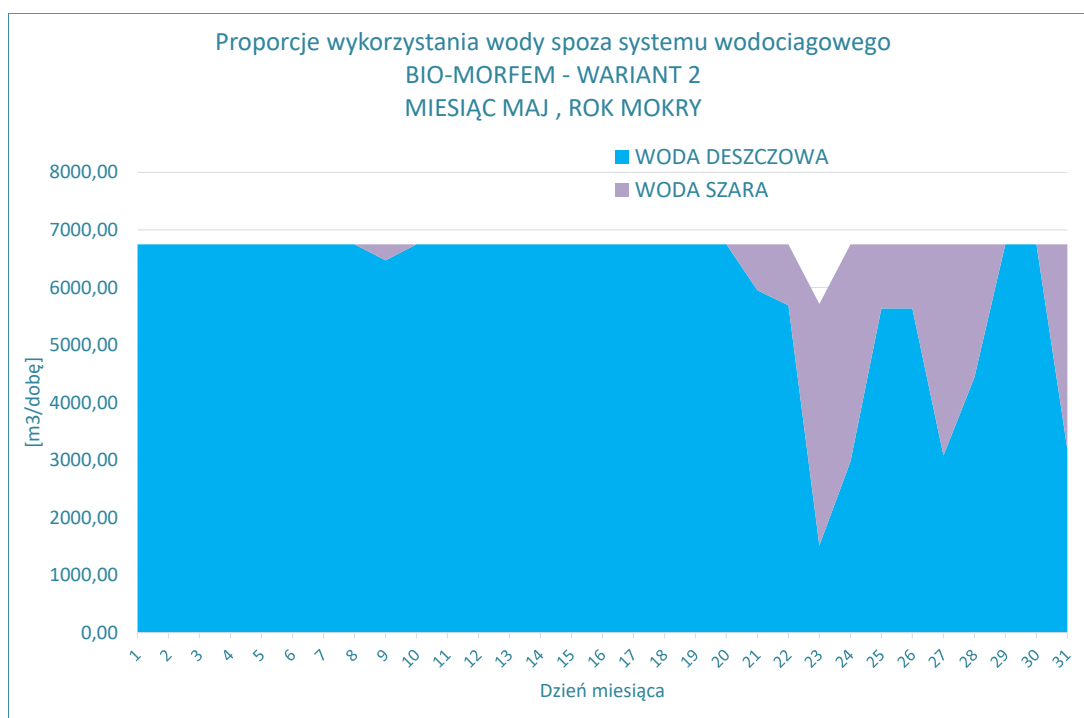
Przyjęte ograniczenia w zakresie wykorzystania wody opadowej do zasilania pralek i spłukiwania toalet, natomiast wody szarej jedynie do spłukiwania toalet, spowodowały, że sumaryczna wartość zastąpienia wody wodociągowej była w niektórych dniach (podczas wykorzystania wody szarej) niższa od zapotrzebowania. Pokazało to swoistą przewagę wody opadowej.



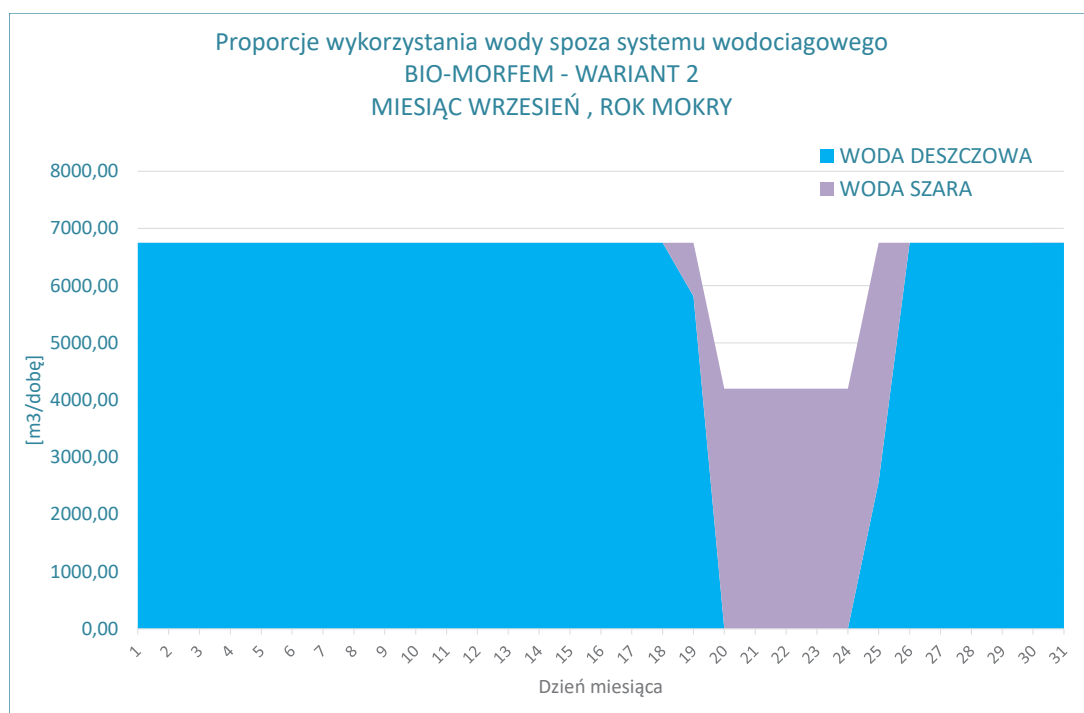
ILUSTRACJA 53. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WARIANT 2, MIESIĄC MAJ, ROK SUCHY.



ILUSTRACJA 54. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WARIANT 2, MIESIĄC WRZESIEŃ, ROK SUCHY.



ILUSTRACJA 55. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WARIANT 2, MIESIĄC MAJ, ROK MOKRY.

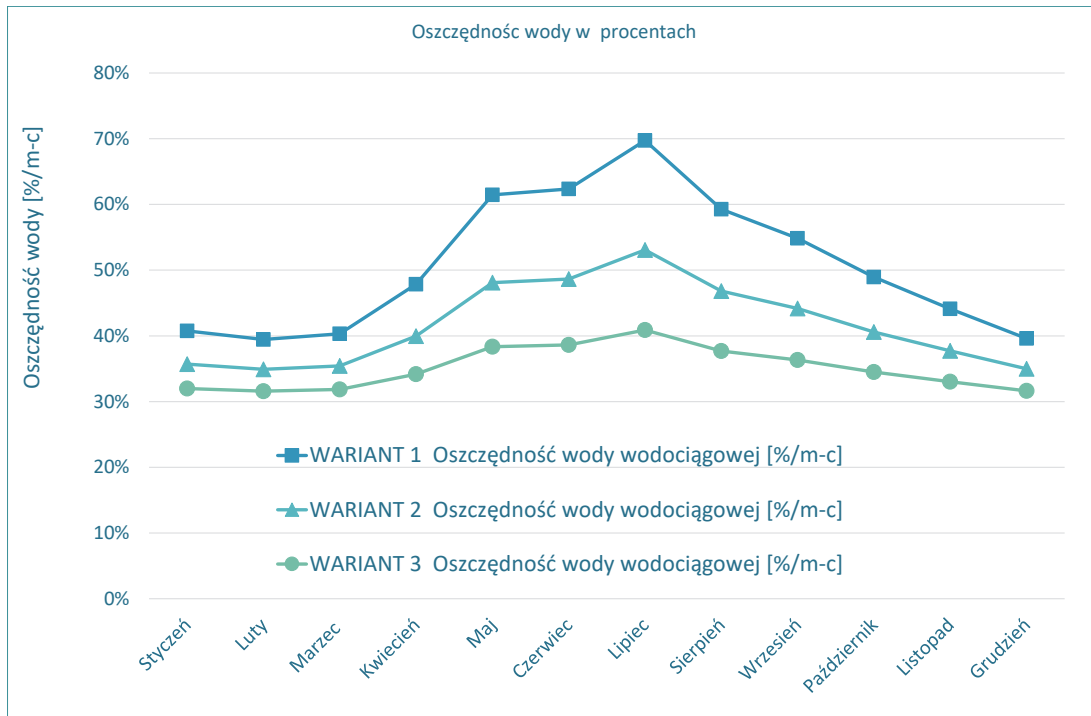


ILUSTRACJA 56. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WARIANT 2, MIESIĄC WRZESIEŃ, ROK MOKRY.

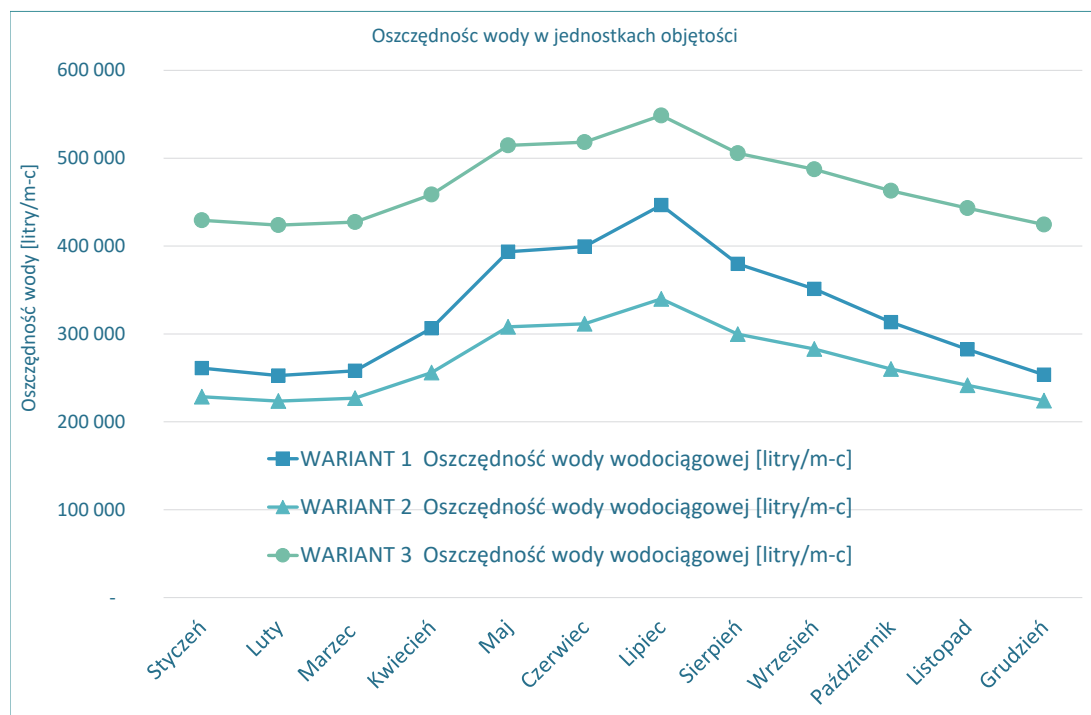
Na wykresach (ILUSTRACJI 57 i 58) zestawiono porównanie wyników obliczeń - oszczędności wody wodociągowej w trzech WARIANTACH Bio-Morfemu. Na ILUSTRACJI 57 widoczne są oszczędności ujęte procentowo, a na ILUSTRACJI 58 podano oszczędność wody w jednostkach objętości. Wykresy pokazują, że zbilansowanie terenu, ukształtowanie formy oraz zapewnienie optymalnej liczby mieszkańców przy wprowadzaniu zintegrowanej gospodarki wodnej ma duży wpływ na jej efektywność.

Objętościowe porównanie możliwych oszczędności wody w Bio-Morfemach (ILUSTRACJA 58), wskazało na duży potencjał obszarów rewitalizowanych. Wynika to ze znacznie większej liczby mieszkańców w stosunku do WARIANTÓW 1 i 2, a co z tym bezpośrednio związane, znacznie większego generowania objętości wody szarej, pokrywającej zapotrzebowanie na wodę na potrzeby spłukiwania toalet w okresach bez opadów atmosferycznych. W przypadku proponowania zintegrowanej gospodarki wodnej w rewitalizowanych jednostkach mieszkaniowych należałoby jednak zbadać realne możliwości wprowadzania instalacji pozwalającej na wykorzystanie wody szarej.

W TABELI 9, zaprezentowano sprawdzenie założeń przyjętych do modelowania Bio-Morfemów dla wszystkich trzech wariantów rozwiązań. W zestawieniu wzięto pod uwagę wyniki badań preferencji mieszkańców omówione w rozdziale IV.



ILUSTRACJA 57. PROCENTOWE ZESTAWIENIE OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMACH



ILUSTRACJA 58. OBJĘTOŚCIOWE ZESTAWIENIE OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMACH

**TABELA 9. SPRAWDZENIE REALIZACJI ZAŁOŻONYCH WARUNKÓW
DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW BIO-MORFEMU.**

POLE BADAWCZE MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY	ZAŁOŻENIA DO MODELOWANIA BIO-MORFEMU	EFEKTY FUNKCJONALNO- -PRZESTRZENNE	OSIĄGNIĘTY REZULTAT	SPRAWDZENIE REALIZACJI ZAŁOŻEŃ DLA BIO-MORFEMÓW. WARIANTY:		
				1	2	3
STRUKTURA ARCHITEKTONICZNO-URBANISTYCZNA ZABUDOWY MIESZKANIOWEJ	SKALA ZABUDOWY (CZŁOWIEK POSZUKUJE W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM FORM URBANISTYCZNO-ARCHITEKTONICZNYCH W LUDZKIEJ SKALI)	3/4/5 KONDYGNACJI	POCZUCIE KOMFORTU I SKALA LUDZKA	TAK	TAK	TAK
	FORMA ZABUDOWY OBSZARU I PROPORCJE (CZŁOWIEK PREFERUJE FORMY CZĘŚCIOWO OTWARTE. BADANIA ZALECAJĄ PROPORCJE WNĘTRZA SĄSIEDZKIEGO – 1:3 – 1:2,5)	PROPORCJA 1:3 do 1:2,5 (WYSOKOŚĆ ZABUDOWY DO SZEROKOŚCI WNĘTRZA OTWARTEGO)	POCZUCIE KOMFORTU I BEZPIECZEŃSTWA	TAK	TAK	TAK
	WIELKOŚĆ ZABUDOWY MIESZKANIOWEJ (CZŁOWIEK OCZEKUJE ŻYCIA W GRUPIE ZWANEJ SĄSIEDZTWE)	200 – 500 MIESZKAŃCÓW (WIELKOŚĆ JEDNOSTKI SPRZYJAJĄCA TWORZENIU PRZESTRZENI SĄSIEDZKIEJ)	POCZUCIE KOMFORTU	TAK	TAK	TAK
	PROGRAM FUNKCJONALNY (CZŁOWIEK OCZEKUJE ATRAKCYJNEGO PROGRAMU REKREACYJNEGO W PRZESTRZENI SĄSIEDZKIEJ)	ODPOWIEDNIA POWIERZCHNIA DLA REKREACJI WYNIKAJĄCA Z PROPORCJI WNĘTRZA	DOBRA DOSTĘPNOŚĆ PROGRAMU REKREACJI	TAK	TAK	TAK
WODA W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM	ZINTEGROWANE ZARZĄDZANIE WODĄ (W TYM GROMADZENIE, ZATRZYMANIE I WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ NA OBSZARZE JEDNOSTKI)	WPROWADZENIE ROZWIĄ- ZAŃ BŁĘKITNO-ZIEŁONEJ INFRASTRUKTURY (W TYM OTWARTEGO ZBIOR- NIKA WODNEGO)	WZROST BEZPIECZEŃSTWA WODNEGO	TAK	TAK	TAK
	WYMAGANA INFRASTRUKTURA I EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA WODY PRZY ZAPEWNIENIU WA- RUNKÓW BEZPIECZEŃSTWA (OSZCZĘDNOŚĆ WODY MUSI SIĘ ODBYWAĆ Z ZACHOWANIEM KOM- FORTU MIESZKAŃCÓW I BEZ NEGATYWNEGO WPŁYWU NA ICH ZDROWIE)	WIELOKROTNE WYKORZYSTANIE WODY OPADOWEJ I WODY SZAREJ W GOSPODARCE WODNEJ MORFEMU	OBNIŻENIE POBORU WODY Z SIECI WODOCIĄGOWEJ	TAK	TAK	TAK
ZDROWE ŚRODOWISKO MIESZKANIOWE	STRUKTURA ZAGOSPODAROWANIA TERENU (CZŁOWIEK OCZEKUJE I POTRZEBUJE KONTAKTU Z ELEMENTAMI PRZYRODNICZYMI W TYM OTWARTYM ZBIORNIKIEM WODNYM – DLA ZAPEWNIENIA ZDROWIA FIZYCZNEGO, PSYCHICZ- NEGO I MENTALNEGO)	WPROWADZENIE BGI W TYM OTWARTEGO ZBIORNIKA WODNEGO	WZROST DOBROSTANU	TAK	TAK	TAK
	KOMFORT KLIMATYCZNY (CZŁOWIEK OCZEKUJE ŻYCIA W KOMFORTCIE KLIMATYCZNYM, KTÓRY WSPOMAGANY JEST PRZEZ OBECNOŚĆ WODY)	WPROWADZENIE BGI W TYM OTWARTEGO ZBIORNIKA WODNEGO	POPRAWA PARAMETRÓW (TEMP., WILGOTNOŚCI, PRZEWIETRZANIA)	TAK	TAK	TAK

„KRABY” ŹRÓDŁO: FOT. ZUZANNA CYUNEL. ZE ZBIORÓW WŁASNYCH



**IV. FORMY ZAŁOŻEŃ WODNYCH
W BIO-MORFEMIE
BADANIE PREFERENCJI MIESZKAŃCÓW**

IV FORMY ZAŁOŻEŃ WODNYCH W BIO-MORFEMIE - BADANIE PREFERENCJI MIESZKAŃCÓW

IV_1 ANKIETA I WYWIADY

Badania wykonano zgodnie ze współczesnymi tendencjami i metodami badań w architekturze (Niezabitowska, 2014). Wzięto pod uwagę wyznaczniki rozwoju zrównoważonego i współczesne trendy projektowania złożonych, wielofunkcyjnych zespołów architektoniczno-urbanistycznych.

Uwzględniając IDEE FENOMENOLOGII: kreowanie specyficznych miejsc i kreację znaczącego dla człowieka środowiska (Nesbitt, 1996), znaczenie miejsca zamieszkiwania dla człowieka i znaczenie idei genius loci – szczególnego ducha miejsca (Norberg-Schulz, 1971), „praktyczność” naszego „bycia na ziemi” (Sirowy, 2010); IDEE PARTYCYPACJI UŻYTKOWNIKÓW w procesach kształtowania przestrzeni życia: projekt jako efekt dyskusji pomiędzy architektem, modelem rozwiązywania funkcjonalnego a użytkownikami (Alexander, 1964), koncepcja wzajemnego dopasowania potrzeb ludzkich i form fizycznych (Alexander et al., 2008), koncepcja projektowania uniwersalnego - uwzględniającego ludzkie potrzeby i preferencje (Preiser i Smith, 2010), partycypacja użytkownika w projektowaniu mieszkalnictwa (Habraken, 1972); IDEE ARCHITEKTURY I EKONOMII BEHAWIORALNEJ: nauki behawioralne i teoria projektowania środowiskowego (Lang, 1987), metody obserwacyjne i techniki towarzyszące badaniom środowiskowym (Zeisel, 2006) oraz opierające się na przesłankach wypracowanych przez PSYCHOLOGIĘ I SOCJOLOGIĘ ŚRODOWISKOWĄ - badania nad człowiekiem w środowisku (Bell et al., 2004), skonstruowano założenia do badania i wybrano metodę.

W celu rozpoznania preferencji potencjalnych użytkowników Bio-Morfemu i wyznaczenia kierunków najbardziej efektywnego przeciwdziałania niekorzystnym skutkom zachodzących zmian w środowisku mieszkaniowym, w tym obniżaniu poziomu życia, ograniczaniu bezpieczeństwa mieszkaniowego, przesuszaniu i przegrzaniu mikroklimatu miejskiego czy problemom związanym z kształtowaniem, utrzymaniem i planowaniem infrastruktury błękitnej w obrębie morfemu (II_1 OBSZARY PROBLEMOWE), podjęto BADANIA JAKOŚCIOWE dążące do

zrozumienia upodobań potencjalnych użytkowników jako grupy, a nie określenie, ile osób miało dane preferencje lub wyraziło konkretną potrzebę (Rosala, 2021). W badaniu uwzględniano indywidualne postrzeganie problemów (Mason, 2010) użytkownika Bio-Morfemu.

Próbie wykonano METODĄ ANKIETOWĄ na wybranej grupie respondentów przy pomocy kwestionariusza ankietowego, posługując się do jego stworzenia i rozpowszechnienia oprogramowaniem dostępnym w aplikacji Google.

Proces odbywał się równolegle do badań ilościowych sprawdzających możliwości oszczędności wody w Bio-Morfemie w okresie od września 2021 do lutego 2023, przy czym możliwość wypełnienia ostatecznej wersji kwestionariusza (zatwierdzonego po badaniach pilotażowych) miała miejsce w okresie od września 2022 do 20 marca 2023.

Dla uwierzytelnienia wyników badania w dniach 20-31 marca 2023 przeprowadzono WYWIAD POGŁĘBIONY z 7 osobami, potwierdzający wyniki badania ogólnego (Guest et al., 2006).

KWESTIONARIUSZ ANKIETOWY skonstruowano po określeniu podstawowych problemów. Skupiono się na wyznaczeniu najbardziej pożądanых rozwiązań wprowadzania wody w obszar Bio-Morfemu poprawiających komfort jego mieszkańców.

Uznano, że istotne do rozpoznania są proporcje (wielkość, głębokość, umiejscowienie w morfemie w tym odległość od zabudowy) oraz formy (zbiornik, polder, nośniki wody w postaci elementów małej architektury) wprowadzanej do zespołu, zbieranej wody opadowej.

Za ważne zdiagnozowano też zbadanie tolerancji użytkowników wobec metody użytkownika wody w zespole i sposobów jej wielokrotnego zagospodarowania oraz samą świadomość związanych z tym zagadnień.

Po określeniu pytań, ANKIETĘ SKONSULTOWANO ze specjalistami – Karoliną Czarnecką (Expert Research Practitioner – Product Manager at Department of Health & Social Care United Kingdom²⁴) oraz Martyną Stochel-Morek (Psycholog, Psychoterapeuta, Centrum Wspomagania Rozwoju PERSEVERE)

²⁴ Departamentu Zdrowia i Opieki Społecznej Wielkiej Brytanii (DHSC) – Instytucja państwowa „wspierająca ministrów w kierowaniu narodową opieką zdrowotną i społeczną, aby pomóc ludziom żyć dłużej w bardziej niezależnym, zdrowszym życiu.” (DHSC) DHSC jest departamentem ministerialnym, wspieranym przez 24 agencje i organy publiczne. Karolina Czarnecka zarządza tam zespołem powołanym do badania rynku oferowanego produktu i usług w sieci (w tym badania ankietowe i wywiady).

Dokonano wyboru GRUPY DOCELOWEJ.

Jako reprezentatywną, zgodnie z badaniami przeprowadzonymi przez serwis dompress.pl²⁵ uznano grupę młodych ludzi - potencjalnych nabywców mieszkań w nowych zespołach mieszkaniowych: „*Liczną grupę stanowią osoby poszukujące swojego pierwszego mieszkania. To głównie młodzi ludzie zainteresowani kompaktowymi lokalami o niewielkich metrażach*” (dompress.pl, 2021).

Uznano, że studenci Szkoły Doktorskiej, ze względu na strukturę wiekową, oraz etap życiowy stanowią grupę potencjalnie zainteresowaną nabyciem lub wynajęciem mieszkania. Podobnie studenci programu Erasmus, atrakcyjni jako respondenci ze względu na różnorodność kulturową. Grupy te są dobrymi predyktorami trendów i zjawisk społecznych.

Po określeniu grupy docelowej oraz dokonaniu niezbędnych korekt kwestionariusza ankietowego, przeprowadzono badanie pilotażowe w celu sprawdzenia i weryfikacji narzędzia. Właściwe badanie ankietowe rozpropagowano poprzez strony internetowe mediów społecznościowych.

Respondentów poproszono o wypełnienie kwestionariusza ankiety na temat racjonalnej gospodarki wodnej w środowisku mieszkaniowym. W kwestionariuszu zawarto 18 pytań z odpowiedziami do wyboru, których wypełnienie zajmowało respondentom ok. 5 do 10 min.

Kwestionariusz udostępniono dla dwóch grup językowych:

- Wersja polska (doktoranci Szkoły Doktorskiej Politechniki Krakowskiej):
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqboZlwFHwROjODIRyOprHa4kltHQIOHmP4p6GGQ6ZVQ6w1w/viewform?usp=sf_link
- Wersja angielska (studenci Erasmus przebywający na stypendium na terenie Unii Europejskiej):
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf-U99cxY2Q3Vf4u1ku-niq3UxkQu7eiFchIFzsr13JiouW5w/viewform?usp=sf_link

²⁵ DOMPRESS.PL jest serwisem prezentującym nowe mieszkania i domy oferowane przez deweloperów oraz publikującym komentarze i teksty analityczne, mówiące o zmianach zachodzących na rynku nieruchomości w Polsce. Serwis dompress.pl zebrał w pierwszym kwartale 2022 dane od firm deweloperskich działających na polskim rynku dotyczące struktury grupy nabywców nowych mieszkań. Zostały one również opublikowane w maju przez czasopismo internetowe egospodarka w dziale nieruchomości:
<https://www.nieruchomosci.egospodarka.pl/169025,Kto-kupuje-nowe-mieszkania-w-czasie-pandemii,1,80,1.html>, dostęp 14.10.2022

Na wstępie zawarto krótki opis badania z potwierdzeniem, że „jest całkowicie anonimowe, dane osobowe nie są w żaden sposób gromadzone ani przetwarzane, udział w ankiecie jest dobrowolny, a wyniki ankiety posłużą wyłącznie celom naukowym.”

Zgodnie z zasadami tworzenia ankiet i wywiadów zadano tylko niezbędne pytania, w kolejności od ogólnych (wprowadzających w temat – zagadnienia gospodarki wodnej) do bardziej szczegółowych (wyczerpujących temat – formy i sposoby wprowadzania wody do morfemu). Kwestionariusz zakończono trzema pytaniami metryczkowymi, w celu zobrazowania różnorodności testowanej grupy (Nielsen i Landauer, 1993).

Przy tworzeniu pytań używano jak najprostszego, powszechnie rozpoznawalnego nazewnictwa. Kwestionariusz przetestowano programem „jasnopis.pl” służącym do testowania trudności tekstu. Wynik wskazywał poziom 5 – tekst wymagający średniego lub wyższego wykształcenia, co pokrywało się z poziomem grupy docelowej. Pytania skonstruowano w formie zamkniętej, ułatwiającej szybkie wypełnienie kwestionariusza:

- jednokrotnego wyboru w siedmiostopniowej skali Likerta (pytania ogólne - wartościujące);
- wielokrotnego wyboru (pytania o preferencje związane z formą architektoniczną wprowadzanych rozwiązań wodnych);
- jednokrotnego wyboru - pytania metryczkowe.

Dla uzyskania bardziej miarodajnego wyniku niektóre z zagadnień poruszono dwukrotnie, w odmienny sposób formułując pytania - zmieniając ich formę i dodając, wykonane lub wybrane przez autorkę podczas pracy badawczej, zdjęcia ilustracyjne do poszczególnych możliwości odpowiedzi.

W pierwszej części ankiety, dotyczącej ŚRODOWISKA WODNEGO W ŚRODOWISKU MIESZKANIOWYM (pytania 1-5) zapytano respondentów o:

- świadomość zagadnień związanych z gospodarką wodną;
- preferencje związane z zagospodarowaniem i wykorzystaniem wody w miejscu ich zamieszkania.

W drugiej części (pytania 6-15) wykorzystano materiał badawczy dotyczący ŚRODOWISKA MIESZKANIOWEGO:

- wybór formy gromadzenia wody;
- głębokość zbiornika;
- preferencje użytkowania wody w jednostce;
- relacje ze środowiskiem przyrodniczym.

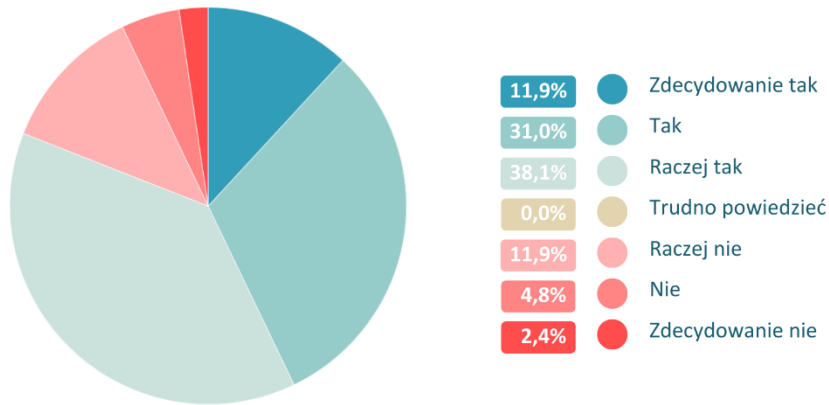
W części trzeciej zwrócono się o podanie informacji związanych z wiekiem, płcią i miejscem zamieszkania.

W badaniu kierowano się zasadą, że wielkość próby określona zostanie na podstawie punktu, w którym osiągnane jest nasycenie (Guest, Bunce i Johnson, 2006). Na podstawie monitorowania wyników uznano, że po uzyskaniu ok 20 ankiet, w każdej z dwóch grup respondentów, wyniki nie ulegały znaczącym zmianom, a jedynie niewielkim wahnięciom w zakresie poszczególnych pytań. Ogólny obraz badania pozostawał taki sam po 20, 30 i 40 ankietach. Badanie zakończono po uzyskaniu 84 odpowiedzi w grupie studentów Szkoły Doktorskiej i 58 odpowiedzi w grupie studentów Erasmus. Łącznie przebadano 142 respondentów. Wśród tej grupy losowo wybrano 7 osób, z którymi przeprowadzono wywiad pogłębiający zagadnienia poruszone w pytaniach docelowych. Kierowano się zasadą, że szybkie pierwsze odpowiedzi są najbardziej wiarygodne. Wywiady przeprowadzone online zapisano w formie tekstowej i umieszczono w załączniku do dysertacji.

Poniżej w formie wykresów przedstawiono rozkład otrzymanych odpowiedzi z kwestionariuszy ankietowych.

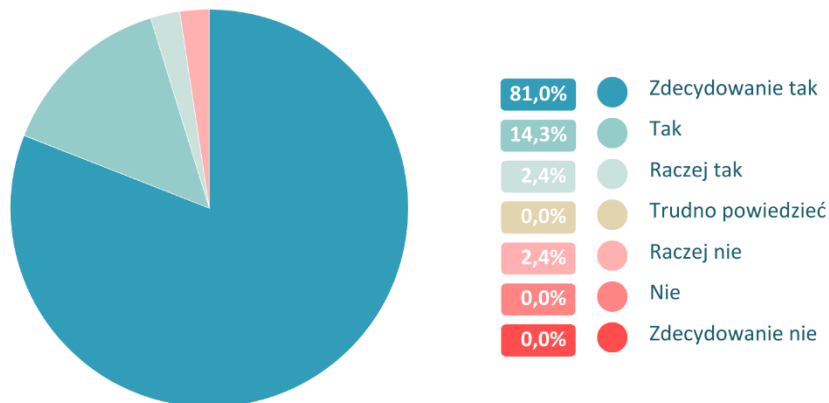
1. Czy wiesz co to jest retencja wodna i potrafisz wytłumaczyć na czym ona polega?

84 odpowiedzi



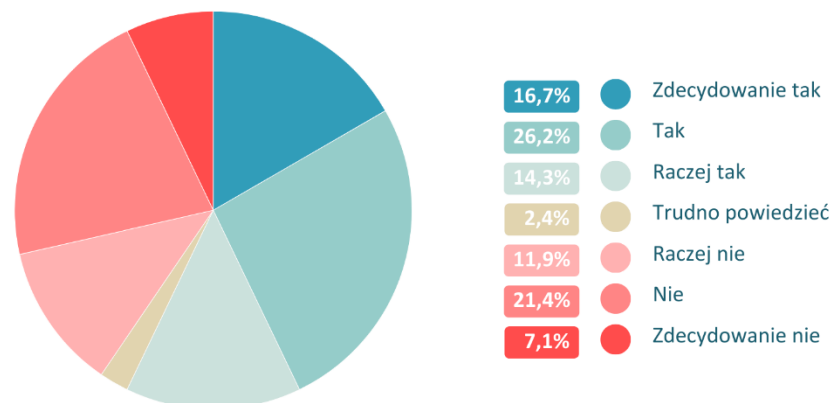
2. Czy według Ciebie oszczędzanie wody pitnej jest ważne?

84 odpowiedzi



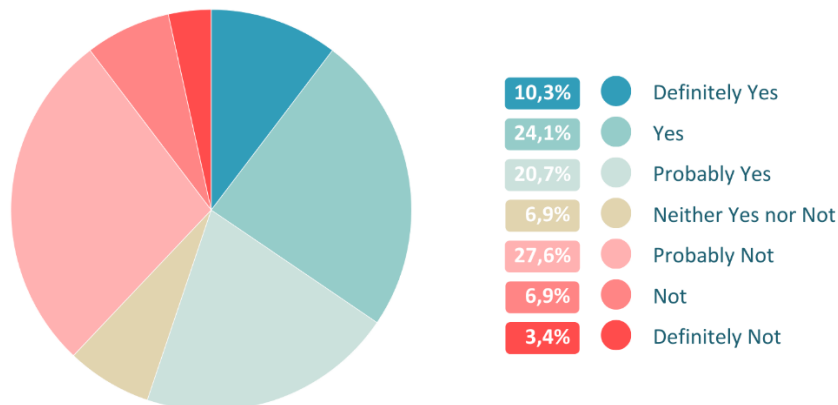
3. Czy wiesz co to jest woda szara i jak można ją wykorzystać?

84 odpowiedzi

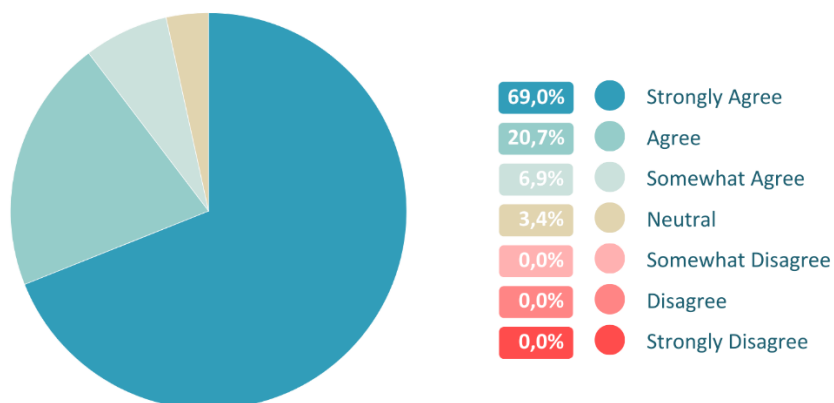


1. Do you know what water retention is and how to explain this concept?

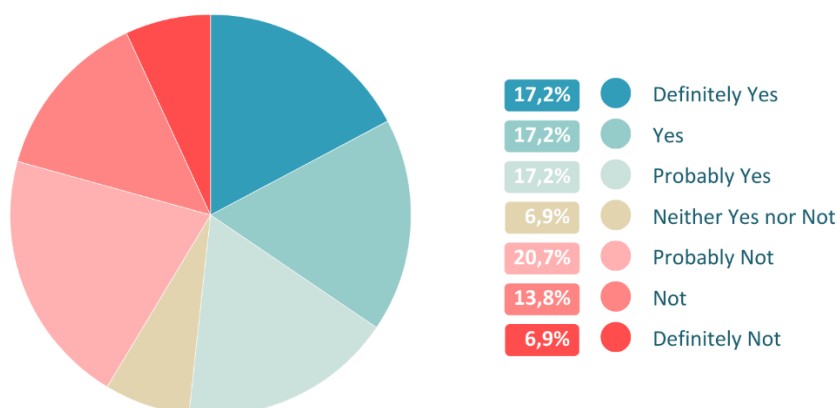
58 answers

**2. Do you agree with the statement below:
It is very important to conserve potable water.**

58 answers

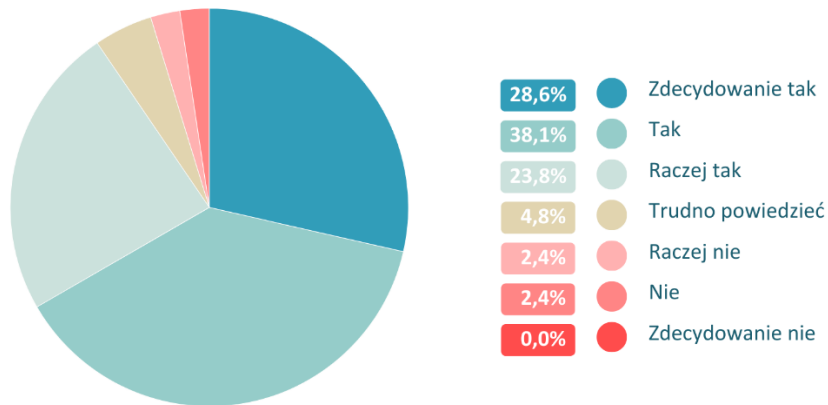
**3. Do you know what greywater is and how we can it used?**

58 answers

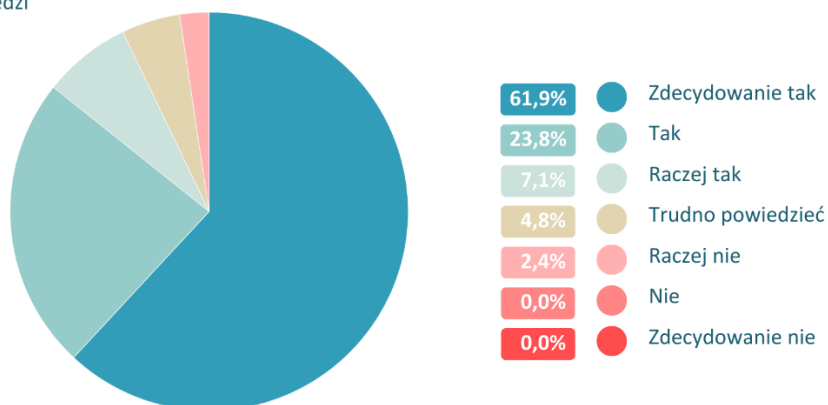


4. Czy wiesz jak można wykorzystywać zebraną z dachów wodę opadową (deszczową)?

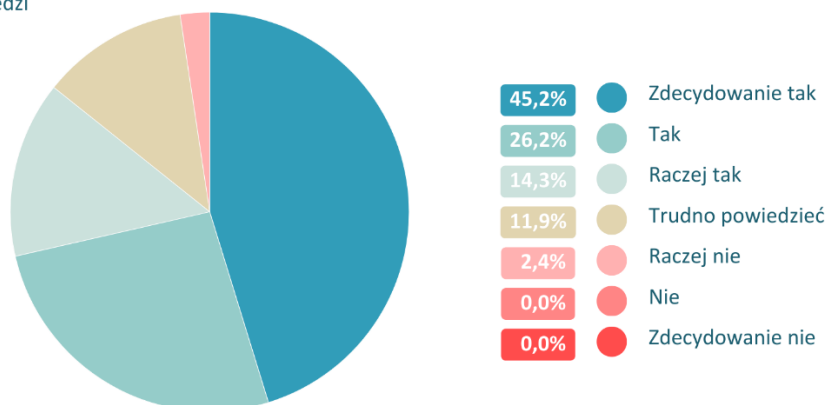
84 odpowiedzi

**5. Czy według Ciebie podlewanie roślin zgromadzoną i oczyszczoną wodą opadową (deszczową) jest lepsze niż podlewanie roślin wodą z sieci wodociągowej?**

84 odpowiedzi

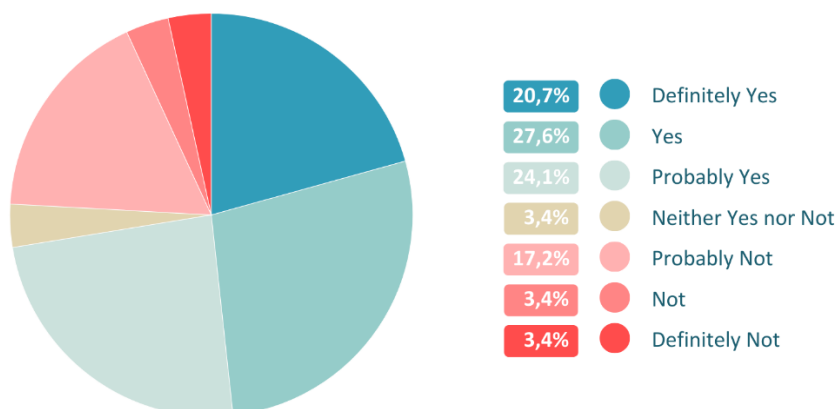
**6. Czy w twoim miejscu zamieszkania chciałbyś/chciałabyś wykorzystywać wodę opadową (deszczową) i wodę szarą, w celu oszczędności wody pitnej, zmniejszenia jej poboru z sieci oraz zmniejszenia kosztów jej poboru?**

84 odpowiedzi



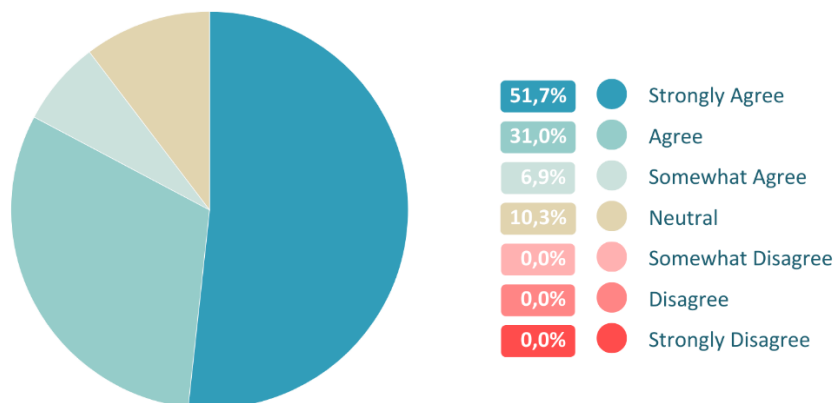
4. Are you familiar with the use of rainwater harvested from roofs?

58 answers



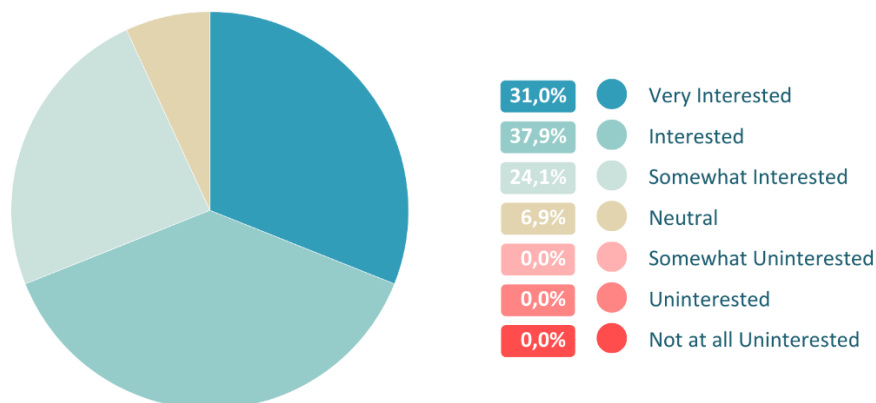
5. Do you agree that it is better to water plants with rainwater that has been harvested from roofs than potable water from the water supply system?

58 answers



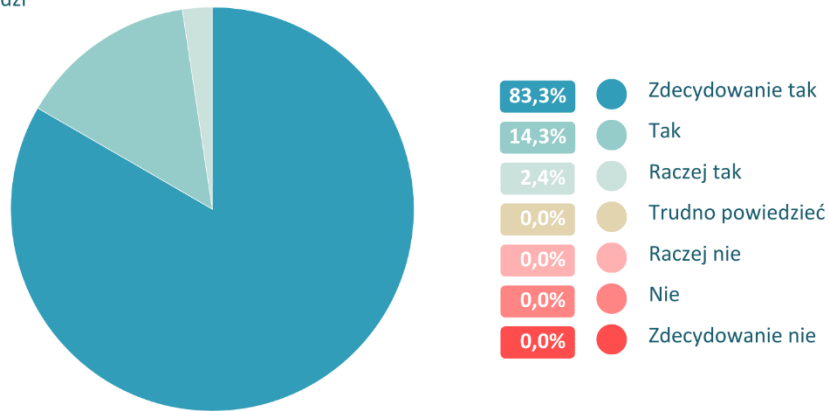
6. How interested are you in using rainwater and greywater in your living place to save potable water and reduce costs?

58 answers



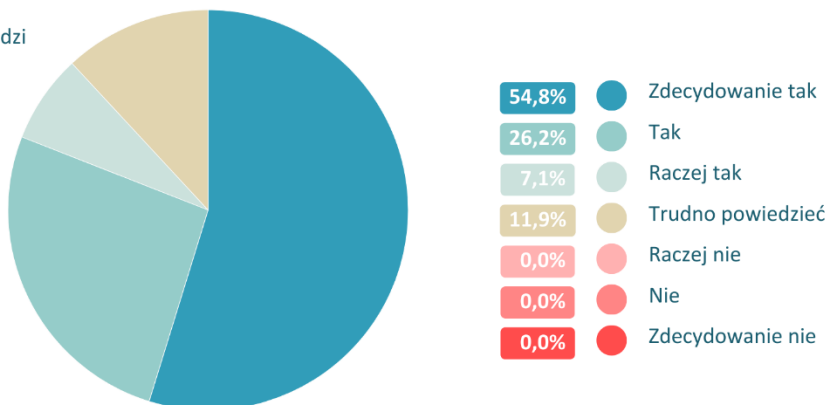
7. Czy chciałbyś/chciałabyś, aby Twoje miejsce zamieszkania było otoczone różnorodną roślinnością?

84 odpowiedzi



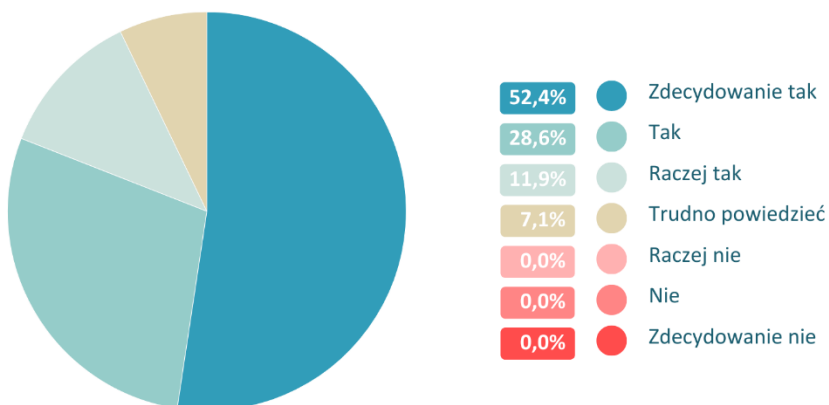
8. Czy według Ciebie wprowadzenie stawu, oczka wodnego, fontanny itp. na teren rekreacyjny osiedla mieszkaniowego korzystnie wpłynęłoby na jego mikroklimat, np. obniżyło odczuwalną temperaturę powietrza, zwiększyło wilgotność, poprawiło wymianę powietrza?

84 odpowiedzi



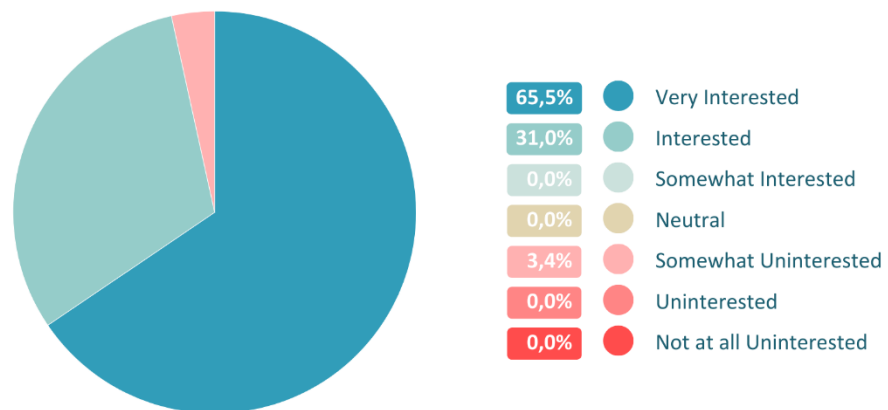
9. Czy dobrze się czujesz / lubisz spędzać czas w bliskim sąsiedztwie wody?

84 odpowiedzi



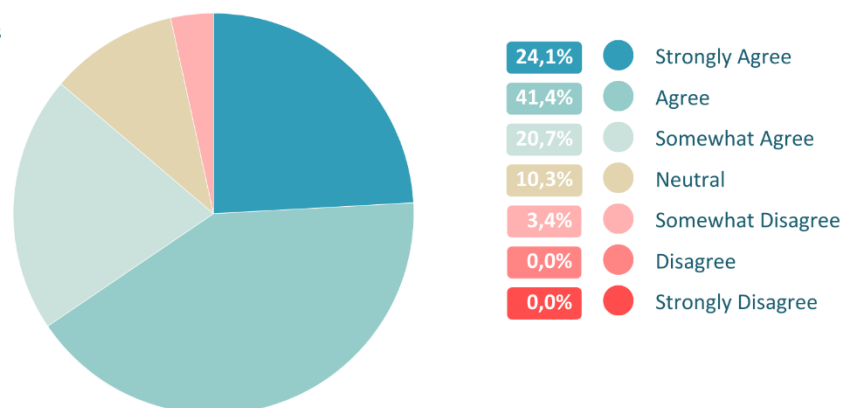
7. How interested are you in having a variety of plants surrounding your living place?

58 answers

**8. Do you agree with the statement below?:**

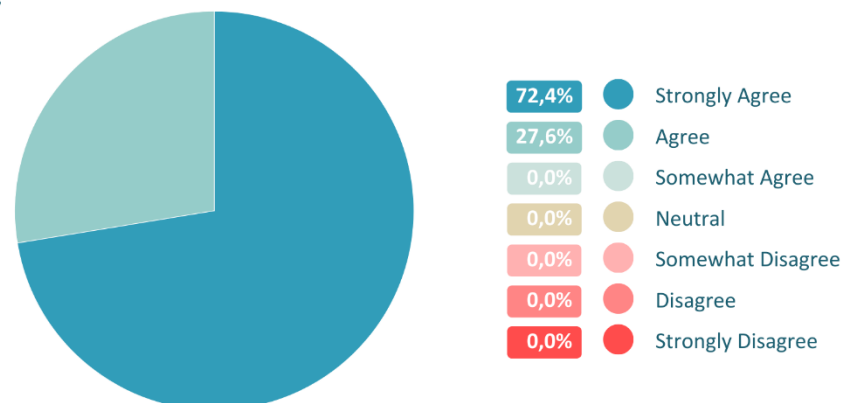
The water reservoir (pond, fountain), inserted into the recreational area of a residential complex, improves its microclimate, e.g. lowers the perceived air temperature, increases humidity, and improves air exchange.

58 answers

**9. Do you agree with the statement:**

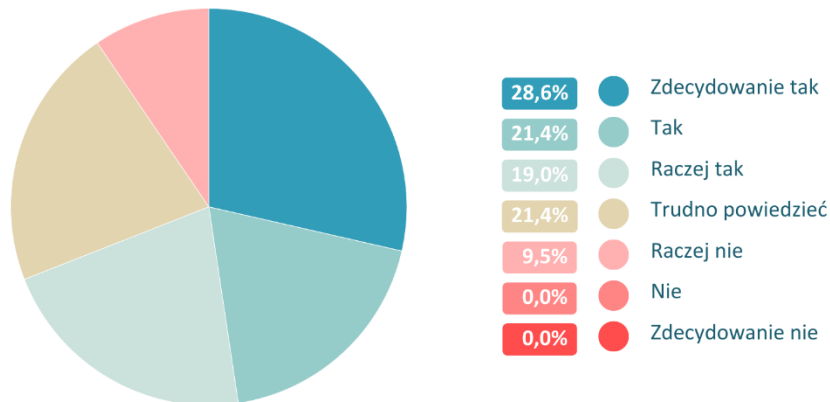
I feel good spending time near water (lake, stream, pond, fountain, etc.).

58 answers

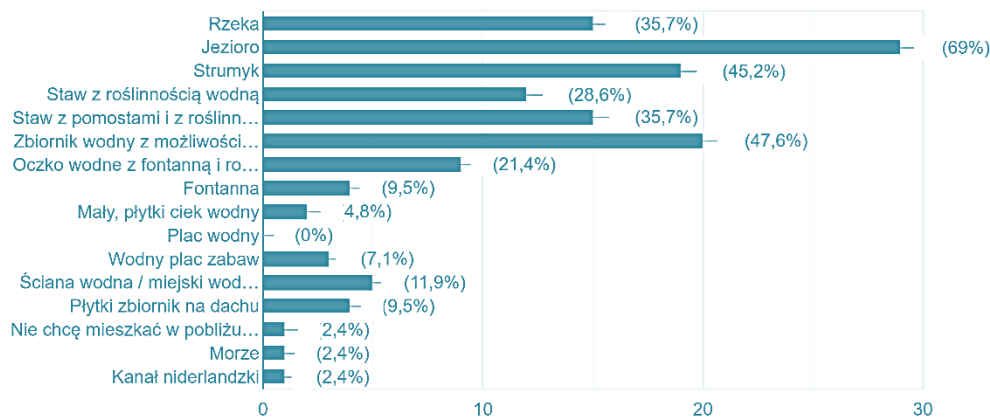


10. Czy chciałbyś / chciałybyś mieszkać w pobliżu otwartego zbiornika wody?

84 odpowiedzi

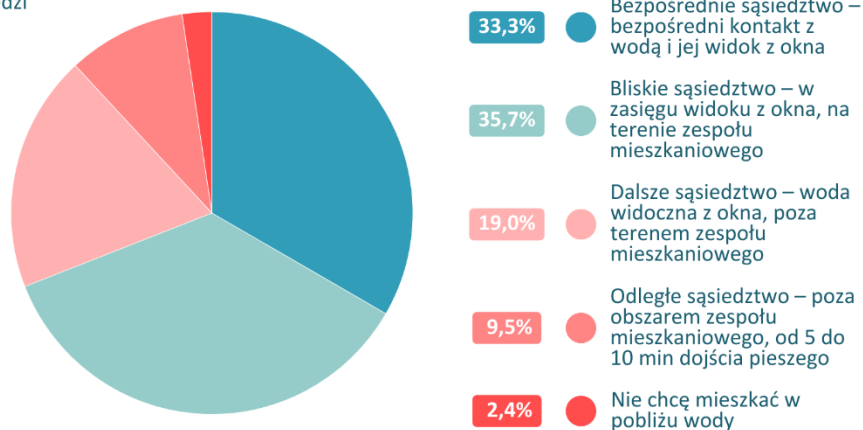


11. Wskaż formę wody, w sąsiedztwie której najbardziej chciałbyś / chciałybyś zamieszkać (zaznacz maksymalnie cztery odpowiedzi):



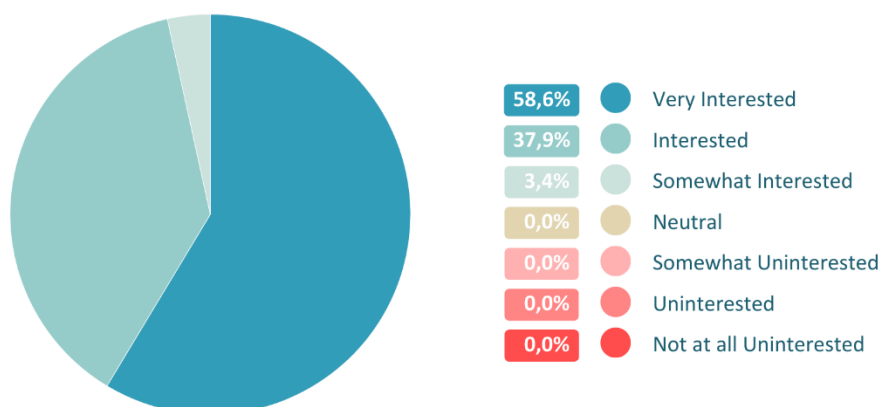
12. Jaką odległość od mieszkania do jakiegokolwiek formy wody (zbiornik, strumyk, fontanna, otwarty zbiornik wodny, itp) preferujesz?

84 odpowiedzi

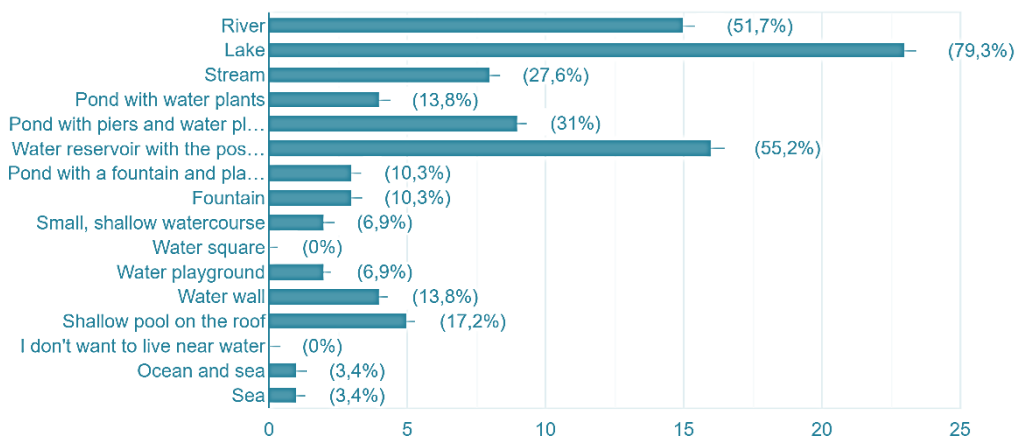


10. How interested are you in living near water (lake, stream, pond, fountain, etc.)?

58 answers

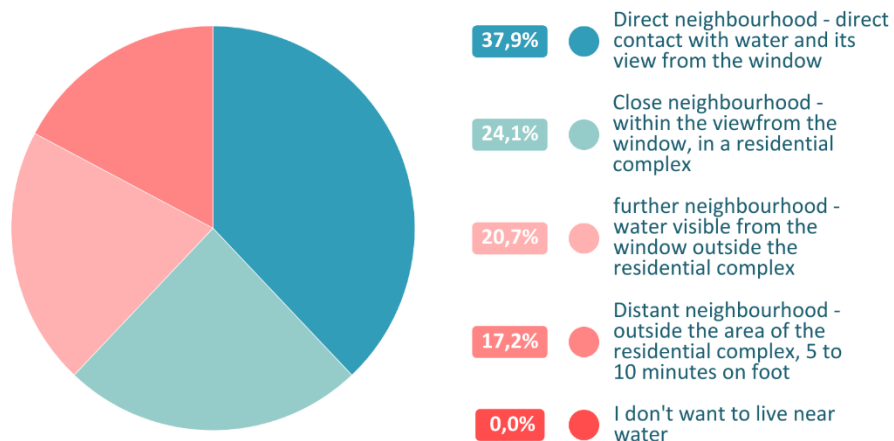


11. Indicate the form of water which you would most like to live near (tick up to four answers):



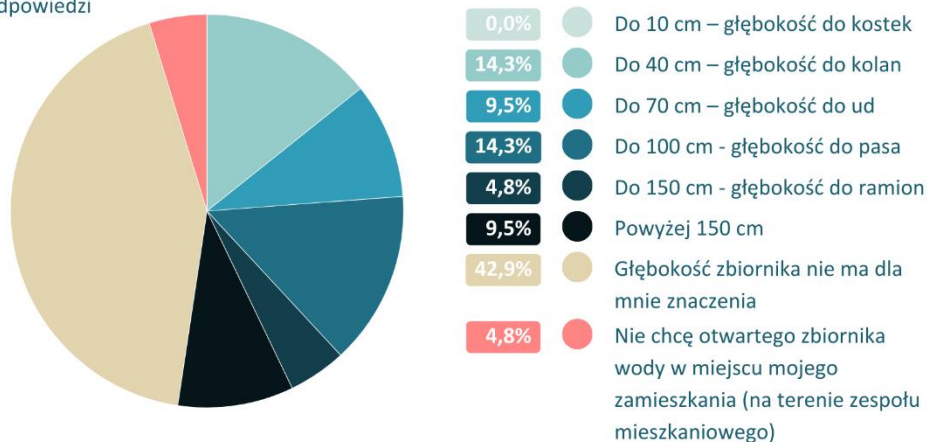
12. What distance from your home to any form of water (river, stream, fountain, open water reservoir, etc.) do you prefer?

58 answers

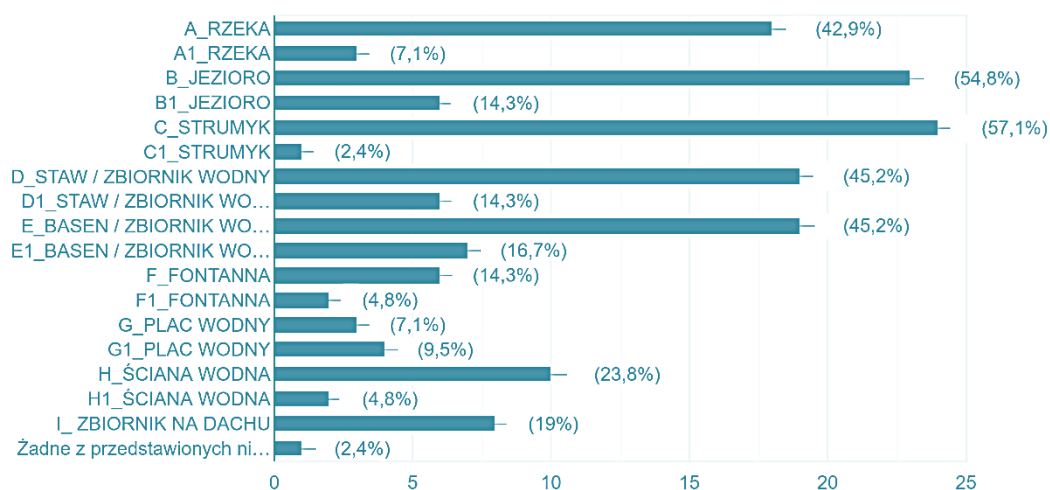


13. Jaką głębokość wody jesteś w stanie zaakceptować w bezpośrednim/bliskim sąsiedztwie swojego zamieszkania - na terenie zespołu mieszkaniowego?

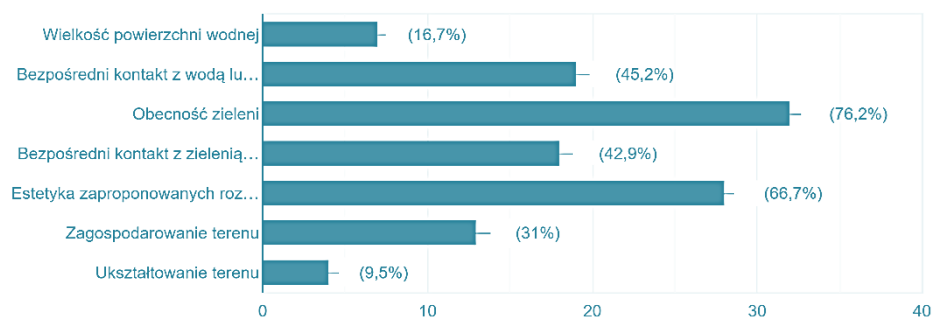
84 odpowiedzi



14. Z przedstawionych na zdjęciach rozwiązań elementów architektury związanych z wprowadzeniem wody do terenów mieszkaniowych w...ze (zaznacz maksymalnie cztery odpowiedzi):

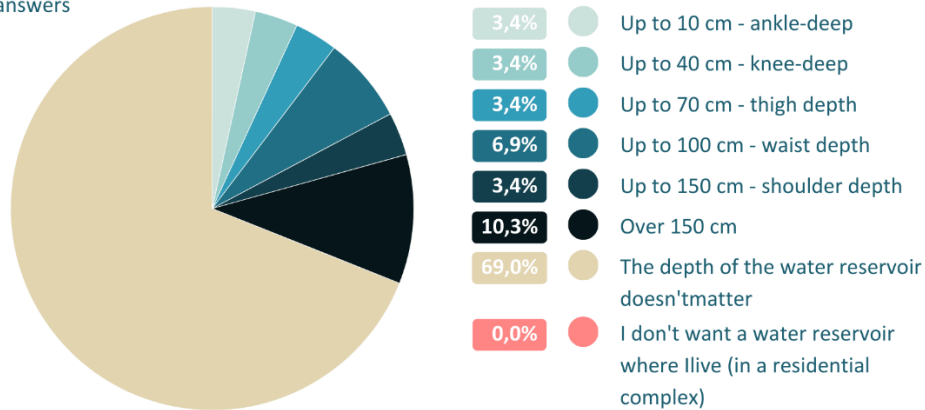


15. Które z poniższych elementów miały największy wpływ na Twój wybór w poprzednim pytaniu (zaznacz maksymalnie cztery odpowiedzi):

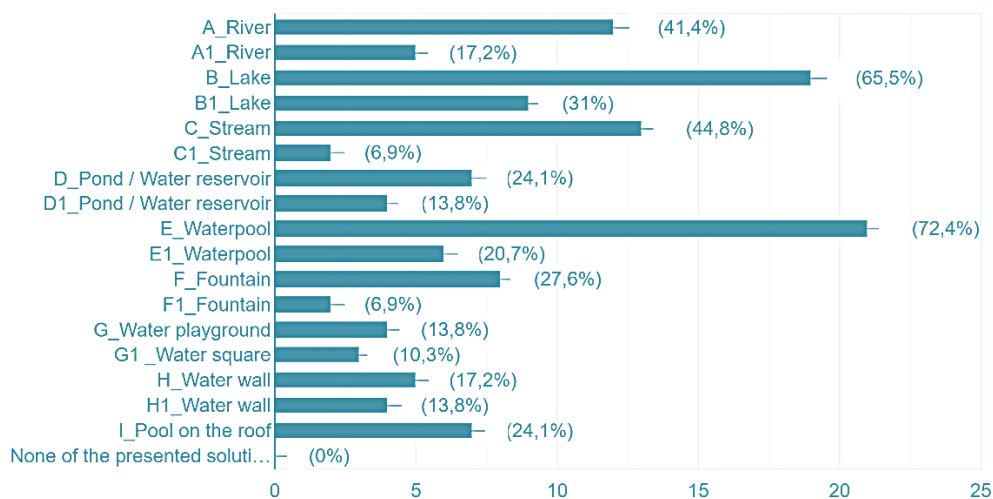


13. What depth of water are you able to accept in the direct/close vicinity of your residence - in a housing complex?

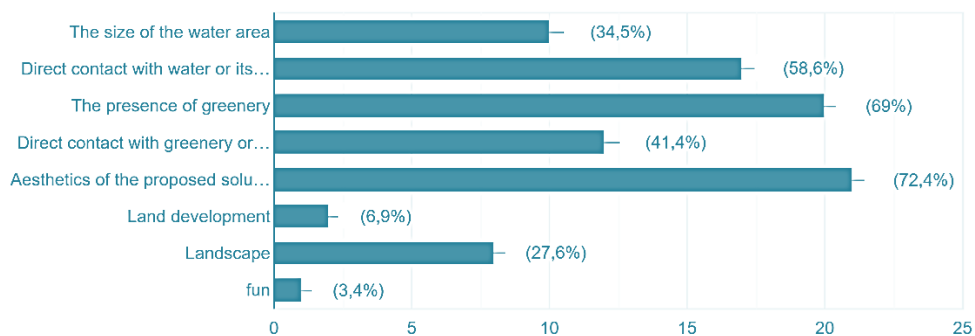
58 answers



14. From the solutions of architectural elements related to the introduction of water into residential areas presented in the photos, choose the ones that...st advantageous to you (tick up to four answers):

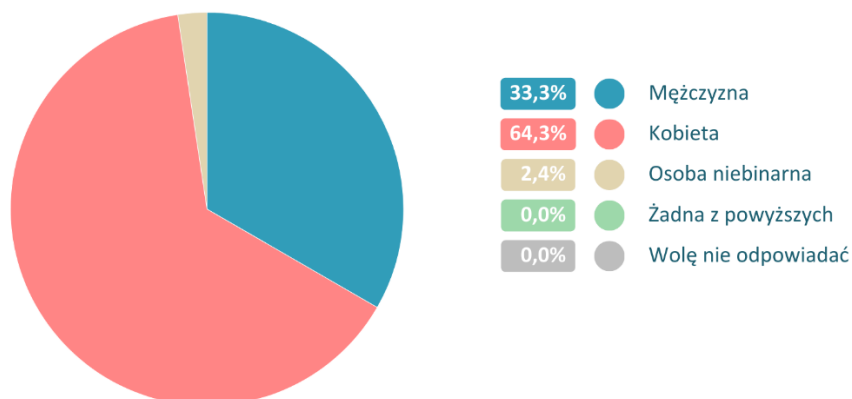


15. Which of the following determined your choice in the previous question (mark up to four answers):

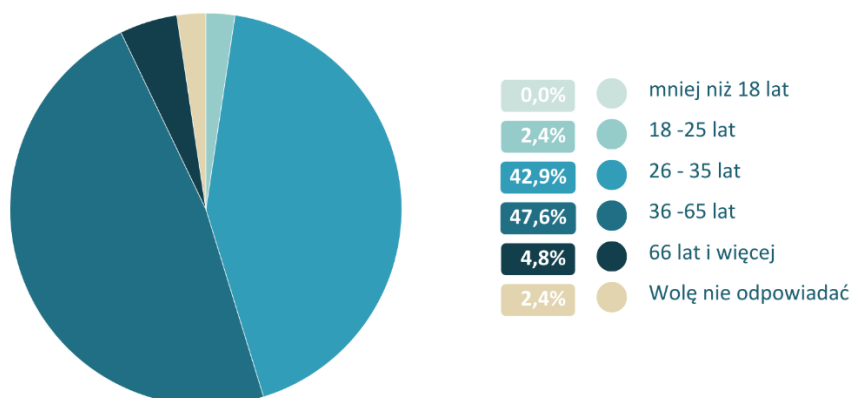


16. Twoja płeć

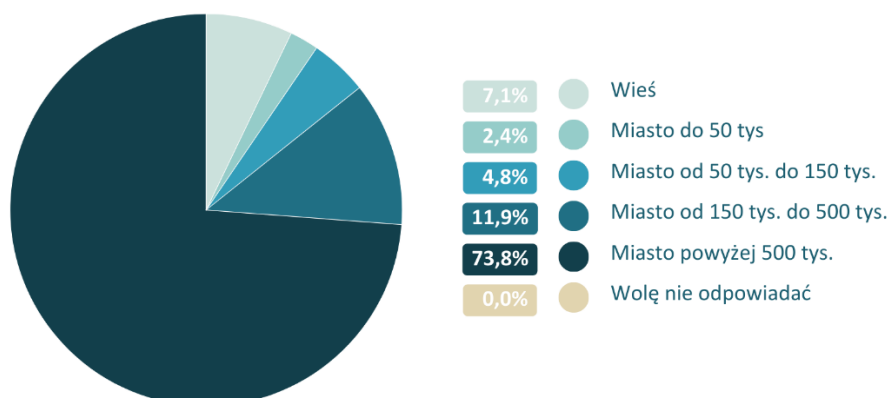
84 odpowiedzi

**17. Twój wiek**

84 odpowiedzi

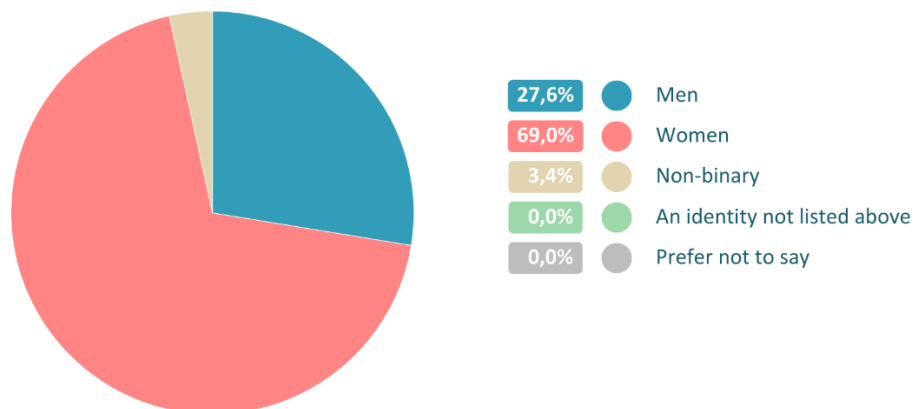
**18. Twoje obecne miejsce zamieszkania**

84 odpowiedzi

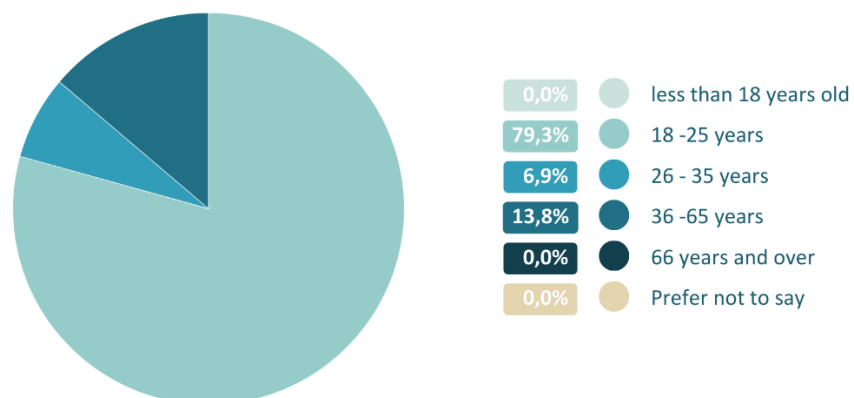


16. Your gender

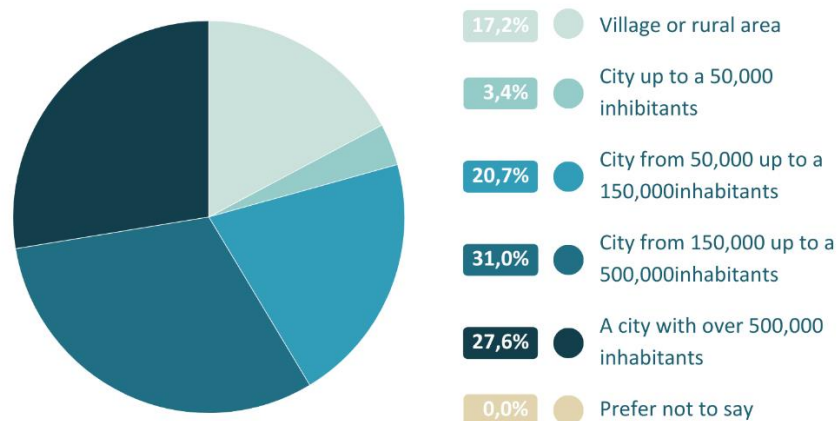
58 answers

**17. Your age**

58 answers

**18. Your current place of residence**

58 answers





A_RZEKA



A1_RZEKA



B_JEZIORO



B1_JEZIORO



C_STRUMYK



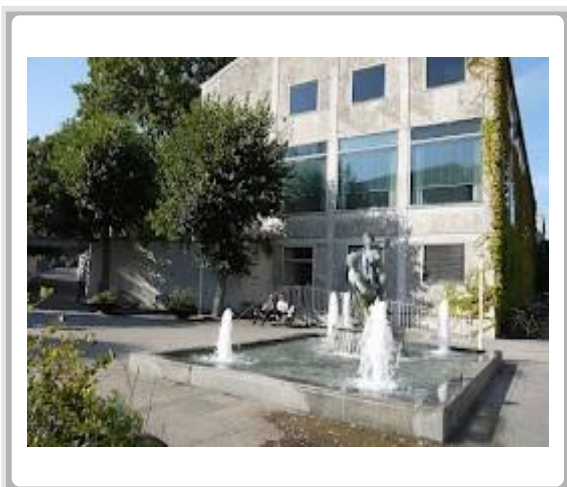
C1_STRUMYK


 D_STAW / ZBIORNIK WODNY

 D1_STAW / ZBIORNIK WODNY

 E_BASEN / ZBIORNIK WODNY
Z MOŻLIWOŚCIĄ PŁYWANIA

 E1_BASEN / ZBIORNIK WODNY Z
MOŻLIWOŚCIĄ PŁYWANIA

 F_FONTANNA

 F1_FONTANNA

ILUSTRACJA 60. ZDJĘCIA DO PYTANIA 14 ANKIETY. ZESTAW D-F1



G_PLAC WODNY



ŹRÓDŁO: Fot. Bogusław Świerzowski. <http://bitly.pl/9HggG>

G1_PLAC WODNY

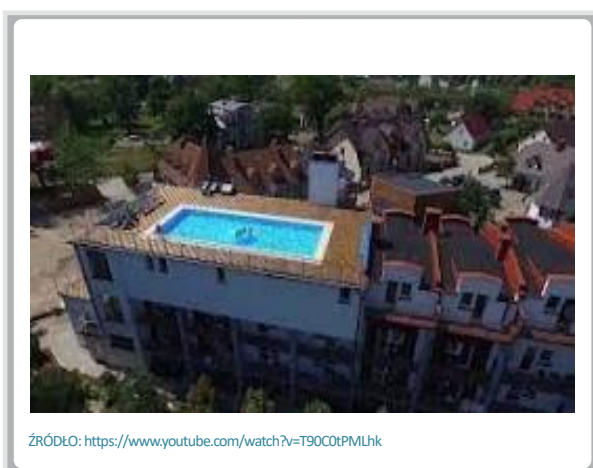


ŹRÓDŁO: <http://bitly.pl/HUodR>

ŚCIANA WODNA



ŚCIANA WODNA



ŹRÓDŁO: <https://www.youtube.com/watch?v=T90C0tPMLhk>

I_ZBIORNIK NA DACHU

ŻADNE Z PRZEDSTAWIONYCH
NIE WYDAJĄ MI SIĘ WŁAŚCIWE

IV_2 INTERPRETACJA WYNIKÓW

Obie grupy respondentów - grupa doktorantów Szkoły Doktorskiej PK oraz grupa studentów Erasmus, wykazywały podobne tendencje odpowiedzi.

Na pytania o znajomość zagadnień związanych z retencją wodną i wodą szarą niewiele ponad połowę pytanych deklaroowało, że raczej zna i potrafi wytłumaczyć te zagadnienia, przy czym mniejszą świadomość tematu deklarowano w grupie studentów Erasmusa. Zdecydowana większość w każdej grupie twierdziła, że posiada dobrą znajomość zagadnień związanych ze zbieraniem i wykorzystaniem wody opadowej, jak również opowiadała się za koniecznością oszczędzania wody pitnej oraz wykorzystaniem wody opadowej do podlewania roślinności. Respondenci twierdzili też, że są zainteresowani lub bardzo zainteresowani wykorzystaniem wody opadowej i wody szarej w swoim miejscu zamieszkania w celu zmniejszenia poboru wody z sieci wodociągowej.

Zmniejszenia zapotrzebowania na wodę z sieci postrzegano jako duży pozytyw rozwiązań gospodarki wodnej.

Większość wskazało wprowadzenie wody do otoczenia swojego miejsca zamieszkania jako element poprawiający jego mikroklimat i komfort. Ankietowani deklarowali, że lubią spędzać czas w pobliżu wody oraz uznali możliwość obcowania z wodą za istotny czynnik przy wyborze miejsca zamieszkania.

Respondenci opowiedzieli się za różnorodną, bujną roślinnością w swoim otoczeniu. Chęć przebywania w obszarach zielonych zadeklarowali w sposób bezpośredni odpowiadając wprost na pytanie 7 lub pośrednio, poprzez wybór dostępnych opcji zilustrowanych fotografiami w pytaniu 14. W pytaniu tym specjalnie zestawiono parami te same elementy rozwiązań BGI, zróżnicowane jednak pod względem ilości otaczającej je zieleni. Zarówno odpowiedzi uzyskane w wyniku przeprowadzenia ankiety, jak i wywiad pogłębiony z 7 osobami, dały podobny wynik. Większość respondentów ocenia obecność zieleni towarzyszącej rozwiązaniom wodnym jako bardzo pozytywny czynnik zagospodarowania terenu zamieszkania.

W tym kontekście interesujące okazało się też zestawienie pytań 11 i 14. Bardzo podobne pytania uzyskiwały inne odpowiedzi u osób ankietowanych. Pytanie 14 zawierało te same możliwości odpowiedzi co w pytaniu 11, jednak

zilustrowane fotograficznie i zestawione parami (z większą i mniejszą ilością zieleni). Większość respondentów wskazywała inną formę rozwiązań BGI jako preferowaną pod wpływem samego nazewnictwa i inną pod wpływem bodźców wizualnych w pytaniu 14. Wywiad pogłębiony potwierdził odpowiedzi na pytanie 15, że głównie kierowano się estetyką rozwiązań. Ponieważ wybierano zdjęcia o przewadze wody i zieleni można przypuszczać, że na odbiór obszaru jako estetyczny ma wpływ ilość otaczającej go zieleni – taki wniosek wymagałby jednak potwierdzenia w toku dalszych badań.

Znamienne dla przeprowadzonego badania są wyniki badań przeprowadzonych przez deweloperów działających na polskim rynku i zebranych przez portal DOMPRESS.PL w formie wywiadu z ich przedstawicielami, a dotyczących preferencji mieszkańców przy zakupie mieszkań:

„Jak zmieniły się preferencje nabywców mieszkań” (dompress.pl, 2021)

- „większe zainteresowanie lokalami parterowymi z przypisanymi ogródkami” (T. Kaleta, dyrektor Departamentu Sprzedaży w Develia S.A.)
„Wyraźnie zyskały MIESZKANIA ZNAJDUJĄCE SIĘ NA PARTERZE, TAKIE KTÓRE MAJĄ OGRÓDKI, TARAS ALBO PRZYNAJMNIEJ BALKON”. (Małgorzata Ostrowska, dyrektor Pionu Marketingu i Sprzedaży w J.W. Construction Holding S.A.);
- *„zdecydowanie więcej osób zaczęło zwracać uwagę na przestrzeń i okolicę w jakiej znajduje się ich mieszkanie [...] Przy jego wyborze DUŻE ZNACZENIE ODGRYWA OBECNIE SĄSIEDZTWO, ROZWIĄZANIA EKOLOGICZNE I DOSTĘP DO ZIELENI”* (Mariusz Delura, kierownik ds. Sprzedaży i Obsługi klienta firmy Profbud);
- *” istotne są ROZWIĄZANIA EKOLOGICZNE [...] klientom szczególnie podobają się te z nich, które bezpośrednio CHRONIĄ ICH ZDROWIE [...] energooszczędne oświetlenie LED [...] PANELE FOTOWOLTAICZNE NA DACHACH, czy SYSTEM RETENCJI WODY OPADOWEJ z wykorzystaniem do podlewania zielonych części wspólnych”.* (Cezary Grabowski, dyrektor sprzedaży i marketingu Bouygues Immobilier Polska);
- *„Na znaczeniu zyskała niewątpliwie obecność na terenie lub w bliskiej odległości od inwestycji obszarów zielonych, [...] inwestycje położone wśród*

zieleni otaczających parków i posiadającą WŁASNY TEREN PRZEZNACZONY POD PARK, AKTYWNOŚCI SPORTOWE, PLAC ZABAW DLA DZIECI, SZKLARNIE POD WARZYWA I OWOCE” (Marcin Michalec, CEO Okam);

- *„Spędzając coraz więcej czasu w zaciszu własnego mieszkania klienci oczekują jak NAJWIĘKSZEGO STANDARDU, KOMFORTU I JAKOŚCI.” (Mariola Żak, dyrektor sprzedaży i marketingu w Aurec Home).*

Wyniki zarówno badań przeprowadzonych wśród doktorantów i studentów programu Erasmus, jak i wyniki przytoczonego badania preferencji wśród nabywców mieszkań jednoznacznie wskazują na celowość wprowadzenia rozwiązań BGI, w tym otwartego zbiornika wodnego, w celu poprawy komfortu i samopoczucia mieszkańców.

Potwierdzają też zasadność podjęcia tematu pracy doktorskiej i są zbieżne z ogólnoswiatowymi tendencjami wskazującymi na konieczność wprowadzenia zintegrowanej gospodarki wodnej ze szczególnym uwzględnieniem wody opadowej.

„DZIĘKUJEMY ZA RYBK I PA PA” ŹRÓDŁO: FOT. ZUZANNA CYUNEL. ZE ZBIORÓW WŁASNYCH



**V. REALIZACJA ZAŁOŻEŃ
WNIOSKI
ZAKOŃCZENIE**

V REALIZACJA ZAŁOŻEŃ, WNIOSKI, ZAKOŃCZENIE

V_1 REALIZACJA ZAŁOŻEŃ

W ramach przedstawienia pracy udowodniono jej tezę i zrealizowano jej cele.

- Wykazano, że Bio-Morfem spełnia założenia fraktalnej jednostki Bio-City, a osiągnięcie celu było możliwe dzięki połączeniu zasad zrównoważonego projektowania architektoniczno-urbanistycznego z zasadami nowoczesnej gospodarki wodnej.
- Na podstawie przeprowadzonych badań, potwierdzono, że istnieje możliwość skonstruowania modelu podstawowej jednostki środowiska mieszkaniowego - morfemu, nazwanego w pracy Bio-Morfemem, która odpowiada współczesnym tendencjom kształtowania struktury obszarów mieszkaniowych, spełnia przestrzenne i użytkowe potrzeby człowieka i w której możliwa jest realizacja zintegrowanej gospodarki wodnej, w tym wykorzystanie wody opadowej do wprowadzenia form wodnych we wnętrzu urbanistycznym Bio-Morfemu.
- Zaproponowana forma przestrzenna Bio-Morfemu wytwarza przestrzeń sąsiedzką wystarczającą dla zorganizowania rekreacji przydomowej w kontakcie z elementami natury, wpływając na dobrostan i zdrowie mieszkańców oraz wzmacniając poczucie przynależności i spójności społecznej; ukształtowanie bryły sprzyja nasłonecznieniu mieszkań i wnętrza urbanistycznego, a obecność wody wpływa na poprawę mikroklimatu; program funkcjonalny Bio-Morfemu realizuje potrzebę bliskości usług podstawowych i dobrej obsługi komunikacyjnej.
- Na wybranych przykładach, stwierdzono, że istnieje współzależność pomiędzy formą Bio-Morfemu - jego wielkością, wysokością zabudowy, kształtem, sposobem zagospodarowania dachu i terenu, a także związaną z tym ilością mieszkań i mieszkańców a możliwościami oszczędzania

wody oraz metodami jej gromadzenia i sposobami wykorzystania w cyklu przemian wodnych.

- Na podstawie obliczeń i badań jednostkowych wskaźników zużycia wody, potwierdzono, że w Bio-Morfemie możliwa jest optymalizacja wykorzystania wody deszczowej, co pozwoli – w przeciętnych europejskich warunkach klimatycznych – na zmniejszenie poboru wody z kranu o nie mniej niż 35% w skali miesiąca (**41% w skali roku**) w wypadku obiektów nowo projektowanych i o nie mniej niż 32% w skali miesiąca (**35% w skali roku**) w wypadku obiektów rewitalizowanych o podobnych parametrach, w porównaniu z klasycznymi, istniejącymi rozwiązaniami, bez zmniejszania jednostkowej ilości wody (wyrażonej w L/Mk*d) dostępnej dla użytkowników (co jest wskaźnikiem komfortu korzystania z infrastruktury wodno-kanalizacyjnej). Bio-Morfem wykazuje wysoki potencjał do minimalizowania poboru wody spoza jednostki.
- Stwierdzono, że kompleksowe wykorzystanie różnych frakcji wody opadowej, w tym zagospodarowanie wody w powierzchniowym zbiorniku, umożliwia rozwój prozdrowotnych cech Bio-Morfemu, szczególnie pod względem zdrowia fizycznego i psychicznego oraz poczucia spójności społecznej jego mieszkańców (WHO, 2003).
- Potwierdzono współzależność pomiędzy formami wykorzystania wody opadowej w Bio-Morfemie a preferencjami potencjalnych mieszkańców, które wynikają z potrzeby poszukiwania dobrostanu i komfortu związanego z obecnością wody i estetyką Bio-Morfemu.
- Potwierdzono, że zdecydowana większość badanych, potencjalnych mieszkańców Bio-Morfemu dostrzega wielorakie korzyści, wynikające zarówno z oszczędności wody jak i obecności różnych form wody otwartej w bezpośrednim sąsiedztwie mieszkania dla poprawy jakości i komfortu życia, dobrostanu i zdrowotności.

V_2 WNIOSKI

Idea Bio-Morfemu może stać się odpowiedzią na wyzwanie kształtowania współczesnego, zdrowego środowiska mieszkaniowego i prowadzenia racjonalnej gospodarki wodnej w opozycji do niespełniających standardów, małych, deweloperskich kompleksów mieszkaniowych wybudowanych w Polsce po 1989 roku. Warto podkreślić, że proponowany Bio-Morfem odpowiada wytycznym Nowego Europejskiego Bauhausu i może być traktowany jako wkład do tego programu i poddawany zgodnym z programem modyfikacjom.

Zaproponowane rozwiązanie może znaleźć bezpośrednie zastosowanie w tworzeniu nowych i przekształcaniu istniejących kompleksów mieszkaniowych we współczesnych miastach. Idea Bio-Morfemu ma potencjał aplikacyjny w budownictwie mieszkaniowym w Polsce. Zasady budowy i funkcjonowania Bio-Morfemu, ze względu na ich formułę, mogą być bezpośrednio stosowane w planowaniu i budowie nowych kompleksów mieszkaniowych w Krakowie. W przypadku innej lokalizacji parametry Bio-Morfemu powinny zostać zweryfikowane i dostosowane do lokalnych warunków klimatycznych.

Zaproponowana metoda może być również wykorzystana w procesie re-witalizacji istniejących, wielorodzinnych osiedli mieszkaniowych, budowanych w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych dwudziestego wieku. Zastosowanie modelu wymaga każdorazowych badań ze względu na różnice klimatyczne i morfologiczne w strukturze miejskiej i układach przestrzennych.

Jednostka „Bio-Morfem”, zaprojektowana w celu spełnienia wymagań architektonicznych i znacznego zmniejszenia zużycia wody z systemu zaopatrzenia w wodę, jest realną propozycją dla rozwoju miast nawet przy zmniejszonej dostępności wody pitnej. Odpowiada na wyzwania związane ze zmianami klimatycznymi i oczekiwaniami wysokiego komfortu w miejscu zamieszkania. Osiągnięcie pożądaných efektów w skali projektowanych jednostek mieszkaniowych i w skali miasta będzie możliwe przy uwzględnieniu:

- zaprojektowania obiektów mieszkalnych w oparciu o gospodarkę o obiegu zamkniętym, w skali od poszczególnych gospodarstw domowych, poprzez morfem i jego namnażanie przez miasto jako całość;

- działania systemów zaopatrzenia w wodę i urządzeń sanitarnych w połączeniu z ilościową i jakościową ochroną wody w środowisku;
- wykorzystania wszystkich dostępnych źródeł wody do kształtowania wysokiej jakości środowiska mieszkaniowego i rozwijania cech prozdrowotnych;
- odpowiedniego ukształtowania Bio-Morfemu - zastosowanie odpowiedniego kształtu jednostki (formy zabudowy, powierzchni dachu i wielkości przestrzeni niezabudowanych), wysokości budynku; rodzaju dachu, formy architektonicznej uwzględniającej wymagania lokalne i klimatyczne (hydrologiczne);
- odpowiedniej proporcji liczby mieszkańców do obszaru zagospodarowanego terenu, dającej możliwość wprowadzenia zintegrowanej gospodarki wodnej przy zachowaniu komfortu użytkownika i zdrowia mieszkańców;
- wielokrotnego wykorzystania zasobów wodnych w Bio-Morfemie, które w praktyce prowadzi do coraz wyższych poziomów oczyszczania ścieków, tak aby po oczyszczeniu – ewentualnie w skali lokalnej – osiągały one wymagane parametry jakościowe wody do wykorzystania.

Cechy Bio-Morfemu umożliwiają znaczne zmniejszenie obciążenia miejskich sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, co z kolei skutkuje następującymi korzyściami dla infrastruktury:

- przy projektowaniu nowych osiedli na obrzeżach istniejących terenów zabudowanych, możliwe będzie przyłączenie do infrastruktury – bez jej rozbudowy – większej liczby mieszkańców niż ma to miejsce przy zastosowaniu konwencjonalnych rozwiązań;
- w przypadku zagęszczania zabudowy umożliwia lokowanie nowych budynków w atrakcyjnych terenach, które są już częściowo zabudowane, bez konieczności dokonywania bardzo kosztownych przebudów instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych.

Przyjęty w pracy kierunek badań ma potencjał rozwojowy i może zainicjować dalsze prace. Przede wszystkim zasadne byłoby zbadanie wariantowych przypadków form Bio-Morfemu, różnych pod względem lokalizacji czy formy zabudowy a także różnych metod i technologii oczyszczania i ponownego wykorzystania ścieków, w celu poprawy efektywności wykorzystania wody w zmiennych wersjach Bio-Morfemu.

Zastosowanie idei Bio-Morfemu dla przypadku krakowskiego osiedla z lat 70 dwudziestego wieku dało obiecujące wyniki i wskazało, że jest możliwe wprowadzenie proponowanych rozwiązań do trwającej rewitalizacji krakowskich osiedli mieszkaniowych, a także innych obiektów o podobnych cechach morfologicznych np.:

- w zespole dwóch budynków o wysokości jedenastu kondygnacji (drugi typ zabudowy osiedli mieszkaniowych z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych obok budynków pięciokondygnacyjnych);
- w osiedlach budowanych przez deweloperów w latach dziewięćdziesiątych XX wieku i na początku XXI wieku.

Wskazane wydaje się wykorzystanie systemów informatycznych na skalę kompleksową w zakresie działania i połączenia Bio-Morfemu z sieciami miejskimi. W przyszłości rola systemów miejskiej infrastruktury wodnej (UWI) stanie się bardziej znacząca dla wzmocnienia interakcji między wszystkimi czynnikami procesu gospodarki wodnej w środowisku mieszkaniowym, szczególnie w kompleksach takich jak Bio-Morfem, który ma być autonomiczną strukturą, ale może być również składnikiem większej całości.

V_3 ZAKOŃCZENIE

Podsumowując, badania zaprezentowane w pracy wykazały, że w warunkach zmniejszającej się dostępności wody w środowisku, możliwe jest wdrażanie zasad nowoczesnej gospodarki wodnej zarówno w nowoprojektowanej jak i istniejącej zabudowie mieszkaniowej.

Te zasady obejmują:

- poszukiwanie i konstruowanie jednostek, które spełniają cechy urbanistyczno-architektoniczne Bio-Morfemu;
- wielokrotne ponowne wykorzystanie zasobów wodnych w ramach jednostki;
- wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym, począwszy od skali pojedynczych gospodarstw domowych i poprzez zespoły mieszkaniowe, a skończywszy na całym mieście;
- wykorzystanie sieci wodociągowej i kanalizacyjnej w powiązaniu z ilościową i jakościową ochroną wód w środowisku;
- wykorzystanie wszelkich dostępnych źródeł wody w celu stworzenia wysokiej jakości środowiska mieszkaniowego i wspierania cech korzystnych dla zdrowia;
- zapewnienie zaangażowania mieszkańców miasta, instytucji, organizacji i zakładów przemysłowych we wdrażanie przyjętych rozwiązań technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem grup społecznych zamieszkujących poszczególne osiedla i zespoły.

DEKLARACJE I PODZIĘKOWANIA

DEKLARACJA KONFLIKTU INTERESÓW

Autorka oświadcza, że nie ma żadnych znanych konkurencyjnych interesów finansowych ani powiązań osobistych, które mogłyby mieć wpływ na prace opisane w tej dysertacji. Oświadcza też, że wszystkie elementy zawarte w pracy w żaden sposób nie naruszają praw osobistych osób trzecich.

PODZIĘKOWANIA

Badania (prace i wyjazdy z nimi związane) zostały zrealizowane w ramach programu POLI DOCTUS, będącego częścią projektu „DROGA DO DO-SKONAŁOŚCI – kompleksowy program wsparcia uczelni” realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego; umowa nr. POWR.03.05.00–00-Z214/18.

Składam Wyrazy Szacunku i Wielkiej Wdzięczności oraz Ogromne Podziękowania dla moich Promotorów:

Prof. dr hab. inż. arch. Grażyny Schneider-Skalskiej, która systematycznie, metodycznie i z wielkim entuzjazmem przekazywała mi swą ogromną wiedzę wspomagając mój rozwój naukowy, zawsze w atmosferze szacunku i wielkiej życzliwości.

Profesora dr hab. inż. Stanisława Rybickiego, który z wielkim zaangażowaniem i pozytywną energią monitorował moją pracę nad doktoratem dzieląc się swoją ogromną wiedzą i doświadczeniem badawczym w atmosferze szacunku i przyjaznej komunikacji.

Dziękuję Instytucjom:

Scandinavian Green Roof Institute i Norwegian Association for Green Infrastructure, szczególnie Panu Prezesowi Davidowi Brasfield za przekazaną wiedzę praktyczną podczas warsztatów i wyjazdów studyjnych oraz możliwość odbycia bardzo owocnego stażu, również dziękuję władzom Polskiego Stowarzyszenia Dachy Zielone - Pani Prezes dr inż. Marcie Weber-Siwirskiej i mgr Katarzynie Wolańskiej

za wsparcie merytoryczne w tematyce związanej z rozwiązaniami błękitno zielonej infrastruktury w tym dachów zielonych.

Wyrazy wdzięczności dla mgr Karoliny Czarneckiej za pomoc i liczne wskazówki przy konstruowaniu badań ankietowych preferencji mieszkańców oraz dla mgr Martyny Stochel-Morek za konsultację psychologiczną kwestionariusza ankietowego. Dziękuję Zuzannie Cyunel za pomoc w rozpowszechnieniu ankiety i przeprowadzeniu wywiadu wśród studentów programu Erasmus.

Dziękuję mgr inż. arch. Markowi Cyunel oraz Zuzannie i Natalii Cyunel za pomoc przy obróbce zdjęć i grafik zamieszczonych w dysertacji oraz za udostępnienie swoich zdjęć jako ilustracji oddzielających poszczególne części dysertacji.

Składam też ogromne podziękowania Pani inż. Małgorzacie Murat-Drożyńskiej za wskazówki i profesjonalną pomoc przy składzie tekstu.

„PŁYWAJĄC PO BŁĘKITNO-ZIELONYCH WODACH” ŹRÓDŁO: FOT. ZUZANNA CYUNEL. ZE ZBIORÓW WŁASNYCH

An underwater photograph showing a rocky seabed. The water is a vibrant greenish-teal color, and the rocks are dark and textured. The scene is captured from a slightly elevated perspective, looking down at the rocks.

BIBLIOGRAFIA
SPIS ILUSTRACJI
SPIS TABEL
ZAŁĄCZNIKI:
ANKIETA I WYWIADY

BIBLIOGRAFIA

- Abdulla, F. A., Al-Shareef, A. W. (2009). *Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan*. *Desalination*, 243(1-3), 195-207.
- ABNT/CEE-077 Associação Brasileira de Normas. (2019). *ABNT NBR 15527:2019, Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos (Rainwater harvesting from roofs for non-potables uses - Requirements)*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Pobrano z lokalizacji <http://www.inteligenciaambiental.com.br/arquivos/sila/fnbrabnt15527-19.pdf>; dostęp 20.10.2021
- Agenda 21, 1992, the Rio Declaration on Environment and Development and the Statement of principles for the Sustainable Management of Forests, adopted by more than 178 Governments at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, w: <https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21> (dostęp 30.07.2020).
- Alexander, C. (1964). *The Notes on the Synthesis of Form*. Harvard University Press., https://monoskop.org/images/f/ff/Alexander_Christopher_Notes_on_the_Synthesis_of_Form.pdf; dostęp 15.03.2021.
- Almaaitah, T., Appleby, M., Rosenblat, H., Drake, J. i Joksimovic, D. (2021). The potential of Blue-Green infrastructure as a climate change adaptation strategy: a systematic literature review. *Blue-Green Systems 3 (1)*, strony 223–248; <https://doi.org/10.2166/bgs.2021.016>.
- Abdalazeem, M. E., Hassan, H., Asawa, T. i Mahmoud, H. (2022, 07). Review on integrated photovoltaic-green roof solutions on urban and energy-efficient buildings in hot climate. *Sustainable Cities and Society (82)*; <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103919>.
- Adnan, A. (2020). *Floating cities from concept to creation : a discussion of the challenges that are pending the floating city through literature review*. Vancouver: University of British Columbia Library. doi:10.14288/1.0394848
- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I. i Angel, S. (2008). *Język wzorców. Miasta, budynki, konstrukcje*. Gdańsk: GWP.
- Alim, M. A. (2020). Feasibility analysis of a small-scale rainwater harvesting system for drinking water production at Werrington, New South Wales, Australia. , 270, 122437; <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122437>. *Journal of Cleaner Production*.

- Amini, M. H., Boroojeni, K., Iyengar, S., Pardalos, P., Blaabjerg, F. i Madni, A. (2019). Sustainable Smart Cities Through the Lens of Complex Interdependent Infrastructures: Panorama and State of the art. *Sustainable Interdependent Networks II. Studies in Systems, Decision and Control, vol 186*. doi:10.1007/978-3-319-98923-5_3
- Appio, F. P., Lima, M. i Paroutis, S. (2019). Understanding Smart Cities: innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. *Technological Forecasting and Social Change, vol. 142*, strony 1-14. doi:10.1016/j.techfore.2018.12.018
- Ashihara, Y. (1981). *Exterior Design in Architecture*. . Washington: Van Nostrand Reinhold Company.
- Azkuna, I. (2012). *Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities*. Bilbao: The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG.
- Bać, A. (2016). *Zrównoważenie w architekturze. Od idei do realizacji na tle doświadczeń kanadyjskich*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Bać A., (2022). Potencjał i zagrożenia zrównoważonego mieszkalnictwa w Polsce: wybrane zagadnienia. [w:] *Konieczność transformacji obecnych modeli urbanistycznych miast – w kierunku odporności na zmianę klimatu*. Warszawa : UN Global Compact Network Poland, ss. 40-43.
- Bać, Z. (2016). *Habitaty: mój piękny habitat*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Balcerzak, W., Rybicki, S. M., Kaszowski, J. *Odwadnianie osadów powstających w procesach oczyszczania wody powierzchniowej na przykładzie wodociągu Raba*.
- Balcerzak, W., i Rybicki, S. (2011). *Ocena stopnia zagrożenia wody eutrofizacją na przykładzie zbiornika zaporowego w Świnnej Porębie*. *Ochrona Środowiska*, 33(4), 67-69.
- Baranowski, A. (2009). *Projektowanie środowiskowe : poszukiwania / Andrzej Baranowski*. Poznań: Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej.
- Bardzińska-Bonenberg, T. (2013). *Rewitalizacja-działania inwestycyjne a aspekt społeczny*. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Architektura i Urbanistyka*, (29), 79-84.
- Bardzińska-Bonenberg, T. (2017). *1960's polish modernistic industrial buildings today*. *Technical Transactions*, 114(4), 5-14.
- Bardzińska-Bonenberg, T. (2018). *Parasitic architecture: Theory and practice of the postmodern era*. In *Advances in Human Factors, Sustainable Urban Planning and Infrastructure: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors, Sustainable Urban Planning and Infrastructure*,

- July 17– 21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA 8 (pp. 3-12). Springer International Publishing.
- Bartkowicz, B., Bartkowicz, T.(1989) *Ekologiczne podstawy funkcjonowania i Rozwoju Miast*, Teka komisji UIA PAN Oddz.W Krakowie, tom XXII, Kraków. Bonenberg, W.(2017).
- Basantani, M. (2008). Plans for Foster’s Masdar Carbon Neutral City Debut. Pobrano z lokalizacji <http://www.inhabitat.com/2008/02/06/plans-unveiled-for-worlds-first-zero-carbon-zero-waste-city-masdar-city/>; dostęp: 12.02.2021
- Basantani, M. (2008). Plans for Foster’s Masdar Carbon Neutral City Debut. Pobrano z lokalizacji <http://www.inhabitat.com/2008/02/06/plans-unveiled-for-worlds-first-zero-carbon-zero-waste-city-masdar-city/>; dostęp 23.04.2021
- BAUDER. (2018). Biosolar Installation. <https://www.bauder.co.uk/solar-pv/biosolar/biosolar-installation>.
- Baudrillard, J. (2006). *Spółeczeństwo konsumpcyjne. Jego mity i struktury* (wyd. 1. wyd. pol. 2006, 1. wyd fr 1986). Sic! .
- Bednarczyk, A. (2006). Aleksander von Humboldt i ogólne metody poznania naukowego. *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*; 51/3-4, strony 91-121; https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Kwartalnik_Historii_Nauki_i_Techniki/Kwartalnik_Historii_Nauki_i_Techniki-r2006-t51-n3_4 ; dostęp: 11.11.2020.
- Bell, P. A., Greene, T. C., Fisher, J. D. i Baum, A. (2004). *Psychologia środowiskowa*. Gdańsk: GWP.
- Berkebile, R. i McLennan, J. F. (1999). The Living Building. Biomimicry in Architecture, Integrating Technology with Nature. *BioInspire*.
- BIG. (2018). *TOYOTA WOVEN CITY*. Pobrano z lokalizacji <https://big.dk/projects/toyota-woven-city-6360>; dostęp 20.03.2021
- BIG. (2019). *BIG*. Pobrano z lokalizacji <https://big.dk/projects/oceanix-city-6399>
- Bonenberg A., Lucchini M., Bardzińska-Bonenberg T. at all., (2015). Architecture context responsibility: establishing a dialogue and following patterns. Wyd. Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej ; Politecnico di Milano. Dipartimento di Architettura e Studi Urbani.
- Bonenberg, W. (2022). Duchowy i społeczny wymiar wolności w architekturze. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr8*, strony 79-88. doi:10.21008/j.2658-2619.2022.8.6
- Bonenberg, W., Bardzinska-Bonenberg, T., Bonenberg, A. (2021). *Residences and Their Gardens. In Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure: Proceedings of the AHFE 2021 Virtual Conference on Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastruc-*

- ture, July 25-29, 2021, USA (pp. 172-180). Springer International Publishing.
- Bonenberg, W., Rybicki, S. M., Schneider-Skalska, G. i Stochel-Cyunel, J. (2022). Sustainable Water Management in a Krakow Housing Complex from the Nineteen-Seventies in Comparison with a Model Bio-Morpheme Unit. *Sustainability, Special Issue Architectural, Civil, and Infrastructure Engineering in View of Sustainability*, 14(9), 5499; <https://doi.org/10.3390/su14095499>.
- Brown, T. i Bhatti, M. (2003). Whatever Happened to "Housing and the Environment"? *Housing Studies*, Vol. 18, No. 4, strony 505–515. Pobrano z lokalizacji https://www.academia.edu/22212481/Whatever_Happened_to_Housing_and_the_Environment ; dostęp :20.03.2021
- Burszta-Adamiak, E. (2014). *Zielone dachy jako element zrównoważonych systemów odwadniających na terenach zurbanizowanych*. Wrocław: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., ... & Han, M. (2017). *Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives*. *Water research*, 115, 195-209.
- Cęckiewicz, W. (2008). *Krótkie eseje i najkrótsze myśli o architekturze*. Kraków: Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki. – Kraków : Wydaw. PK.
- Cęckiewicz W. (2016). *Twórczość*. Wydaw. PK, PAU, Kraków
- Chatterton, P. (2019). *The Bio City. In Unlocking Sustainable Cities: A Manifesto for Real Change*. London: Pluto Press.
- Chmielewski, J. M. (2010). *Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast*. (wyd. 3 popr. i uzup., 2010). Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Ciepliński, J., & Rybicki, S. M. (2016). *Impact of daily flow to mid-size WWTP bioreactor on electric energy consumption*. *Czasopismo Techniczne*, 2016(Środowisko 1-Ś (11) 2016), 29-43.
- Cimochowicz-Rybicka, M., & Rybicki, S. M. (2003). *Selected aspekt of risk minimization in energy recovery system. In Proc. Polish Swedish Seminar, Report (Vol. 10, pp. 99-107)*.
- Coffman, L. S. (2000). *Low-Impact Development Design Strategies; an Integrated Design Approach (Report)*. Prince George's County, Maryland. Washington, D.C.: U.S: Department of Environmental Resources (PGDER). Environmental Protection Agency.
- Cold, C., Kolstad, A. i Larssaeter, S. (1998). *Aesthetics, Well-being and Health – abstracts on theoretical and empirical research within environmental aesthetics*. Trondheim: NTNU .
- Conzen, M. (1960). *The Plan Analysis of an English City Centre*,. Proceedings of the IGU Symposium in Urban Geography, Lund Studies in Geography.

- Corburn, J. (2009). *W kierunku zdrowego miasta: ludzie, miejsca i polityka urbanistyki*. Mit Press. https://books.google.pl/books?hl=pl&lr=&id=crdNEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP10&ots=JCgpvs_r8t&sig=14bWfBGkWJGEOuNEvHnwcQCx-GCM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false; dostęp: 11.11.2020.
- Cristiano, E., Farris, S., Deidda, R. i Viola, F. (2021). Comparison of blue-green solutions for urban flood mitigation: A multi-city large-scale analysis. *PLoS ONE* 16(1). doi:10.1371/journal.pone.0246429
- Cuff, D. i Sherman, R. (2011). *Fast-Forward Urbanism: Rethinking Architecture's Engagement with the City*. Princeton Architectural Press.
- da Costa Pacheco, P. R., Gómez, Y. O. i Girard Teixeira, C. L. (2017). A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, Volume 141, strony 290-294. doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.097
- de Sá Silva, A. C., Bimbato, A. M., Balestieri, J. A. i Vilanova, M. R. (2022). Exploring environmental, economic and social aspects of rainwater harvesting systems: a review. *Sustainable Cities and Society*, 76. doi:10.1016/j.scs.2021.103475
- Despins, C., Farahbakhsh, K., Leidl, C. (2009). *Assessment of rainwater quality from rainwater harvesting systems in Ontario, Canada*. *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA*, 58(2), 117-134.
- DHSC. (brak daty). *Department of Health & Social Care*. <https://www.gov.uk/government/organisations/department-of-health-and-social-care>; dostęp 05.04.2023.
- Dimonda, K. i Webb, A. (2017, 11). Sustainable roof selection: Environmental and contextual factors to be considered in choosing a vegetated roof or rooftop solar photovoltaic system. *Sustainable Cities and Society*; <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.015>, strony 241-249.
- dompress.pl. (2021). *Kto kupuje nowe mieszkania podczas pandemii?* <https://dompress.pl/o-rynku-mieszkaniowym/kto-kupuje-mieszkania-w-pandemii,1591>; dostęp 14.10.2021.
- Ecocity Builders. (2020). What Is An Ecocity? *Ecocity Builders*. Pobrano z lokalizacji <https://ecocitybuilders.org/what-is-an-ecocity/>; dostęp: 20.04.2021
- Edel, R. (2017). *Odwodnienie dróg* (wyd. 2). Sulejówek: Wydawnictwa Komunikacji i łączności.
- EEA. (2021). *Water resources across Europe — confronting water stress: an updated assessment*. The European Environment Agency (EEA). Pobrano z lokalizacji <https://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe-confronting> ; dostęp: 22.05.2022
- Engineering. (2004). Evaporation from a Water Surface. *Engineering ToolBox*, https://www.engineeringtoolbox.com/evaporation-water-surface-d_690.html, dostęp: 20.01.2021.

- Farr, D. (2008). *Sustainable Urbanism. Urban Design with Nature*. Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sons.
- Furumai, H. (2008). *Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use*. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 33(5), 340-346.
- Gajewska, M., Rayss, J., Szpakowski, W., Wojciechowska, E., Wróblewska, D. (2019). *System powierzchniowej retencji miejskiej w adaptacji miast do zmian klimatu -od wizji do wdrożenia*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk.
- Gascon, M., Zijlema, W., Vert, C., White, M. P. i Nieuwenhuijsen, M. J. (2017). Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 220, Issue 8*. doi:10.1016/j.ijheh.2017.08.004.
- Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tiegies, Z. i Chastin, S. (2021). Mechanisms of impact of blue spaces on human health: a systematic literature review and meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2486.
- German Best Practices, Habitat II Global Best Practices Initiative in Improving the Living Environment, 1996, Bonn: Federal Ministry for Regional Planning, Building and Urban Development.
- Ghisi, E., da Fonseca Tavares, D., Rocha, V. L. (2009). *Rainwater harvesting in petrol stations in Brasília: Potential for potable water savings and investment feasibility analysis*. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(2), 79-85.
- Ghisleni, C. (2022). Co to jest urbanistyka ekologiczna? *Archidaily.com*, <https://www.archdaily.com/977930/what-is-ecological-urbanism>; dostęp: 12.12.2022.
- Godyń, I. (2022). Economic incentives in stormwater management: a study of practice gaps in Poland. *Water*, Vol. 14, Iss. 23. doi:10.3390/w14233817
- Godyń, I., Mączyłowski, A. i Nachlik, E. (2021). *Ocena i przeciwdziałanie zagrożeniu powodziowemu*. Kraków: Wydaw. PK.
- Gooley, T., Gooley, T., Gower, N., Konieczny, J. (2018). *Jak czytać wodę: wskazówki i znaki ukryte w morzach, jeziorach, rzekach i kałużach*. Otwarte. Kraków.
- Griffiths, S. i Sovacool, B. K. (2020). Rethinking the future low-carbon city: carbon neutrality, green design, and sustainability tensions in the making of Masdar Cit. *Energy Research & Social Science*. doi:10.1016/j.erss.2019.101368
- Guallart, V. (2020). From digital cities to biocities: harnessing the power of the digital revolution to reinvent the urban ecology model. *Architectural Design*, VOL.90, strony 72-75. doi:10.1002/ad.2571
- Guest, G., Bunce, A. i Johnson, L. (2006). How Many Interviews Are Enough?: An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*, 18(1), strony 59–82. doi:10.1177/1525822X05279903

- Gyurkovich, J. (2010). *Architektura w przestrzeni miasta : wybrane problemy*. Kraków: Wydaw. PK.
- Gyurkovich J., (2018). Współczesne środowisko mieszkaniowe – w poszukiwaniu klimatu miejskości/ Contemporary housing environment – in search for urban climate. *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury = Urbanity and Architecture Files*, T. 46, ss. 513-524
- Gyurkovich M., Gyurkovich J., (2021). New housing complexes in post-industrial areas in city centres in Poland versus cultural and natural heritage protection-with a particular focus on Cracow. *Sustainability*, Vol. 13, Iss. 1, Spec. Iss., ss. 1-36
- Gyurkovich M., (2022). Hybrid housing as the answer to the changing needs of contemporary society. *ACE : Architecture, City and Environment = ACE : Arquitectura, Ciudad y Entorno*; Y. 16 Iss. 48, ss. 1-17
- Gzell, S. (2020). *Urbanistyka XXI wieku*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Habraken, N. J. (1972). *Supports - An Alternative to Mass Housing*. London: Routledge.
- Haque, M., Rahman, A. i Samali, B. (2016). Evaluation of climate change impacts on rainwater harvesting. *Journal of Cleaner Production, Volume 137*, strony 60-69.
- Haupt P., Cseh A., 2020. House in the city – in search of the identity of contemporary housing complexes. *Środowisko Mieszkaniowe = Housing Environment* nr 30, ss 90-120.
- Hopkowicz, M., & Rybicki, S. M. (2014). *ENERGETIC AND ENGINEERING MUNICIPAL INFRASTRUCTURE IN FORMING THE DEVELOPMENT QUALITY OF THE POLISH CARPATHIANS*. *Geomatics, Landmanagement & Landscape*, (1).
- Horizon Studio . (2021). Dzielnicza Silo w Jaworznie. *Horizon Studio*. Pobrano z lokalizacji <https://www.horizone.com.pl/pl/projekty/dzielnicza-silo-w-jaworznie> (2021);dostęp: 03.03.2021
- Howard, E. (1902). *Garden Cities of To-Morrow*. London: SWAN SONNENSCHNEIN & CO., Ltd.; <https://archive.org/details/gardencitiestom00howagoog/page/n11/mode/1up?view=theater>; dostęp 11.03.2019.
- Ingels, B. i et al. (2020). *BIG. Formgiving. An Architectural Future History*. Cologne: Taschen GmbH.
- IPCC. (2023 b). About the IPCC. *ipcc.ch*, <https://www.ipcc.ch/about/>; dostęp: 3.01.2023.
- IPCC. (2023a). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. *IPCC* ; <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> ,dostęp: 12.03.2023.
- Iwanejko, R., & Rybicki, S. M. (2008). *Praktyczne aspekty stosowania metody hierarchicznego wyboru AHP w zagadnieniach zaopatrzenia w wodę*. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo–Techniczna „Zaopatrzenie W Wodę, Jakość I Ochrona Wód”, Poznań.

- Jagiełło-Kowalczyk, M. (2008). *Kształtowanie osiedli mieszkaniowych o charakterze ekologicznym*. Kraków: Wydaw. Astra.
- Jagiełło-Kowalczyk M., (2017). Integrated sustainable design. *Środowisko Mieszkanie/Housing Environment*, nr 19, ss. 180-186.
- Januchta-Szostak A., (2011). *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań
- Januchta-Szostak, A. (2020). *River-friendly cities : an outline of historical changes in relations between cities and rivers and contemporary water-responsible urbanization strategies*. Berlin: Peter Lang Publishing Group.
- Jenks, M. i Jones, C. (2010). Issues and Concepts. W M. Jenks i C. Jones, *Dimensions of the Sustainable City*. Springer Science+Business Media B.V. Pobrano z lokalizacji https://www.academia.edu/41337355/Dimensions_of_the_Sustainable_City?email_work_card=view-paper; dostęp 22.03.2022
- Kantarek A., (2015). *Morfologia i typologia formy urbanistyczne*. Wyd. Politechniki Krakowskiej
- Kantarek, A. (2019). *Tkanka urbanistyczna : wybrane zagadnienia*. Kraków: Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki. – Kraków : Wydaw. PK.
- Kapecki T., (2016). Home lost. [w:] *A house in a city: properties of an architectural thing*. Vol. 7. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków, ss.45-52.
- Khayal, S. i Farid, A. M. (2017). Designing Smart Cities for Citizen Health & Well-Being. *IEEE First Summer School on Smart Cities (S3C), Natal, Brazil,*, strony 120-125. doi:10.1109/S3C.2017.8501366
- Kierczyńska– Królikowska K., 2013, Zespoły mieszkaniowe: potrzeba harmonii w przestrzeni wokół nas. W: S. Gzell, red., *Kompozycja wielkoprzestrzenna w projektach zespołów mieszkaniowych i śródmiejskich*. Warszawa: URBANISTYKA, Międzyuczelniane Zeszyty Naukowe, Akapit-DTP, nr 18, s. 33-48.
- Kobylarczyk, J. (2018). *Uwarunkowania środowiskowe w projektowaniu obszarów mieszkaniowych*. (G. Schneider-Skalska, Red.) Kraków, Wydaw. PK.
- Kobylarczyk J. (2018). *Uwarunkowania Środowiskowe w projektowaniu obszarów mieszkaniowych*. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- Kobylarczyk J., Marchwiński J., (2019). Urban sociology assumption in the planning of housing areas. *Technical Transactions = Czasopismo Techniczne*; Vol. 116, Iss. 10, ss. 21-34.
- Kolavani, N. J., & Kolavani, N. J. (2020). *Technical feasibility analysis of rainwater harvesting system implementation for domestic use*. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102340.

- Koolhaas, R. (2004). *Content*. Cologne: Taschen GmbH.
- Kraków. Wybrane problemy ewolucji struktury miejskiej/Cracow. Selected Problems of the Urban Structure Evolution, 2016. Red. Gyurkovich J., Matusik A., Suchoń F. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków
- Krier, L. (2001). *Architectura czy przeznaczenie*. Warszawa: Arkady.
- Królikowska, J. i Królikowski, A. (2019). *Wody opadowe : odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie* (wyd. 2). Lublin: Wydawnictwo Seidel-Przywecki,.
- Krzaklewski, K. (2010). *Kameralność w wielorodzinnych zespołach mieszkaniowych, praca doktorska pod kierunkiem G. Schneider-Skalskiej*, . Kraków: Wyd. Politechniki Krakowskie.
- Krzaklewski S., (2015). *Kameralność w wielorodzinnych zespołach mieszkaniowych. Praca doktorska, Repozytorium Politechniki Krakowskiej*, Kraków.
- Kuc S., 2016. Hamburg (2013). The way of creating a new landscape. GSTF Journal of Engineering Technology, Vol. 4, Iss. 1, ss. 39-45
- Kubicki, P. (2021). ODPORNOŚĆ MIAST I NOWE. *Politeja; nr 5(74)*, strony 225-239. doi:10.12797/Politeja.18.2021.74.14
- Kumar, H., Singh, M. K., Gupta, M. P. i Madaan, J. (2020). Moving towards smart cities: solutions that lead to the smart city transformation framework. *Technol. Forecast. Soc. Change*, 153. doi:10.1016/j.techfore.2018.04.024
- Kurbiel, J., Żeglin, K., & Rybicki, S. M. (1996). *Implementation of the Cracow municipal wastewater reclamation system for industrial water reuse*. *Desalination*, 106(1-3), 183-193.
- Kusińska E., (2018). Sensory influence of water features within urban space. [w:] 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, SGEM 2018, 26 August - 01 September, 2018, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Vol. 5, Urban planning, architecture & design. Iss. 5.3, Architecture and design, Sofia, ss. 509-515.
- Lang, J. (1987). *Creating Architectural Theory: The Role of the Behavioral Sciences in Environmental Design*. New York : Van Nostrand Reinhold.
- Lenartowicz, J. K. (1992). *O psychologii Architektury próba Inwentaryzacji badań, Zakres Przedmiotowy i wpływ na architekturę*. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki. Kraków.
- Lenartowicz, J. K. (1997). *Słownik psychologii architektury dla studiujących architektu-rę*. Kraków: Politechnika Krakowska.
- Lenzholzer S., (2015). *Weather in the City. How Design Shapes the Urban Climate*. Nai010 publishers, Rotterdam.

- Levi-Strauss, C. (1970). *Antropologia strukturalna*. Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy.
- Liu, H., Ren, R. P., Remmr, H. i Nong, C. H. (2021). The effect of urban nature exposure on mental health - a case study of Guangzhou. *Journal of Cleaner Production*, VOL. 304. doi:10.1016/j.jclepro.2021.127100
- Majer A., (2010). *Socjologia i przestrzeń miejska*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Malinowski, P. A., Stillwell, A. S., Wu, J. S., & Schwarz, P. M. (2015). *Energy-water nexus: Potential energy savings and implications for sustainable integrated water management in urban areas from rainwater harvesting and gray-water reuse*. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 141(12), A4015003.
- Manteghi, G., Bin Limit, H. i Remaz, D. (2015). Water bodies an urban microclimate: A review. *Modern Applied Science, Volume 9, Issue 6,*, strony 1-12. doi:0.5539/mas.v9n6p1
- Mason, M. (2010). Sample Size and Saturation in PhD Studies Using Qualitative Interviews. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 11 (3), strony <https://doi.org/10.17169/fqs-11.3.1428>.
- McHarg, I. L. (1969). *Design with Nature*. New York: John Wiley & Sons.
- McLennan , J. F. (2004). *The Philosophy of Sustainable Design*. Kansas City: Ecotone Publishing Company LLC.
- Mełges H., Mełges M., (2012). Archetype of a city in the modern city space on the example of Cracow. *Architectus*, No. 2 (32), ss. 55-58.
- Messestadt Riem, München, Information Concerning Planning, 1996, State Capital of Munich represented by MRG Maßnahmeträger München-Riem GmbH, Munich, Germany.
- Mikosz, J., i Rybicki, S. M. (2008). *Estimation of rain-water treatment costs for a BNR wastewater treatment plant*.
- Mitchell, W. J. (2007). . Intelligent cities. *UOC papers*, 5, <https://uocpapers.uoc.edu/uocpapers/5/dt/eng/mitchell.pdf>; dostęp: 10.03.2021. strony 3-8.
- Mohanty, S. P., Choppali, U. i Kougianos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 5, no. 3, strony 60-70. doi:10.1109/MCE.2016.2556879
- Motak M., (2014). Cities of the future according to urban history. *Technical Transactions. Architecture = Czasopismo Techniczne. Architektura*. Iss. 2-A, ss. 215-243.
- Moughtin C., (1996). *Urban Design. Green Dimensions*. The Bass Press, Bath
- Mrowiec, M. (2020). *Retencja wód opadowych W Obszarach Zurbanizowanych: Monografia*. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej.

- Muras, A. (2018). *Wpływ zmiany klimatu na zdrowie*. Koalicja Klimatyczna. Warszawa : Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, https://oko.press/images/2018/06/Wplyw_zmiany_klimatu_na_zdrowie_ost2.pdf, dostęp 10.01.2023.
- Nesbitt, K. (1996). *Theorizing a New Agenda for Architecture. An Anthology of Architectural Theory 1965 – 1995*. Princeton Architectural Press.
- Nielsen, J. i Landauer, T. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference*, (strony 206-213). (Amsterdam. Pobrano z lokalizacji <https://www.nngroup.com/articles/interview-sample-size/> dostęp: 14.10.2022
- Niezabitowska, E. (2014). *Metody i techniki badawcze w architekturze*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Niezabitowski, A. (1979). O budowie przestrzennej dzieła architektonicznego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Budownictwo z. 49*. Pobrano z lokalizacji <http://delibra.bg.polsl.pl/Content/37996/Untitled.FR11.pdf>; dostęp: 08.12.2019
- Niezabitowski A., (1990). Środowisko zamieszkania a potrzeby psychiczne człowieka, [w:] Teka Kom. Urb. i Arch. O/PAN w Krakowie, t. XXIV, Kraków
- Niezabitowski A., (1997). O współczesnych teoriach i badaniach w dziedzinie estetyki środowiskowej. [w:] Sztuka piękna – architektura. Sesja Naukowa z okazji Jubileuszu Profesora J. Tadeusza Gawłowskiego, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków
- Niezabitowski, A. M. (2017). *O strukturze przestrzennej obiektów architektonicznych*. Katowice: „Śląsk” Wydawnictwo Naukowe.
- Norberg-Schulz, C. (1971). *Bycie, przestrzeń, architektura*. Warszawa: Wydawnictwo Murator.
- Nowa Karta Ateńska 2003 – Wizja miast XXI wieku, 2003, Firenze: Europejska Rada Urbanistów, Lizbona, 20 listopada 2003, Alinea, w: <http://www.tup.org.pl> (dostęp 10.03.2020).
- Oberascher, M., Rauch, W. i Sitzenfrei, R. (2022). Towards a smart water city: a comprehensive review of applications, data requirements, and communication technologies for integrated management. *Sustainable Cities and Society*, vol. 76. doi:10.1016/j.scs.2021.103442
- OCEANIX.ORG. (2020). OCEANIX.ORG. Pobrano z lokalizacji <https://oceanix.org/fresh-water-autonomy/>; dostęp 20.01.2020
- Ogrodnik, D. (2019). Nodes and Corridors of Metropolitan Structure Development. Identification and Parametrization Issues On Example of Krakow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; Vol. 471, Issue 11. doi:10.1088/1757-899X/471/11/112045

- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly journal of the royal meteorological society*, 108(455), strony 1-24; https://www.patarnott.com/pdf/Oake1982_UHI.pdf, dostęp 19.02.2023.
- Oliveira, V. (2016). *Urban Morphology. An Introduction to the Study of the Physical Form of Cities*. Springer International Publishing .
- ONZ. (2016). *Cele zrównoważonego rozwoju. Cel 6: Zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody i warunków sanitarnych*. Platforma SDG · Sustainable Development Goals. Pobrano z lokalizacji <https://www.un.org.pl/cel6>; dostęp 28.02.2021.
- Partners, F. a. (2008). Foster and Partners. Pobrano z lokalizacji <http://www.fosterandpartners.com/Projects/1515/Default.aspx>; dostęp 23.04.2021
- Pawlyn, M. (2016b). *Ecosystems as a unifying model for cities and industry, The Ellen MacArthur Foundation (ed.) A New Dynamic 2: Effective systems in a circular economy*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation Publishing.
- Pawlyn, M. (2016a). *Ecosystems as a unifying model for cities and industry, The Ellen MacArthur Foundation (ed.) A New Dynamic 2: Effective systems in a circular economy*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation Publishing.
- Pawlyn, M. (2016a). *Biomimicry in Architecture*. London: RIBA Publishing.
- Pinzón, T. M. (2012). *Modelling and sustainable management of rainwater harvesting in urban systems*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) .
- PLGBC. (2023). O nas; <https://plgbc.org.pl/o-nas/plgbc/>; dostęp 03.01.2023.
- Pluta K., (2000), Kształtowanie harmonijnego rozwoju środowiska mieszkaniowego współczesnych zespołów urbanistycznych, W: Mieszkanie, dom, środowisko mieszkaniowe na przełomie wieków, Zeszyty Naukowe Instytutu Projektowania Urbanistycznego Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej im. T. Kościuszki, nr 7) 00, Zakopane, s. 231-238.
- Pluta K., (2007), Nowe zespoły mieszkaniowe w miastach europejskich – projekty teoretyczne i realizacje, W: J. Gyurkovich, red., Współczesne miejskie środowisko zamieszkania: Architektura budynków mieszkalnych, Kraków: Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, seria: Architektura, z.2-A) 2007, Zeszyt 2, rok 104, s. 37-44.
- Pluta K., (2012), *Przestrzenie Publiczne Miast Europejskich. Projektowanie Urbanistyczne*, Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Pluta, K. (2014). *Przestrzenie publiczne miast europejskich. Projektowanie urbanistyczne. Wydanie 2. poprawione*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Pluta K., (2018) Woda w kompozycji współczesnych rozwiązań urbanistycznych i krajo-
brazowych. *Środowisko Mieszkaniowe/Housing Environment*. nr 24, s.60-73.

- Pluta, K. (2020). Współczesne środowisko mieszkaniowe - w ideach, realizacjach i edukacji. Contemporary housing environment – in ideas, realizations and education. *Housing Environment*, nr 32, strony 81--98. doi:10.4467/25438700SM.20.029.12893
- Popkiewicz, M. (2012). *Świat na rozdrożu*. Katowice: Sonia Draga.
- Pötz, H. (2020). BASED ON THE BOOK GREEN-BLUE GRIDS, MANUAL FOR RESILIENT CITIES. *GRIDS, URBAN GREEN BLUE Creative Industries Fund*. Pobrano z lokalizacji <https://www.urbangreenbluegrids.com/colophon/>; dostęp 17.01.2021
- Powell, K. (2006). *Richard Rogers. Architecture of the future*. Basel: Birkhäuser Publisher for Architecture.
- Preiser, W. i Smith, K. (2010). *Universal Design Handbook. Second edition*. New York City: McGraw Hill Book Co.
- PSDZ. (2023). STOWARZYSZENIE -HISTORI; <https://www.psdz.pl/historia>; dostęp 02.01.2023.
- PWN. (2023). *Internetowa Encyklopedia PWN*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl>, dostęp 20.02.2023.
- Quinn, J. D., Hadjimichael, A., Reed, P. M. i Steinschneider, S. (2020, 8 (11)). Can Exploratory Modeling of Water Scarcity Vulnerabilities and Robustness Be Scenario Neutral? *Earth's Future*, <https://doi.org/10.1029/2020EF001650>.
- Rapoport, A. (1969). *House, Form and Culture*. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J.
- Rapoport, A. (1977). *Human Aspects of Urban Form. Towards a Man-Environment Approach to Urban Form and Design*, Pergamon Press 1977. Warszawa 1999.: Wydawnictwo Murator.
- Rapoport, A. (1977). *Human Aspects of Urban Form: towards a Man - Environment Approach to Urban Form and Design*. Oxford: Pergamon Press.
- Raymond,, C. M., Frantzeskaki,, N., Kabisch, , N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., . . . Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, Volume 77, strony 15-24. doi:10.1016/j.envsci.2017.07.008
- Ritchie, H. i Roser, M. (2018). „Urbanization”. *Published online at OurWorldInData.org*. Pobrano z lokalizacji <https://ourworldindata.org/urbanization>;dostęp: 13.03.2021
- Rogers, R. i Power, A. (2000). *Cities for a Small Country*. London: Faber and Faber Limited.
- Rosala, M. (2021, October 31). How Many Participants for a UX Interview. *Nielsen Norman Group*, strony <https://www.nngroup.com/articles/interview-sample-size/>, dostęp 10.10.2022.

- Roser, M., Ortiz-Espina, E., Ritchie, H. i Rodés-Guirao, L. (2013). „*World Population Growth*”. *Published online at OurWorldInData.org*. Pobrano z lokalizacji <https://ourworldindata.org/world-population-growth>; dostęp 12.03.2021
- Rozwiązania materiałowo-technologiczne w nowych miejskich krajobrazach. 2018. [w:] *Technologie budowlane : konstrukcje i materiały.*, red. Celadyn W., Kuc S., Wyd. Politechniki Krakowskiej, ss.77-92.
- Róžański S., 1959. *Budowa miasta a jego klimat*. Arkady Warszawa.
- Ruano M., (1999), *EcoUrbanism, sustainable human settlements: 60 case studies*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SA.
- Ruano, M. (1999). *Ökologischer Städtebau*. Stuttgart+Zurich: Karl Kramer Verlag.
- Rybicki, S. (2019). *Racjonalizacja wykorzystania zasobów wodnych na terenach zurbanizowanych; Zasoby wodne Polski i ich użytkowanie*. Kraków: Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”; http://www.sladwodnymiest.pl/images/2019/20191108/Racjonalizacja_wykorzystania_zasob%C3%B3w_wodnych_na_terenach_zurbanizowanych.pdf, dostęp: 12.01.2023.
- Rybicki, S. A., & Rybicki, S. M. (2001). *Odrowadzanie i oczyszczanie wód deszczowych w strefach ochronnych ujęć wody*. *Ochrona środowiska*, (1), 3-8.
- Rybicki, S. M. (2003). *Modelling of phosphorus removal in presence of nitrates and its influence on an energy recovery from sludge*. In *Proc. Of a Polish-Swedish Seminar*.
- Rybicki, S. M. (2004). *Wykorzystanie wyników analiz wybranych wskaźników jakości wody w eksploatacji zakładów uzdatniania wody*. *Czasopismo Techniczne. Środowisko*, 101(3-Ś), 65-79.
- Rybicki, S. M. (2014). *Role of Primary Sludge Hydrolysis in Energy Recovery from Municipal Wastewater Sludge*. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(3).
- Rybicki, S. M. (2011). *Uzdatnianie i sieć*. *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*. Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
- Rybicki, S. M., & Krystkowiak, J. (2020). *Adverse impact of municipal solid waste transportation on collected stormwater biosolids quality*. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 322, p. 01055). EDP Sciences.
- Rybicki, S. M., i Plaza, E. (2006). *Gains of Swedish-Polish research co-operation in environmental engineering*. In *Proceedings of Polish-Swedish seminar on integration and optimization of urban sanitation systems* (pp. 17-18).
- Rybicki, S. M., Schneider-Skalska, G. i Stochel-Cyunel, J. (2022, Vol. 369). *Bio-Morpheme as innovative design concept for „Bio City” urban structure in the context of water-saving and human health*. *Journal of Cleaner Production*, str. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133266.

- Rybicki, S. M., i Wiewiórska, I. (2017). *Minimalizacja stężenia glinu w wodzie wodociągowej poddanej procesowi koagulacji*. Przemysł Chemiczny, 96.
- Rydin, Y., Bleahu, A., Davies, M., Dávila, J. D., Friel, S., De Grandis, G., . . . Hamilton, I. (2012). Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. *Lancet*. 379(9831), strony 2079–2108. doi:10.1016/S0140-6736(12)60435-8
- Ryńska, E. (2020). *Developing and Designing Circular Cities: Emerging Research and Opportunities*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1886-1>; dostęp: 19.08.2022.
- Schindler, B. Y., Blaustein, L., Lotan, R., Shalom, H., Kadas, G. J. i Seifan, M. (2018, 11). Green roof and photovoltaic panel integration: Effects on plant and arthropod diversity and electricity production. *Journal of Environmental Management* (225); <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.017>.
- Schneider-Skalska, G. (2004). *Kształtowanie zdrowego środowiska mieszkaniowego : wybrane zagadnienia*. Kraków: Politechnika Krakowska.
- Schneider-Skalska, G. (2011). *Designing a healthy housing environment: selected problems*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Schneider-Skalska, G. (2011). Trwanie struktury. *Technical Transactions. Architecture*, strony 338-345. Pobrano z lokalizacji <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/32347>; dostęp 19.08.2020
- Schneider-Skalska, G. (2012). *Zrównoważone środowisko mieszkaniowe : społeczne - oszczędne - piękne*. Kraków: Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki. – Kraków : Wydaw. PK.
- Schneider-Skalska, G. (2019). Housing environment – healthy and interdisciplinary. *W Interdisciplinarity of researches in architecture* (strony 39-50). Gliwice: Wydaw. Politechniki Śląskiej.
- Schneider-Skalska G., Lorek A., *Środowisko mieszkaniowe Krakowa - wybrane obszary, wybrane problemy/The Housing environment in Cracow – selected areas, selected problems*. [w:] Kraków.Wybrane problemy ewolucji struktury miejskiej/ Cracow. Selected Problems of the Urban Structure Evolution, ss. 53-82. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- Schneider-Skalska, G. i Tor, P. (2016). Residential areas in the structure of the city. Case studies from West Europe and Krakow. *Back to the Sense of the City : 11th VCT International monograph book, Year 2016, July, Krakow*, (strony 628-644). Barcelona.

- Semaan, M., Day, S. D., Garvin, M., Ramakrishnan, N., i Pearce, A. (2020). *Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review*. Resources, Conservation & Recycling: X, 6, 100033.
- Seruga W., (2009), „...co z tą formą?”, *Środowisko Mieszkaniowe*, 7, s. 191-194.
- Seruga W., (2013), *Zrównoważone zespoły mieszkaniowe jutra*, *Środowisko Mieszkaniowe*, 11, s. 303-340.
- Seruga, W. (2018). Zieleń i woda we współczesnych założeniach architektoniczno-urbanistycznych. *Środowisko Mieszkaniowe. Housing Environment*; 22, strony 174-249. doi:10.4467/25438700SM.18.029.8710
- Sirowy, B. (2010). *Phenomenological Concepts in Architecture. Towards a User-Oriented*. Oslo: AHO, PhD thesis 46.
- Sobczak, A. (2013). Jak można zdefiniować “smart city”? <http://inteligentnemiasta.pl/jak-mozna-zdefiniowac-smart-city-cz-1/4906/>; dostęp: 21.03.2021. *Inteligentnemiasta.pl*.
- Solarek, K. (2019). *Urban Design in Town Planning. Current Issues and Dilemmas from the Polish and European Perspective*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Solarek, K., Ryńska, E. i Mirecka, M. (2016). *Urbanistyka i architektura w zintegrowanym gospodarowaniu wodami*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Soleri, P. (1973). *The Bridge Between Matter & Spirit is Matter Becoming Spirit: The Arcology of Paolo Soleri*. New York City: Anchor Books.
- Stachura E., 2022. Tendencje rozwojowe w architekturze mieszkaniowej i mieszkalnictwie w Polsce w I dwudziestoleciu XXI w/Housing trends - XXI CE Poland. *Czasopismo Środowisko Mieszkaniowe/Housing Environment*; nr 38, ss.40-50
- Steinlein. Ch., Scheier, M., (2020) *Woda: Źródło życia. Wszystko o najważniejszej substancji na Ziemi*. Wydawnictwo Babaryba. Warszawa.
- Sumień, T. i Wegner-Sumień, A. (1990). *Ekologiczne Miasta Osiedla Budynki*. Warszawa: Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej.
- Sumlet, W. (2018). *Skala ludzka wnętrza urbanistycznego w wielorodzinnych osiedlach mieszkaniowych : praca doktorska*. Kraków: Instytut Projektowania Urbanistycznego, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej.
- Sumlet, W. (2018). *Skala ludzka wnętrza urbanistycznego w wielorodzinnych osiedlach mieszkaniowych: praca doktorska pod kierunkiem Prof. G. Schneider-Skalskiej*. Kraków: Politechnika Krakowska.
- Taffere, G. R., Beyene, A., Vuai, S. A., Gasana, J. i Seleshi, Y. (2016). Reliability analysis of roof rainwater harvesting systems in a semi-arid region of sub-Saharan Africa: case study of Mekelle, Ethiopia. *Hydrological Sciences Journal*, 61(6). doi:10.1080/02626667.2015.1061195

- TOR, P. (2021). *Ewolucja zasad kształtowania wysokiej jakości środowiska mieszkaniowego po 1945 r. : praca doktorska pod kierunkiem Prof. G. Schneider-Skalskiej*. Kraków: Politechnika Krakowska.
- Vale, B. i Vale, R. (1991). *Green Architecture*. Bulfinch Press.
- Van der Ryn, S. i Cowan, S. (1996). *Ecological Design*. Washington: Island Press.
- Vargas-Parra, M. V., Villalba, G., & Gabarrell, X. (2013). *Applying exergy analysis to rainwater harvesting systems to assess resource efficiency*. *Resources, Conservation and Recycling*, 72, 50-59.
- Vasiutina, H., Szarata, A., & Rybicki, S. (2021). *Evaluating the environmental impact of using cargo bikes in cities: A comprehensive review of existing approaches*. *Energies*, 14(20), 6462.
- Verma, P., Singh, P., Singh, R. i Raghubanshi, A. S. (2020). *Urban Ecology. Emerging Patterns and Social-Ecological Systems*. Elsevier Science Publishing Co Inc.
- Versini, P. A., Kotelnikova, N., Poulhes, A., Tchiguirinskaia, I., Schertzer, D. i Leurent, F. (2018). A distributed modelling approach to assess the use of Blue and Green Infrastructures to fulfil stormwater management requirements. *Landscape and Urban Planning*, 173, strony 60-63; <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.02.001>, dostęp 10.01.2023.
- Völker, S., Baumeister, H., Claßen, T., Hornberg, C. i Kistemann, T. (2013). *Evidence for the temperature-mitigating capacity of urban blue space — a health geographic perspective*. *Bonn: Erdkunde* 67 (4), 355–371., DOI: 10.3112/erdkunde.2013.04.05.
- Wang, G., Xiao, C., Qi, Z., Meng, F. i Liang, X. (2021). Development tendency analysis for the water resource carrying capacity based on system dynamics model and the improved fuzzy comprehensive evaluation method in the Changchun city, China. *Ecological Indicators*, Volume 122,. doi:10.1016/j.ecolind.2020.107232
- WAVIN. (2022 a). Rozsączanie wód deszczowych w miastach – przegląd możliwych rozwiązań. *Blog Wavin Polska*, <https://blog.wavin.com/pl-pl/rozsaczanie-wod-deszczowych-w-miastach-czesc-1>, dostęp: 01.04.2023.
- WAWIN. (2022b). Podczyszczanie wody deszczowej na przykładzie standardu DWA-M 153. *Blog Wavin Polska*, <https://blog.wavin.com/pl-pl/podczyszczanie-wody-deszczowej>, dostęp: 01.04.2023.
- Wrana, J. (2010). „Architektura–zrozumiały komunikat przestrzenny”. Biblioteka Cyfrowa Politechniki Krakowskiej.
- Wrana J., (2019). Ecological, innovative residential building complex in Kielce / Jan Wrana. [w]: *Theory of habitat : the contemporary context*, ss. 375-383

- Wrana, J., & Fitta, A. (2012). *Architektura a kontekst miejsca*. Budownictwo i Architektura, 11(2), 5-13.
- Wrana, J., & Skoczylas, O. (2014). *Rewitalizacja osiedla z wielkiej płyty w mieście Lipsko—uzupełnienie funkcji o budynek wielofunkcyjny*. Budownictwo i Architektura, 13(3), 349-354.
- WEF. (2020). *Global Risks Report*. the World Economic Forum; https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf, dostęp 20.03.2022.
- WEF. (2023). The World Economic Forum. *weforum.org* ; <https://www.weforum.org/about/world-economic-forum>, dostęp 12.01.2023.
- WEF. (2023b). *Global Risks Report 2023*. The World Economic Forum. Pobrano z lokalizacji <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023/data-on-global-risk-perceptions-2023/>; dostęp 02.03.2023
- Well, F. i Ludwig, F. (2020). Blue-green architecture: a case study analysis considering the synergetic effects of water and vegetation. *Frontiers of Architectural Research*, VOL.9, strony 191-202. doi:10.1016/j.foar.2019.11.001.
- WHO. (1946). *CONSTITUTION OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION*. NEW YORK: <https://www.who.int/about/governance/constitution>, dostęp 6.03.2023.
- WHO. (2003). World Health Organization. Health Systems Strengthening Glossary. WHO. Pobrano z lokalizacji <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-systems-strengthening-glossary.pdf> dostęp 20.03.2021
- WHO. (2021). WHO Global water, sanitation and hygiene: Annual report 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240057258>; dostęp: 12.12.2022.
- Wong, T. H. i Brown, R. R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. *Water Science & Technology*, 60 (3), strony 673–682. doi:10.2166/wst.2009.436
- Wu, D., Wang , Y., Fan , C. i Xia , B. (2018). Thermal environment effects and interactions of reservoirs and forests as urban blue-green infrastructures.
- Yang, H., Zhao, S. i Kim, C. (2022). Analysis of floating city design solutions in the context of carbon neutrality-focus on Busan Oceanix City. *Energy Reports*, Vol. 8,, strony 153-162. doi:10.1016/j.egyr.2022.10.310
- Yeang, K. (2009). *EcoMasterplanning*. New York.: John Wiley & Sons.
- Yeang, K. (1995). *Designing With Nature: The Ecological Basis for Architectural Design*. New York.: McGraw-Hill.
- Younos, T. (2011). *Zmiana paradygmatu: Holistyczne podejście do gospodarki wodnej w środowiskach miejskich*. *Frontiers of Earth Science* , 5 (4), 421-427.
- Zeisel, J. (2006). *Inquiry by Design. Environment/Behavior/Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape and Planning. Revised Edition*.

SPIS ILUSTRACJI

ILUSTRACJA 1 ZAKRES PROBLEMOWY. (ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE).....	25
ILUSTRACJA 2. SCHEMAT BLOKOWY PRZEPROWADZONYCH PROCESÓW BADAWCZYCH.	31
ILUSTRACJA 3 PODSUMOWANIE DANYCH Z GLOBALNEGO RAPORTU RYZYK OZNACZENIA KOLORYSTYCZNE ZAGROŻEŃ NA WYKRESIE.....	41
ILUSTRACJA 4.A PRZYKŁADY BIO-CITY	48
ILUSTRACJA 4.B PRZYKŁADY BIO-CITY.....	49
ILUSTRACJA 5. OCEANIX CITY. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, BIG, 2019)	52
ILUSTRACJA 6 TOYOTA WEVEN CITY. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, 2018).....	52
ILUSTRACJA 7 OCEANIX CITY. WIZUALIZACJA ŹRÓDŁO: (BIG, BIG, 2019)	52
ILUSTRACJA 8 TOYOTA WEVEN CITY. RZUT. ŹRÓDŁO: (BIG, 2018).....	52
ILUSTRACJA 9 SILO DZIELNICA JAWORZNA. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (HORIZON STUDIO , 2021)	53
ILUSTRACJA 10 MASDAR. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Foster and Partners, 2008).....	53
ILUSTRACJA 11 BO01 DZIELNICA MALMO. RZUT. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (PÖTZ, 2020).....	53
ILUSTRACJA 12. SILO DZIELNICA JAWORZNA. WIZUALIZACJA ŹRÓDŁO: (HORIZON STUDIO, 2021).....	53
ILUSTRACJA 13. MASDAR. WIZUALIZACJA. ŹRÓDŁO: (Foster and Partners, 2008)	53
ILUSTRACJA 14. BO01 DZIELNICA MALMO. ZDJĘCIE ŹRÓDŁO: http://Sus.Wuresidentialarea-bo01.html	53
ILUSTRACJA 15. OCEANIX CITY. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, BIG, 2019)	58
ILUSTRACJA 16. TOYOTA WEVEN CITY. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (BIG, 2018)	58
ILUSTRACJA 17. SILO DZIELNICA JAWORZNA. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (HORIZON STUDIO , 2021)	59
ILUSTRACJA 18. MASDAR. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (Foster and Partners, 2008).....	59
ILUSTRACJA 19. BO01 DZIELNICA MALMO. RZUT MORFEMU. ŹRÓDŁO: OPRAC. WŁASNE NA PODSTAWIE (PÖTZ, 2020)	59
ILUSTRACJA 20. PRZYKŁADOWE STRUKTURY PRZESTRZENNE W OBSZARACH MIESZKANIOWYCH KRAKOWA	61
ILUSTRACJA 21. PRZYKŁADOWE FORMY KWARTAŁÓW FUNKCJONUJĄCYCH W KRAKOWIE	63

ILUSTRACJA 22. PODSTAWOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA WG RICHARDA ROGERSA – 75 JEDNO-STEK MIESZKALNYCH, OBSZAR 100 METRÓW X 100 METRÓW (ROGERS&POWER, 2000, S. 180).....	65
ILUSTRACJA 23. DOMY NA WODZIE. FOT. J.S. CYUNEL.....	70
ILUSTRACJA 24. DOMY NA WODZIE. FOT. J.S. CYUNEL.....	71
ILUSTRACJA 25. WODA W PRZESTRZENIACH SĄSIEDZKICH.	72
ILUSTRACJA 26. WODA JAKO MAŁA ARCHITEKTURA. FOT. J.S. CYUNEL	73
ILUSTRACJA 27. ZMIENNOŚĆ WARTOŚCI OPADU ROCZNEGO I CHARAKTERYSTYCZNYCH OPADÓW MIESIĘCZNYCH (DANE IMGW DLA M. KRAKOWA).....	81
ILUSTRACJA 28. STRUKTURA ZUŻYCIA WODY WEDŁUG POTRZEB MIESZKAŃCÓW – WARTOŚCI ŚREDNIE W PROCENTACH (RYBICKI ET AL.,2022).....	83
ILUSTRACJA 29. OBJĘTOŚĆ OPADÓW W LATACH SUCHYCH I LATACH MOKRYCH W UJĘCIU MIESIĘCZNYM W OKRESIE OD ROKU 2010 DO ROKU 2020.....	83
ILUSTRACJA 30. DZIENNE OPADY DESZCZU W WYBRANYCH MIESIĄCACH LATA SUCHYCH I MOKRYCH (BADANIA NA WISIE PK)	84
ILUSTRACJA 31. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK SUCHY, MIESIĄC MAJ.....	86
ILUSTRACJA 32. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK SUCHY, MIESIĄC WRZESIEŃ	86
ILUSTRACJA 33. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK MOKRY, MIESIĄC MAJ.....	87
ILUSTRACJA 34. WIELKOŚĆ OPADU W POSZCZEGÓLNYCH DNIACH – ROK MOKRY, MIESIĄC WRZESIEŃ	87
ILUSTRACJA 35. ZBIORNIKI WODNE. FOT. J.S.CYUNEL	90
ILUSTRACJA 36. CIEKI WODNE. FOT. J.S.CYUNEL	91
ILUSTRACJA 37. NIECKI ROZSĄCZALNE I „OSIEDLOWE POLDERY”	92
ILUSTRACJA 38. ELEMENTY MAŁEJ ARCHITEKTURY I DETALE ARCHITEKTONICZNE. FOT. J.S.CYUNEL.....	93
ILUSTRACJA 39. SCHEMAT BLOKOWY PROCESU BADAWCZEGO – KRYSTALIZACJA MODELOWEJ JEDNOSTKI MIESZ-KANIOWEJ STRUKTURY BIO-CITY.	98
ILUSTRACJA 40. MODELOWA JEDNOSTKA MIESZKANIOWA – BIO-MORFEM. PARAMETRY FUNKCJONALNO-PRZESTRZENNE PRZYJĘTE DO BADAŃ EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA WODY W OBSZARZE MORFEMU.....	101
ILUSTRACJA 41. BIO-MORFEM - WARIANT 1.....	119
ILUSTRACJA 42. BILANS WÓD OPADOWYCH WYTWORZONYCH I WYKORZYSTANYCH NA OBSZARZE BIO-MORFEMU POZA SYSTEMEM ZASPOKAJANIA POTRZEB BYTOWYCH MIESZKAŃCÓW BIO-MORFEMU.	120
ILUSTRACJA 43. OSTATECZNE UKSZTAŁTOWANIE BIO-MORFEMU WERSJA 1.....	122

ILUSTRACJA 44. ODDZIAŁYWANIE BIO-MORFEMU NA ŚRODOWISKO I CZŁOWIEKA. ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE (Rybicki, Schneider-Skałska i Stochel-Cyuneł, 2022).	123
ILUSTRACJA 45. BIO-MORFEM WERSJA 2	124
ILUSTRACJA 46. OSTATECZNE UKSZTAŁTOWANIE BIO-MORFEM WERSJA 2	127
ILUSTRACJA 47. BIO-MORFEMU WERSJA 3	128
ILUSTRACJA 48. OSTATECZNE UKSZTAŁTOWANIE BIO-MORFEMU WERSJA 3	130
ILUSTRACJA 49. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEZ WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK SUCHY MIESIĄC - MAJ	132
ILUSTRACJA 50. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEZ WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK SUCHY MIESIĄC WRZESIEŃ.	132
ILUSTRACJA 51. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEZ WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK MOKRY MIESIĄC MAJ.	133
ILUSTRACJA 52. STOPIEŃ MOŻLIWEGO ZASPOKOJENIA POTRZEB DOBOWYCH W ZAKRESIE GOSPODARKI WODNEJ W BIO-MORFEMIE POPRZEZ WYKORZYSTANIE WÓD OPADOWYCH. ROK MOKRY MIESIĄC WRZESIEŃ.	133
ILUSTRACJA 53. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WERSJA 2, MIESIĄC MAJ, ROK SUCHY.	135
ILUSTRACJA 54. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WERSJA 2, MIESIĄC WRZESIEŃ, ROK SUCHY.	135
ILUSTRACJA 55. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WERSJA 2, MIESIĄC WRZESIEŃ, ROK MOKRY.	136
ILUSTRACJA 56. PROPORCJE WYKORZYSTANIA WODY SPOZA SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO, BIO-MORFEM, WERSJA 2, MIESIĄC MAJ, ROK MOKRY.	136
ILUSTRACJA 57. PROCENTOWE ZESTAWIENIE OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMACH	138
ILUSTRACJA 58. OBJĘTOŚCIOWE ZESTAWIENIE OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMACH	138
ILUSTRACJA 59. ZDJĘCIA DO PYTANIA 14 ANKIETY. ZESTAW A-C1	160
ILUSTRACJA 60. ZDJĘCIA DO PYTANIA 14 ANKIETY. ZESTAW D-F1	161
ILUSTRACJA 61. ZDJĘCIA DO PYTANIA 14 ANKIETY. ZESTAW G-I	162

SPIS TABEL

TABELA 1. PRZYKŁADY PROJEKTÓW URBANISTYCZNYCH SPEŁNIAJĄCYCH WARUNKI BIO-CITY. (ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE)	52
TABELA 2. PRZYKŁADY MORFEMÓW W STRUKTURZE BIO-CITY	58
TABELA 3. ZMIENNOŚĆ POTENCJAŁU POZYSKIWANIA WÓD OPADOWYCH – DANE DLA KRAKOWA (POLSKA) W OKRESIE 2010-2018	80
TABELA 4. ELEMENTY BŁĘKITNO –ZIELONEJ INFRASTRUKTURY. ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE	89
TABELA 5. POTENCJAŁ WYKORZYSTANIA WODY SZAREJ NA TLE WODY DESZCZOWEJ DLA ZASTĄPIENIA WODY WODOCIĄGOWEJ	106
TABELA 6. BILANS OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE WARIANT 1	121
TABELA 7. BILANS OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE WARIANT 2	126
TABELA 8. BILANS OSZCZĘDNOŚCI WODY W BIO-MORFEMIE	129
TABELA 9. SPRAWDZENIE REALIZACJI ZAŁOŻONYCH WARUNKÓW DLA POSZCZEGÓLNYCH.....	139

ZAŁĄCZNIKI

ANKIETA (JĘZYK POLSKI)

Określenie preferencji potencjalnych mieszkańców w zakresie obecności wody i sposobów jej zagospodarowania w zespołach zabudowy mieszkaniowej.

Szanowni Państwo,

Uprzejmie proszę o wypełnienie kwestionariusza ankiety, która jest częścią badań naukowych związanych z pracą doktorską na temat racjonalnej gospodarki wodnej w środowisku mieszkaniowym, prowadzonych w ramach Szkoły Doktorskiej Politechniki Krakowskiej oraz programu POLIDOCUS.

Celem ankiety jest określenie preferencji potencjalnych mieszkańców w zakresie obecności wody i sposobów jej zagospodarowania w zespołach zabudowy mieszkaniowej. Ankieta jest całkowicie anonimowa, dane osobowe nie są w żaden sposób gromadzone ani przetwarzane, udział w ankiecie jest dobrowolny a wyniki ankiety służą wyłącznie celom naukowym.

Ankieta składa się z 18 pytań z odpowiedziami do wyboru, a wypełnienie jej zajmuje ok 5 do 10 min.

Bardzo Państwu dziękuję za poświęcony czas i za udział w ankiecie.

mgr inż. arch.

Jadwiga Stochel-Cyunei

Szkoła Doktorska Politechniki Krakowskiej

-
1. Czy wiesz co to jest retencja wodna i potrafisz wytłumaczyć na czym ona polega?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Zdecydowanie tak
- Tak
- Raczej tak
- Trudno powiedzieć
- Raczej nie
- Nie
- Zdecydowanie nie

2. Czy według Ciebie oszczędzanie wody pitnej jest ważne?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Zdecydowanie tak
- Tak
- Raczej tak
- Trudno powiedzieć
- Raczej nie
- Nie
- Zdecydowanie nie

3. Czy wiesz co to jest woda szara i jak można ją wykorzystać?
Zaznacz tylko jedną odpowiedź.
- Zdecydowanie tak
 - Tak
 - Raczej tak
 - Trudno powiedzieć
 - Raczej nie
 - Nie
 - Zdecydowanie nie
4. Czy wiesz, jak można wykorzystywać zebraną z dachów wodę opadową (deszczową)?
Zaznacz tylko jedną odpowiedź.
- Zdecydowanie tak
 - Tak
 - Raczej tak
 - Trudno powiedzieć
 - Raczej nie
 - Nie
 - Zdecydowanie nie
5. Czy według Ciebie podlewanie roślin zgromadzoną i oczyszczoną wodą opadową (deszczową) jest lepsze niż podlewanie roślin wodą z sieci wodociągowej?
Zaznacz tylko jedną odpowiedź.
- Zdecydowanie tak
 - Tak
 - Raczej tak
 - Trudno powiedzieć
 - Raczej nie
 - Nie
 - Zdecydowanie nie
6. Czy w twoim miejscu zamieszkania chciałbyś/chciałabyś wykorzystywać wodę opadową (deszczową) i wodę szarą, w celu oszczędności wody pitnej, zmniejszenia jej poboru z sieci oraz zmniejszenia kosztów jej poboru?
Zaznacz tylko jedną odpowiedź.
- Zdecydowanie tak
 - Tak
 - Raczej tak
 - Trudno powiedzieć
 - Raczej nie
 - Nie
 - Zdecydowanie nie

7. Czy chciałbyś/chciałabyś, aby Twoje miejsce zamieszkania było otoczone różnorodną roślinnością?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Zdecydowanie tak
- Tak
- Raczej tak
- Trudno powiedzieć
- Raczej nie
- Nie
- Zdecydowanie nie

8. Czy według Ciebie wprowadzenie stawu, oczka wodnego, fontanny itp. Na teren rekreacyjny osiedla mieszkaniowego korzystnie wpłynęłoby na jego mikroklimat, np. obniżyło odczuwalną temperaturę powietrza, zwiększyło wilgotność, poprawiło wymianę powietrza?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Zdecydowanie tak
- Tak
- Raczej tak
- Trudno powiedzieć
- Raczej nie
- Nie
- Zdecydowanie nie

9. Czy dobrze się czujesz / lubisz spędzać czas w bliskim sąsiedztwie wody?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Zdecydowanie tak
- Tak
- Raczej tak
- Trudno powiedzieć
- Raczej nie
- Nie
- Zdecydowanie nie

10. Czy chciałbyś / chciałabyś mieszkać w pobliżu otwartego zbiornika wody?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Zdecydowanie tak
- Tak
- Raczej tak
- Trudno powiedzieć
- Raczej nie
- Nie
- Zdecydowanie nie

11. Wskaż formę wody, w sąsiedztwie której najbardziej chciałbyś / chciałybyś zamieszkać (zaznacz maksymalnie cztery odpowiedzi):

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- Rzeka
- Jezioro
- Strumyk
- Staw z roślinnością wodną
- Staw z pomostami i z roślinnością wodną
- Zbiornik wodny z możliwością pływania
- Oczko wodne z fontanną i roślinnością
- Fontanna
- Mały, płytki ciek wodny
- Plac wodny
- Wodny plac zabaw
- Ściana wodna / miejski wodospad
- Płytki zbiornik na dachu
- Nie chcę mieszkać w pobliżu wody
- Inne:

12. Jaką odległość od mieszkania do jakiegokolwiek formy wody (zbiornik, strumyk, fontanna, otwarty zbiornik wodny, itp.) preferujesz?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Bezpośrednie sąsiedztwo – bezpośredni kontakt z wodą i jej widok z okna
- Bliskie sąsiedztwo – w zasięgu widoku z okna, na terenie zespołu mieszkaniowego
- Dalsze sąsiedztwo – woda widoczna z okna, poza terenem zespołu mieszkaniowego
- Odległe sąsiedztwo – poza obszarem zespołu mieszkaniowego, od 5 do 10 min dojścia pieszego
- Nie chcę mieszkać w pobliżu wody

13. Jaką głębokość wody jesteś w stanie zaakceptować w bezpośrednim/bliskim sąsiedztwie swojego zamieszkania - na terenie zespołu mieszkaniowego?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Do 10 cm – głębokość do kostek Do 40 cm – głębokość do kolan
- Do 70 cm – głębokość do ud
- Do 100 cm - głębokość do pasa
- Do 150 cm - głębokość do ramion
- Powyżej 150 cm
- Głębokość zbiornika nie ma dla mnie znaczenia
- Nie chcę otwartego zbiornika wody w miejscu mojego zamieszkania

(na terenie zespołu mieszkaniowego)

14. Z przedstawionych na zdjęciach rozwiązań elementów architektury związanych z wprowadzeniem wody do terenów mieszkaniowych wybierz te, które wydają ci się najkorzystniejsze (zaznacz maksymalnie cztery odpowiedzi):

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi



A_RZEKA



A1_RZEKA



B_JEZIORO



B1_JEZIORO



C_STRUMYK



C1_STRUMYK



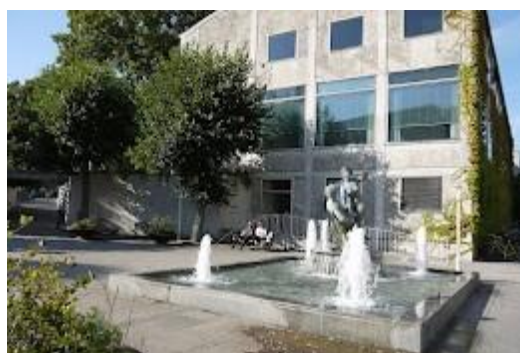
D_STAW / ZBIORNIK WODNY



D1_STAW / ZBIORNIK WODNY

E_BASEN / ZBIORNIK WODNY Z
MOŻLIWOŚCIĄ PŁYWANIAE1_BASEN / ZBIORNIK WODNY Z
MOŻLIWOŚCIĄ PŁYWANIA

F_FONTANNA



F1_FONTANNA



G_PLAC WODNY



ŹRÓDŁO: Fot. Bogusław Świerzowski. <http://bitly.pl/9HggG>

G1_PLAC WODNY



ŹRÓDŁO: <http://bitly.pl/HUodR>

H_ŚCIANA WODNA



H1_ŚCIANA WODNA



ŹRÓDŁO: <https://www.youtube.com/watch?v=T90C0tPMLhk>

I_ZBIORNIK NA DACHU

ŻADNE Z PRZEDSTAWIONYCH NIE WYDAJĄ
MI SIĘ WŁAŚCIWE

15. Które z poniższych elementów miały największy wpływ na Twój wybór w poprzednim pytaniu (zaznacz maksymalnie cztery odpowiedzi):

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- Wielkość powierzchni wodnej
- Bezpośredni kontakt z wodą lub jej widok z mieszkań
- Obecność zieleni
- Bezpośredni kontakt z zielenią lub widok zieleni z mieszkań,
- Estetyka zaproponowanych rozwiązań
- Zagospodarowanie terenu
- Ukształtowanie terenu Inne:

16. Twoja płeć *

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Mężczyzna
- Kobieta
- Osoba niebinarna
- Żadna z powyższych
- Wolę nie odpowiadać

17. Twój wiek *

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- mniej niż 18 lat
- 18 -25 lat
- 26 - 35 lat
- 36 -65 lat
- 66 lat i więcej
- Wolę nie odpowiadać

18. Twoje obecne miejsce zamieszkania *

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Wieś
- Miasto do 50 tys.
- Miasto od 50 tys. do 150 tys.
- Miasto od 150 tys. do 500 tys.
- Miasto powyżej 500 tys.
- Wolę nie odpowiadać

WYWIADY

ZAPIS SKRÓCONY WYWIADU POGŁĘBIONEGO

RESPONDENT 1

Twoja płeć: woman

Twój wiek: 26

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): Lovech

Narodowość: Bulgaria

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

There is not that much drinkable water and we need to save it. Not only for us but also for the future generations.

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

I like to swim, it's cooling and fresh. I feel relaxed. It seems natural that we (as humans) love being close to the water.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

No, I would love to live in the city that has water. In the city where I live in it's very dry.

4. Które opcje wybrałaś/wybrałeś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

E F G1 I

I can swim inside or it just gives me the feeling of freshness and relaxation.

RESPONDENT 2

Twoja płeć: man

Twój wiek: 23

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): Split

Narodowość: Croatia

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

It depends of the context. Potable water is crucial for us. I believe that saving it in a sense of collecting/harvesting rainwater during summer or in dry areas is very important. But in the cities or industrial areas we don't have to care that much because the water is in a cycle. There is no need of saving resources that are not limited in the same area.

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

Water makes me relax. It has this amazing cooling effect, especially when the temperature is high. In very hot summer days I feel good only close to the water.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

I'm not living close to the water but I would love to. I don't think there are any major disadvantages of it.

4. Które opcje wybrałaś/wybrałeś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

A1 B B1 F

The chosen pictures look minimalistic and good at the same time. Less is more.

RESPONDENT 3

Twoja płeć: man

Twój wiek: 22

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): 11k

Narodowość: Italy

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

It is very important because we need the water to survive and the majority of the water in the world is not drinkable (oceans).

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

I like being close to the water because it usually makes an environment/surrounding better, more diversified and more interesting.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

No I think it's very good.

4. Które opcje wybrałeś/wybrałaś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

A B D F

I like when the water is close to plants and greenery.

RESPONDENT 4

Twoja płeć: woman

Twój wiek: 24

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): Split

Narodowość: Croatia

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

It's very important for future generations. Water is something irreplaceable. I want my kids to live in the world where there is enough of all needed resources.

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

I love being close to the water because it's aesthetic and calming. I live close to the sea and whenever I feel stressed I go to look at it. I like swimming too.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

I can imagine myself living far away from a seacoast but I cannot imagine living far away from the water. I need a lake or at least a river in my direct neighborhood. Although I think mosquitos are the biggest disadvantage of living close to open water reservoir.

4. Które opcje wybrałaś/wybrałeś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

A B E F

I've chosen those because of aesthetic values.

RESPONDENT 5

Twoja płeć: Female

Twój wiek: 19

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): Paryż

Narodowość: French

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

Saving potable water is important for me for various reasons. First, it's essential to our live. Then, we live in an era where consummation became more and more important and where the population on earth is constantly increasing. Thus the fact of saving potable water is really necessary and even more now because there's not much water left because of human print.

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

I like to be close to the water, because it's peaceful environment where I can feel free and safe.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

Obviously yes I would love to live close to open water places but on the other hand yes I would also have concerns about this because of natural phenomenas, it can be a bit unsafe, we never know what can happen.

4. Które opcje wybrałaś/wybrałeś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

E

This place it's the only one where I could live because it looks really paradisaical and peaceful.

RESPONDENT 6

Twoja płeć: męczyzna (człowiek)

Twój wiek: 21

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): Wrocław

Narodowość: Polska

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

Oszczędzanie wody pitnej jest moim zdaniem bardzo ważne, ponieważ, mimo że wydaje się nam, że nigdy jej nie zabraknie, jej zasoby są wyczerpywalne.

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

Lubię przebywać w pobliżu wody głównie ze względu na rekreacyjne możliwości jakie daje, takie jak windsurfing, surfing, czy ogólne korzystanie z przebywania na plaży lub wybrzeżu jeziora.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

Nie mam zbyt wielu obaw - jedynie mieszkając tuż przy wybrzeżu mógłbym mieć wątpliwości dotyczące zwiększania się poziomu wody (np spowodowane go topnieniem lodowców przez efekty globalnego ocieplenia)

4. Które opcje wybrałaś/wybrałeś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

B B1 E

Wybrałem te rozwiązania, ponieważ są w mojej opinii najlepszymi miejscami do przebywania - jezioro/rzeka tuż obok ładnego lasu, wakacyjna plaża czy morze tuż przy domach.

RESPONDENT 7

Twoja płeć: woman

Twój wiek: 24

Wielkość miasta, w którym mieszkasz (szacunkowa ilość mieszkańców): Barcelona

Narodowość: Spain

PYTANIA DODATKOWE DO KWESTIONARIUSZA ANKIETOWEGO

1. Powiedz, dlaczego oszczędzanie wody pitnej jest dla ciebie ważne/nie ważne?

It is important because of the planet. We need water, animals need water and the whole ecosystem is based on water. But resources of potable water are not unlimited and we shouldn't overuse it. I try to save water for example while washing dishes.

2. Dlaczego lubisz/nie lubisz przebywać w pobliżu wody?

I like being close to water. I would describe myself as a sea person. I feel spiritual connection with water. It calms me down and have positive impact on my mental health.

3. Czy masz jakieś obawy związane z mieszkaniem blisko otwartego zbiornika wody?

I think that humidity may be considered as a big problem when someone is living close to the open water area. That's the only thing that I would like to avoid, although it's not possible.

4. Które opcje wybrałeś/wybrałaś w pytaniu 14 i dlaczego, co wpłynęło na twój wybór?

B, E, F1

Closeness to the nature and possibility of swimming were important for me