



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**

Wydział Architektury

Imię i nazwisko autora rozprawy: **Joanna Rayss**  
Dyscyplina naukowa: **Architektura i Urbanistyka**

## ROZPRAWA DOKTORSKA

Tytuł rozprawy w języku polskim:

***Zielona infrastruktura miasta a wody opadowe. Potencjał zrównoważonego rozwoju Gdańska.***

Tytuł rozprawy w języku angielskim:

***Green Infrastructure of the city and rainwater. The potential for the sustainable development of Gdansk.***

Promotor  <i>podpis</i>	Drugi promotor  <i>podpis</i>
Dr hab. inż. arch. Aleksandra Sas-Bojarska, prof. nadzw. PG	<Tytuł, stopień, imię i nazwisko>
Promotor pomocniczy  <i>podpis</i>	Kopromotor  <i>podpis</i>
<Stopień, imię i nazwisko>	<Tytuł, stopień, imię i nazwisko>

Gdańsk, rok 2017.



The author of the PhD dissertation: **Joanna Rayss**  
Scientific discipline: **Architecture and Urban Planning**

## DOCTORAL DISSERTATION

Title of PhD dissertation:

***Green Infrastructure of the city and rainwater. The potential for the sustainable development of Gdansk.***

Title of PhD dissertation (in Polish):

***Zielona infrastruktura miasta a wody opadowe. Potencjał zrównoważonego rozwoju Gdańska.***

Supervisor	Second supervisor
<i>signature</i>	<i>signature</i>
Dr hab. inż. arch. Aleksandra Sas-Bojarska, prof. nadzw. PG	<Title, degree, first name and surname>
Auxiliary supervisor	Cosupervisor
<i>signature</i>	<i>signature</i>
<Title, degree, first name and surname>	<Title, degree, first name and surname>

Gdańsk, year 2017.





## OŚWIADCZENIE

Autor rozprawy doktorskiej: Joanna Rayss

Ja, niżej podpisany(a), wyrażam zgodę/~~nie wyrażam zgody\*~~ na bezpłatne korzystanie z mojej rozprawy doktorskiej zatytułowanej:

*Zielona infrastruktura miasta a wody opadowe. Potencjał zrównoważonego rozwoju Gdańska do celów naukowych lub dydaktycznych.*<sup>1</sup>

Gdańsk, dnia 02.11.2017

.....  
*podpis doktoranta*

Świadomy(a) odpowiedzialności karnej z tytułu naruszenia przepisów ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 2006 r., nr 90, poz. 631) i konsekwencji dyscyplinarnych określonych w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2012 r., poz. 572 z późn. zm.),<sup>2</sup> a także odpowiedzialności cywilno-prawnej oświadczam, że przedkładana rozprawa doktorska została napisana przeze mnie samodzielnie.

Oświadczam, że treść rozprawy opracowana została na podstawie wyników badań prowadzonych pod kierunkiem i w ścisłej współpracy z promotorem Dr hab. inż. arch. Aleksandrą Sas-Bojarską, prof. nadzw. PG, ~~drugim promotorem <drugi promotor>~~, promotorem pomocniczym ~~<promotor pomocniczy>~~, ~~kopromotorem <kopromotor>~~\*.

Niniejsza rozprawa doktorska nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadaniem stopnia doktora.

Wszystkie informacje umieszczone w ww. rozprawie uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami zgodnie z art. 34 ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

Potwierdzam zgodność niniejszej wersji pracy doktorskiej z załączoną wersją elektroniczną.

Gdańsk, dnia 02.11.2017

.....  
*podpis doktoranta*

Ja, niżej podpisany(a), wyrażam zgodę/~~nie wyrażam zgody\*~~ na umieszczenie ww. rozprawy doktorskiej w wersji elektronicznej w otwartym, cyfrowym repozytorium instytucjonalnym Politechniki Gdańskiej, Pomorskiej Bibliotece Cyfrowej oraz poddawania jej procesom weryfikacji i ochrony przed przywłaszczeniem jej autorstwa.

Gdańsk, dnia 02.11.2017

.....  
*podpis doktoranta*

\*) niepotrzebne skreślić

<sup>1</sup> Zarządzenie Rektora Politechniki Gdańskiej nr 34/2009 z 9 listopada 2009 r., załącznik nr 8 do instrukcji archiwalnej PG.

<sup>2</sup> Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym: Rozdział 7 Odpowiedzialność dyscyplinarna doktorantów, Art. 226.





## STATEMENT

The author of the PhD dissertation: Joanna Rayss

I, the undersigned, agree/~~do not agree~~\* that my PhD dissertation entitled:  
**Green Infrastructure of the city and rainwater. The potential for the sustainable development of Gdansk** may be used for scientific or didactic purposes.<sup>1</sup>

Gdańsk,.....

.....  
*signature of the PhD student*

Aware of criminal liability for violations of the Act of 4<sup>th</sup> February 1994 on Copyright and Related Rights (Journal of Laws 2006, No. 90, item 631) and disciplinary actions set out in the Law on Higher Education (Journal of Laws 2012, item 572 with later amendments),<sup>2</sup> as well as civil liability, I declare, that the submitted PhD dissertation is my own work.

I declare, that the submitted PhD dissertation is my own work performed under and in cooperation with the supervision of Dr hab. inż. arch. Aleksandra Sas-Bojarska, prof. nadzw. PG, ~~the second supervision of <name of the second supervisor>, the auxiliary supervision of <name of the auxiliary supervisor>, the cosupervision of <name of the cosupervisor>\*~~.

This submitted PhD dissertation has never before been the basis of an official procedure associated with the awarding of a PhD degree.

All the information contained in the above thesis which is derived from written and electronic sources is documented in a list of relevant literature in accordance with art. 34 of the Copyright and Related Rights Act.

I confirm that this PhD dissertation is identical to the attached electronic version.

Gdańsk,.....

.....  
*signature of the PhD student*

I, the undersigned, agree/~~do not agree~~\* to include an electronic version of the above PhD dissertation in the open, institutional, digital repository of Gdańsk University of Technology, Pomeranian Digital Library, and for it to be submitted to the processes of verification and protection against misappropriation of authorship.

Gdańsk,.....

.....  
*signature of the PhD student*

\*) delete where appropriate.

---

<sup>1</sup> Decree of Rector of Gdansk University of Technology No. 34/2009 of 9<sup>th</sup> November 2009, TUG archive instruction addendum No. 8.

<sup>2</sup> Act of 27<sup>th</sup> July 2005, Law on Higher Education: Chapter 7, Criminal responsibility of PhD students, Article 226.





## **OPIS ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Autor rozprawy doktorskiej:** Joanna Rayss

**Tytuł rozprawy doktorskiej w języku polskim:** Zielona infrastruktura miasta a wody opadowe. Potencjał zrównoważonego rozwoju Gdańska

**Tytuł rozprawy w języku angielskim:** Green Infrastructure of the city and rainwater. The potential for the sustainable development of Gdansk

**Język rozprawy doktorskiej:** polski

**Promotor rozprawy doktorskiej:** Dr hab. inż. arch. Aleksandra Sas-Bojarska, prof. nadzw. PG

**Data obrony:**

**Słowa kluczowe rozprawy doktorskiej w języku polski:** zielona infrastruktura, wody opadowe, zrównoważony rozwój, zarządzanie wodami opadowymi, zrównoważone systemy drenażu, miejskie systemy zieleni, proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi, miasto zwarte, ekologia miasta, ekosystem miasta, architektura krajobrazu, planowanie przestrzenne, urbanistyka

**Słowa kluczowe rozprawy doktorskiej w języku angielskim:** green infrastructure, rainwater, sustainable development, rainwater management, sustainable drainage systems (SuDS), urban greensystem, Water Sensitive Urban Design (WSUD), compact city, urban ecology, urban ecosystem, landscape architecture, spatial planning, urban planning,

### **Streszczenie rozprawy w języku polskim:**

Zmiany klimatyczne, kurczące się zasoby naturalne oraz niekontrolowany rozrost obszarów zurbanizowanych to główne problemy i wyzwania stawiane przed współczesnymi miastami. Miasta generują jednocześnie największe potrzeby wodne, szczególnie wody najwyższej jakości, głównie na potrzeby konsumpcji swoich mieszkańców. Same procesy urbanizacyjne wywołują zmiany w środowisku przyrodniczym wpływając negatywnie na dostępność i jakość zasobów wodnych. Praca stanowi głos w dyskusji nad sposobami radzenia sobie z tak postawionymi wyzwaniami. Jej przedmiotem jest analiza możliwości wykorzystania wód opadowych jako elementu integrującego strukturę przyrodniczą miasta i budującego jego Zieloną Infrastrukturę rozumianą jako element niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania miasta. Podstawowym celem pracy jest ustalenie relacji pomiędzy ZI a wodami opadowymi oraz zaproponowanie rozwiązania modelowego umożliwiającego wdrożenie systemu ZI w Gdańsku. Charakter i złożoność, niemieszczącej się w jednej dziedzinie tematyki, wymaga interdyscyplinarnego ujęcia. Rozprawa podzielona jest na trzy merytoryczne części.

Część pierwsza podejmuje się usystematyzowania wiedzy na temat Zielonej Infrastruktury Miasta w ujęciu od procesu jej krystalizacji po odniesienie do paradygmatu zrównoważonego rozwoju i współczesnych koncepcji rozwoju miast.

Część druga, poświęcona jest problematyce wodnej: ewolucji relacji miasto-woda, wpływie urbanizacji na zasoby wodne, a także uporządkowaniu wiedzy na temat metod zagospodarowywania i zarządzania wodami opadowymi. Kluczem uporządkowania staje się różna





skala zastosowania rozwiązania. Omówione metody przedstawione są zarówno jako koncepcje teoretyczne jak i w formie studium przypadków, gdzie obiektem badawczym są funkcjonujące na świecie przestrzenie zurbanizowane związane z zarządzaniem wodami opadowymi, zaprojektowane w skalach dzielnicy, miasta, oraz regionu/ państwa. W ten sposób wyróżniono przykłady zarządzania wodami opadowymi w skali architektonicznej/ architektury krajobrazu - w ramach *Sustainable Drainage Systems* [SuDS], w skali miasta – *Water Sensitive Urban Design* [WSUD] oraz skali regionu i państwa, którego przykładem jest holenderski *Delta Urbanism* [DU]. Kryteria doboru analizowanych przykładów oparte zostały dodatkowo na zbliżonych do Gdańska uwarunkowaniach opisywanych przykładów, wśród których znajdują się: Holandia i Rotterdam, jako przykład zastosowania narzędzia DU w skali regionu, Kopenhaga, jako przykład zastosowania WSUD w skali miasta oraz dwa obszary w szwedzkim Malmö, jako przykłady zastosowania SuDS w skali osiedla.

Część trzecia jest autorską propozycją sposobów modelowego wdrażania koncepcji ZI za pomocą metod proekologicznego zarządzania wodami opadowymi. Zgodnie z tezami pracy, taka integracja ZI i zagospodarowanej w obszarze miasta wody opadowej jest najlepszą współcześnie drogą do planowania, projektowania, wdrażania i zarządzania środowiskiem przyrodniczym miasta. Jest jednocześnie zgodna z paradygmatem zrównoważonego rozwoju.

Koncepcja ZI powinna być postrzegana jako współczesny obszar badawczy i wdrożeniowy w ramach planowania przestrzennego. Pomimo, że korzysta z wielu koncepcji zaczerpniętych z ekologii krajobrazu, planowania i geografii, przenosi te pomysły w celu opracowania całościowego i dynamicznego podejścia do planowania krajobrazu. Zaproponowane w pracy modele wdrożeniowe, w związku z różną skalą zastosowania, stać się mogą narzędziem projektowania ZI zarówno dla planistów i urbanistów, architektów jak i architektów krajobrazu. Uniwersalne, wariantowe rozwiązania modelowe mogą znaleźć zastosowanie zarówno przy projektowaniu obiektów zielonej i szarej infrastruktury Gdańska, jak i miast o zbliżonych uwarunkowaniach.

Omawiana rozprawa doktorska stanowi głos w dyskusji na temat wdrażania koncepcji ZI w strukturę miasta, proponując autorskie ujęcie oparte na zarządzaniu wodami opadowymi, zarysowując pole dalszych badań naukowych.

### **Streszczenie rozprawy w języku angielskim:**

The main problems and challenges for contemporary cities are climate change, shrinking natural resources and uncontrolled urban sprawl. At the same time, cities generate the greatest water needs, especially the highest quality water, mainly for the consumption of their inhabitants. The urbanization processes cause changes in the natural environment affecting the availability and quality of water resources. The dissertation is a voice in the discussion on how to deal with such challenges. Its object is to analyse the possibilities of using rainwater as an element integrating the natural structure of the city and building its Green Infrastructure as a necessary element for the proper functioning of the city.

The main aim of this work is to establish the relationship between the Green Infrastructure and rainwater and to propose a model solution enabling the implementation of the Green Infrastructure System in Gdańsk. The issue complexity, that does not fit in one subject area, requires an interdisciplinary approach. Therefore, the dissertation is divided into three substantive parts.

The first part undertakes to systematize the knowledge about the City's Green Infrastructure from the idea's crystallization process to its reference to the paradigm of sustainable development and modern urban development concepts.





The second part is devoted to water issues: the evolution of the city - water relationship, the influence of urbanization on water resources, as well as the ordering of knowledge of stormwater management methods. The key to the differentiation is the scale of application of the solution. Discussed methods are also presented in the form of case study, where the research object is the urbanized urban areas associated with rainwater management. These objects are designed in site/district scale, city scale, and region/state scale. In this way, distinguished examples of stormwater management presented are at the architectural / landscape architecture scale, within the framework of *Sustainable Drainage Systems* [SUDS], solutions for urban scale rainwater management, within the framework of *Water Sensitive Urban Design* [WSUD] and the region and state scale, exemplified by the Dutch *Delta Urbanism* framework [DU].

The criteria for the selection of the analysed examples are based on the approximation of the described examples based on the similarity to conditions of the city of Gdańsk. These include the Netherlands and the Rotterdam, as an example of the use of the DU tool in the region scale, the city of Copenhagen, as an example of the application of WSUD on a city scale, and two areas in the Swedish Malmö, as examples of the use of SuDS in the scale of the estate.

The third part is the author's proposal for the Green Infrastructure Implementation Models using environmentally friendly methods of rainwater management. Such integration of the Green Infrastructure of the city and rainwater in it, is the best way to contemporary planning, designing, implementing and managing the city's natural environment, according to the theses of this dissertation. It is also consistent with the paradigm of sustainable development.

Green Infrastructure concept should be seen as a modern research and implementation area within spatial planning, urban planning, landscape architecture and architecture. Although it draws on many concepts derived from landscape ecology, planning, and geography, it brings these ideas together to develop a holistic and dynamic approach to landscape planning. Deployment models, in view of their varying application scale, can become a tool for designing Green Infrastructure for urban planners, architects and landscape architects. Versatile, variant model solutions can be used both, in the design of green and grey infrastructure of Gdansk, as well as in cities with similar conditions.

This dissertation discusses the implementation of the Green Infrastructure concept in the city structure, proposing an authoritative approach based on the rainwater management, outlining the field of further research.

\*) niepotrzebne skreślić.





## DESCRIPTION OF DOCTORAL DISSERTATION

**The Author of the PhD dissertation:** Joanna Rayss

**Title of PhD dissertation:** Green Infrastructure of the city and rainwater. The potential for the sustainable development of Gdansk

**Title of PhD dissertation in Polish:** Zielona infrastruktura miasta a wody opadowe. Potencjał zrównoważonego rozwoju Gdańska

**Language of PhD dissertation:** polish

**Supervision:** Dr hab. inż. arch. Aleksandra Sas-Bojarska, prof. nadzw. PG

**Date of doctoral defense:**

**Keywords of PhD dissertation in Polish:** zielona infrastruktura, wody opadowe, zrównoważony rozwój, zarządzanie wodami opadowymi, zrównoważone systemy drenażu, miejskie systemy zieleni, proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi, miasto zwarte, ekologia miasta, ekosystem miasta, architektura krajobrazu, planowanie przestrzenne, urbanistyka

**Keywords of PhD dissertation in English:** green infrastructure, rainwater, sustainable development, rainwater management, sustainable drainage systems (SuDS), urban greensystem, Water Sensitive Urban Design (WSUD), compact city, urban ecology, urban ecosystem, landscape architecture, spatial planning, urban planning,

### Summary of PhD dissertation in Polish:

Zmiany klimatyczne, kurczące się zasoby naturalne oraz niekontrolowany rozrost obszarów zurbanizowanych to główne problemy i wyzwania stawiane przed współczesnymi miastami. Miasta generują jednocześnie największe potrzeby wodne, szczególnie wody najwyższej jakości, głównie na potrzeby konsumpcji swoich mieszkańców. Same procesy urbanizacyjne wywołują zmiany w środowisku przyrodniczym wpływając negatywnie na dostępność i jakość zasobów wodnych. Praca stanowi głos w dyskusji nad sposobami radzenia sobie z tak postawionymi wyzwaniami. Jej przedmiotem jest analiza możliwości wykorzystania wód opadowych jako elementu integrującego strukturę przyrodniczą miasta i budującego jego Zieloną Infrastrukturę rozumianą jako element niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania miasta. Podstawowym celem pracy jest ustalenie relacji pomiędzy ZI a wodami opadowymi oraz zaproponowanie rozwiązania modelowego umożliwiającego wdrożenie systemu ZI w Gdańsku. Charakter i złożoność, niemieszczącej się w jednej dziedzinie tematyki, wymaga interdyscyplinarnego ujęcia. Rozprawa podzielona jest na trzy merytoryczne części.

Część pierwsza podejmuje się usystematyzowania wiedzy na temat Zielonej Infrastruktury Miasta w ujęciu od procesu jej krystalizacji po odniesienie do paradygmatu zrównoważonego rozwoju i współczesnych koncepcji rozwoju miast.

Część druga, poświęcona jest problematyce wodnej: ewolucji relacji miasto-woda, wpływie urbanizacji na zasoby wodne, a także uporządkowaniu wiedzy na temat metod zagospodarowywania i zarządzania wodami opadowymi. Kluczem uporządkowania staje się różna







skala zastosowania rozwiązania. Omówione metody przedstawione są zarówno jako koncepcje teoretyczne jak i w formie studium przypadków, gdzie obiektem badawczym są funkcjonujące na świecie przestrzenie zurbanizowane związane z zarządzaniem wodami opadowymi, zaprojektowane w skalach dzielnicy, miasta, oraz regionu/ państwa. W ten sposób wyróżniono przykłady zarządzania wodami opadowymi w skali architektonicznej/ architektury krajobrazu - w ramach *Sustainable Drainage Systems* [SuDS], w skali miasta – *Water Sensitive Urban Design* [WSUD] oraz skali regionu i państwa, którego przykładem jest holenderski *Delta Urbanism* [DU]. Kryteria doboru analizowanych przykładów oparte zostały dodatkowo na zbliżonych do Gdańska uwarunkowaniach opisywanych przykładów, wśród których znajdują się: Holandia i Rotterdam, jako przykład zastosowania narzędzia DU w skali regionu, Kopenhaga, jako przykład zastosowania WSUD w skali miasta oraz dwa obszary w szwedzkim Malmö, jako przykłady zastosowania SuDS w skali osiedla.

Część trzecia jest autorską propozycją sposobów modelowego wdrażania koncepcji ZI za pomocą metod proekologicznego zarządzania wodami opadowymi. Zgodnie z tezami pracy, taka integracja ZI i zagospodarowanej w obszarze miasta wody opadowej jest najlepszą współcześnie drogą do planowania, projektowania, wdrażania i zarządzania środowiskiem przyrodniczym miasta. Jest jednocześnie zgodna z paradygmatem zrównoważonego rozwoju.

Koncepcja ZI powinna być postrzegana jako współczesny obszar badawczy i wdrożeniowy w ramach planowania przestrzennego. Pomimo, że korzysta z wielu koncepcji zaczerpniętych z ekologii krajobrazu, planowania i geografii, przenosi te pomysły w celu opracowania całościowego i dynamicznego podejścia do planowania krajobrazu. Zaproponowane w pracy modele wdrożeniowe, w związku z różną skalą zastosowania, stać się mogą narzędziem projektowania ZI zarówno dla planistów i urbanistów, architektów jak i architektów krajobrazu. Uniwersalne, wariantowe rozwiązania modelowe mogą znaleźć zastosowanie zarówno przy projektowaniu obiektów zielonej i szarej infrastruktury Gdańska, jak i miast o zbliżonych uwarunkowaniach.

Omawiana rozprawa doktorska stanowi głos w dyskusji na temat wdrażania koncepcji ZI w strukturę miasta, proponując autorskie ujęcie oparte na zarządzaniu wodami opadowymi, zarysowując pole dalszych badań naukowych.

### **Summary of PhD dissertation in English:**

The main problems and challenges for contemporary cities are climate change, shrinking natural resources and uncontrolled urban sprawl. At the same time, cities generate the greatest water needs, especially the highest quality water, mainly for the consumption of their inhabitants. The urbanization processes cause changes in the natural environment affecting the availability and quality of water resources. The dissertation is a voice in the discussion on how to deal with such challenges. Its object is to analyse the possibilities of using rainwater as an element integrating the natural structure of the city and building its Green Infrastructure as a necessary element for the proper functioning of the city.

The main aim of this work is to establish the relationship between the Green Infrastructure and rainwater and to propose a model solution enabling the implementation of the Green Infrastructure System in Gdańsk. The issue complexity, that does not fit in one subject area, requires an interdisciplinary approach. Therefore, the dissertation is divided into three substantive parts.

The first part undertakes to systematize the knowledge about the City's Green Infrastructure from the idea's crystallization process to its reference to the paradigm of sustainable development and modern urban development concepts.





The second part is devoted to water issues: the evolution of the city - water relationship, the influence of urbanization on water resources, as well as the ordering of knowledge of stormwater management methods. The key to the differentiation is the scale of application of the solution. Discussed methods are also presented in the form of case study, where the research object is the urbanized urban areas associated with rainwater management. These objects are designed in site/district scale, city scale, and region/state scale. In this way, distinguished examples of stormwater management presented are at the architectural / landscape architecture scale, within the framework of *Sustainable Drainage Systems* [SUDS], solutions for urban scale rainwater management, within the framework of *Water Sensitive Urban Design* [WSUD] and the region and state scale, exemplified by the Dutch *Delta Urbanism* framework [DU].

The criteria for the selection of the analysed examples are based on the approximation of the described examples based on the similarity to conditions of the city of Gdańsk. These include the Netherlands and the Rotterdam, as an example of the use of the DU tool in the region scale, the city of Copenhagen, as an example of the application of WSUD on a city scale, and two areas in the Swedish Malmö, as examples of the use of SuDS in the scale of the estate.

The third part is the author's proposal for the Green Infrastructure Implementation Models using environmentally friendly methods of rainwater management. Such integration of the Green Infrastructure of the city and rainwater in it, is the best way to contemporary planning, designing, implementing and managing the city's natural environment, according to the theses of this dissertation. It is also consistent with the paradigm of sustainable development.

Green Infrastructure concept should be seen as a modern research and implementation area within spatial planning, urban planning, landscape architecture and architecture. Although it draws on many concepts derived from landscape ecology, planning, and geography, it brings these ideas together to develop a holistic and dynamic approach to landscape planning. Deployment models, in view of their varying application scale, can become a tool for designing Green Infrastructure for urban planners, architects and landscape architects. Versatile, variant model solutions can be used both, in the design of green and grey infrastructure of Gdansk, as well as in cities with similar conditions.

This dissertation discusses the implementation of the Green Infrastructure concept in the city structure, proposing an authoritative approach based on the rainwater management, outlining the field of further research.

\*)delete where appropriate.

\*\*) applies to doctoral dissertations written in other languages, than Polish or English.



## **SPIS TREŚCI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

### **ROZDZIAŁ 1. WSTĘP**

1.1 Problematyka pracy.....	3
1.2 Przesłanki podjęcia tematu.....	5
1.3 Tezy badawcze.....	7
1.4 Cele, struktura i metodologia pracy.....	8
1.5 Zakres opracowania.....	13
1.6 Podstawowe pojęcia i definicje.....	14
1.7 Stan badań.....	15

### **CZEŚĆ ZIELONA**

#### **ROZDZIAŁ 2. ZIELONA INFRASTRUKTURA – PODSTAWY TEORETYCZNE**

2.1 Ewolucja relacji człowieka do natury.....	25
2.2 Podstawowe teorie z zakresu ekologii miasta i miejskiego ekosystemu.....	37
2.3 Od systemów zieleni miejskiej do zielonej infrastruktury .....	53
2.4 Zielona infrastruktura a współczesne teorie rozwoju miast .....	77
2.5 Podsumowanie .....	98

### **CZEŚĆ NIEBIESKA**

#### **ROZDZIAŁ 3. WODA W MIEŚCIE - PODSTAWY TEORETYCZNE I STUDIUM PRZYPADKÓW**

3.1. Ewolucja relacji miasto-woda .....	100
3.2. Wpływ urbanizacji na zasoby wodne. Sytuacja Polski na tle uwarunkowań globalnych	
3.2.1. Zmiany klimatyczne a zasoby wodne .....	108
3.2.2. Zasoby wodne Polski.....	114
3.2.3. Wpływ urbanizacji na zasoby wodne .....	118
3.3. Metody projektowania zrównoważonej infrastruktury miasta z zakresu architektury krajobrazu, urbanistyki i planowania przestrzennego .....	127
3.3.1. Sustainable Drainage Systems (SuDS) .....	129
3.3.2. Water Sensitive Urban Design (WSUD) .....	141
3.3.3. Delta Urbanism (DU) .....	147
3.3.4. Komplementarne metody projektowania zrównoważonej infrastruktury miasta jako potencjalny budulec ZI .....	153
3.4. Studia przypadków: narzędzia projektowania przyjaznego wodzie w praktyce w różnych skalach .....	155
3.4.1. Delta Urbanism - Strategiczny regionalny plan zarządzania wodami – Holandia .....	157
3.4.2. WSUD - Strategiczny ogólnomiejski plan zarządzania wodami opadowymi – Kopenhaga .....	170
3.4.3. SuDS – zagospodarowanie wód opadowych w skali kwartału/ dzielnicy jako – Malmö: Bo01 + Augostenborg, szwedzkie ecodzielnice .....	183
3.5. Podsumowanie rozdziału .....	198



## **CZEŚĆ ZINTEGROWANA**

### **ROZDZIAŁ 4. MODELOWE SPOSOBY WDRAŻANIA KONCEPCJI ZI NA BAZIE PROEKOLOGICZNYCH METOD ZARZĄDZANIA WODAMI OPADOWYMI. ANALIZA POTENCJAŁU MIASTA GDAŃSK**

4.1.	Wprowadzenie .....	200
4.2.	Uwarunkowania prawne .....	202
4.3.	Modele wdrażania koncepcji ZI miasta w oparciu o narzędzia zarządzania wodami opadowymi.....	212
4.3.1.	Integracja struktur za pomocą proekologicznych metod zagospodarowania wód opadowych .....	215
4.3.2.	Autorskie modele wdrażania Zielonej Infrastruktury Miasta w oparciu o metody i narzędzia proekologicznego zarządzania wodami opadowymi. ....	218
4.3.3.	Narzędzia wdrożeniowe .....	226
4.3.4.	Finansowanie .....	230
4.4.	Przykład Gdańska. Podstawowe uwarunkowania .....	232
4.4.1.	Uwarunkowania geomorfologiczne i geologiczne .....	233
4.4.2.	Klimat .....	235
4.4.3.	Uwarunkowania hydrograficzne, zlewnie .....	239
4.4.4.	Struktura funkcjonalno-przestrzenna .....	246
4.4.5.	Uwarunkowania demograficzno-społeczne .....	250
4.4.6.	Uwarunkowania przyrodnicze, OSTAB – istniejący system przyrodniczy miasta .....	252
4.4.7.	Uwarunkowania infrastrukturalne – istniejąca sieć kanalizacji deszczowej, regulacja stosunków wodnych i ryzyko powodziowe .....	250
4.5.	Analiza możliwości wdrażania ZI za pomocą DU, WSUD i SuDS w Gdańsku. Propozycja zastosowania rozwiązania modelowego.....	269
	<b>ROZDZIAŁ 5. PODSUMOWANIE PRACY I WNIOSKI KOŃCOWE.....</b>	<b>288</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>294</b>
	<b>SPIS RYSUNKÓW, TABEL I ZDJĘĆ .....</b>	<b>310</b>

**Motto:**

***Początkiem wszechrzeczy jest woda.***

***Tales z Miletu (VII/VI w p.n.e.)***

## **ROZDZIAŁ 1 WSTĘP**

### **1.1. Problematyka pracy**

Przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej jest **analiza możliwości wykorzystania wód opadowych jako elementu budującego Zieloną Infrastrukturę miasta**. Zielona Infrastruktura (opisywana dalej jako ZI) rozumiana jest w rozprawie jako element niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania miasta, gdzie poszczególne elementy przyrodnicze ją budujące, jak na przykład pojedyncze drzewa składające się na miejskie aleje i zadrzewienia, przestają być postrzegane przez użytkowników miasta głównie w kategoriach estetyczno-dekoracyjnych. Stają się krwioobiegiem miasta, elementem niezbędnym do życia, podobnie jak sieć energetyczna czy wodna magistrala, a domyślny sieciowy charakter infrastruktury podkreśla potrzebę łączności także w przypadku elementów przyrodniczych. Takie podejście do systemów zieleni w mieście ma swoje źródło w rozważaniach z zakresu ekologii miasta, łącząc jednocześnie aspekty ekologiczne i ekosystemowe z podejściem inżynierskim, dzięki wprowadzeniu w naukę przyrodniczą terminologii dotąd właściwej dla inżynierii. Używając języka inżynierskiego w odniesieniu do systemów zieleni w mieście, łatwiej prowadzić interdyscyplinarny dialog, unikając uproszczeń i traktowania zieleni w mieście głównie jako elementu ozdobnego, czego odzwierciedleniem jest opisywanie często terenów zieleni jako ‘terenów zielonych’

Prowadząc badania z zakresu ZI i jej elementów wodnych zauważalna staje się potrzeba badania możliwości jej wykorzystania w architekturze, architekturze krajobrazu, urbanistyce i planowaniu przestrzennym w Polsce. W literaturze krajowej zaobserwować można, że większość publikacji pisana jest z punktu widzenia hydrologicznego i sanitarnego, ewentualnie estetycznego i społecznego, a w niewielkim stopniu architektonicznego, planistycznego, czy architektoniczno-krajobrazowego. Charakter i złożoność, niemieszczącej się w jednej dziedzinie tematyki, wymaga interdyscyplinarnego ujęcia. Koncepcja ZI korzysta z doświadczeń i narzędzi wielu dziedzin nauki, co zilustrowano na rys.1. Dialog interdyscyplinarny jest trudny, często napotykając bariery już na wstępie w postaci odmiennych pojęć i

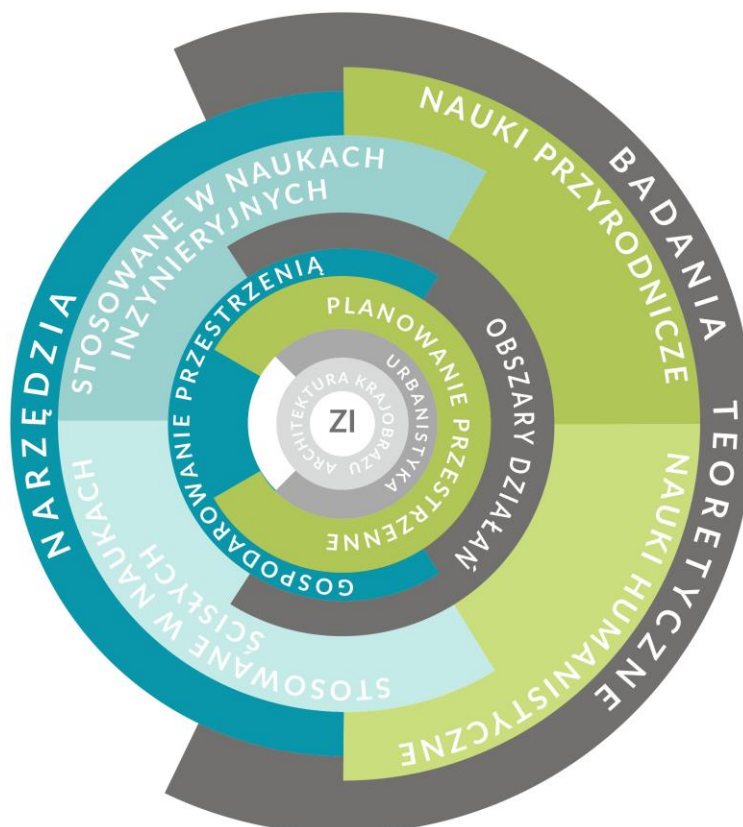


definicji tych samych zjawisk. Dodatkowo uwidacznia się bariera językowa. Liczne projekty zrealizowane za granicą opisywane są w języku angielskim, niemieckim, francuskim, brakuje natomiast ich tłumaczeń na język polski. Skutkuje to tym, że wiedza zawarta w publikacjach zagranicznych nie przekłada się na krajowe działania praktyczne. Warto więc tę wiedzę usystematyzować i propagować na forum krajowym. Należy także przebadać i przedstawić **możliwości wykorzystania doświadczeń wynikających ze stosowania systemowego podejścia w projektowaniu szarej infrastruktury** (w tym kanalizacji deszczowej) **do projektowania systemów zieleni współczesnego miasta** zgodnie z modelem ZI. Prezentowane w pracy poszukiwanie modelowych sposobów wdrażania ZI opiera się na weryfikacji alternatywnych dla kanalizacji deszczowej metod zagospodarowywania wód opadowych. Zieleni potrzebuje wody do swojego istnienia, więc bez wody nie uda się jej w mieście wprowadzić i utrzymać. Natomiast **szukanie alternatywnych**, dla tradycyjnie stosowanych, **metod zarządzania wodą opadową jako punktu wyjścia do tworzenia i rozbudowywania ZI jest interesujące z punktu widzenia projektowego**. Projektowanie kanalizacji jest projektowaniem sieci, a podstawowym założeniem w koncepcji ZI jest właśnie jej sieciowy charakter. Dlatego przedmiotem analizy w pracy jest również relacja miasto-woda. W Polsce wciąż **aktualny jest paradygmat odwodnieniowy**, w którym za podstawowy cel uznaje się **jak najszybsze odprowadzenie wody opadowej poza tereny zurbanizowane**. W pracy analizuje się metody, w których zasada ta jest odwrócona, a woda opadowa odpływa z działki tylko w sytuacji ekstremalnej. Podjęta zostaje próba uporządkowania metod zarządzania wodami opadowymi, gdzie za kryterium porządkujące służy adekwatna skala zastosowania danej metody. Efektem końcowym pracy jest **opracowanie modeli wdrażania Planu Zielonej Infrastruktury Miasta przy wykorzystaniu metod i rozwiązań z zakresu zrównoważonego zarządzania wodą opadową**. Metody te to: ang. *Sustainable Drainage Systems*, co przetłumaczyć można na język polski jako *zrównoważone systemy drenażowe* (metoda opisywana dalej jako SuDS), *Water Sensitive Urban Design*, co przetłumaczyć można na język polski jako *urbanistyka przyjazna wodzie* (metoda opisywana dalej jako WSUD) oraz *Delta Urbanism* co przetłumaczyć można na język polski jako *urbanistyka delty* (metoda opisywana dalej jako DU). Tak opracowane modele wdrożeniowe stać się mogą narzędziem kształtowania ZI w rękach architektów, urbanistów, planistów oraz architektów krajobrazu. Jeden z



zapropnowanych modeli wdrożeniowych odniesiony został do przypadku Gdańska, dla którego, po przeprowadzeniu analizy uwarunkowań, proponuje się zastosowanie jednego z rozwiązań modelowych.

**Rys. 1. Multidyscyplinarny charakter obszaru zainteresowań**



Źródło: opracowanie własne J. Rayss, grafika: K. Russek, A. Kempa, J. Rayss

## 1.2. Przesłanki podjęcia tematu

Gwałtowny i chaotyczny proces urbanizacji przełomu XX i XXI wieku doprowadził do eskalacji konfliktu pomiędzy obszarami zurbanizowanymi a środowiskiem naturalnym. Problemy i wyzwania, którym sprostać muszą współczesne miasta to zmiany klimatyczne, kurczące się zasoby naturalne (w tym zasoby wodne) oraz niekontrolowany rozrost obszarów zurbanizowanych. Jak zauważają badacze problematyki wodnej w miastach (jak: Hurley, Formann 2009, Januchta-Szostak 2012, Lewińska J, 2000, Stephens K., Pringle T. 2004, Kowalczak 2007, 2011) wzrost urbanizacji prowadzi do masowego uszczelniania powierzchni miast, a co za tym idzie do zwiększenia objętości i prędkości powierzchniowego spływu wód opadowych. Skutkiem jest przeciążenie sieci kanalizacyjnych

zwiększające ryzyko podtopień, a nawet powodzi. Woda, spływając z utwardzonych nawierzchni miejskich zanieczyszcza się, rozpuszczając i przenosząc znajdujące się na nich osady i substancje. Konsekwencją niezrównoważonego zagospodarowania wód w mieście jest spadek poziomu wód gruntowych, zakłócenie naturalnych procesów infiltracji i zasilania wód podziemnych, degradacja naturalnych systemów wodnych, a także pogorszenie miejskiego mikroklimatu, w tym natężenie efektu *miejskich wysp ciepła*.

Kwestią sprawiającą najwięcej problemów w zarządzaniu wodą jest zmienność i nieprzewidywalność opadów, a co za tym idzie trudność w projektowaniu infrastruktury odprowadzającej wody opadowe z terenów zurbanizowanych. Wzrost ryzyka powodziowego, jako istotny problem rozwoju miast, opisuje *Nowa Karta Ateńska* z 2003 roku (European Council of Town Planners (ECTP) 2003). Zdaniem jej autorów główną przyczyną tego wzrostu są globalne zmiany klimatyczne, wzrost temperatur oraz nasilenie ekstremalnych zjawisk pogodowych, skutkujących gwałtownymi wezbraniami rzek. Bez względu na to, czy ich genezą są zmiany klimatu, czy też okresowa jego zmienność, wg Kowalczaka występowanie zjawisk skrajnych: powodzi i susz, a w rzekach tzw. 'niżówek', będzie coraz częstsze i bardziej intensywne (Kowalczak 2007, 2011). Jeżeli nałożymy na to niekontrolowany proces urbanizacji (prowadzący do przekształcania na funkcje mieszkaniowe zalewowych obszarów rzecznych), zmiany w zagospodarowaniu zlewni rzek (np. wylesianie, melioracje, osuszanie bagien, uszczelnianie gruntów), a także regulacje koryt rzecznych (których skutkiem staje się skrócenie koryta, zwiększenie prędkości wody i skrócenie czasu przepływu) – woda z życiodajnej, staje się siłą niszczącą. Dodatkowo, w przypadku miast deltowych, jakim jest analizowany w pracy Gdańsk, na te złożone problemy nakłada się kolejny, w postaci rosnącego poziomu wód Bałtyku (co wykazano w badaniach, między innymi w projekcie FoMoBi, T. Łabuz) oraz zjawiska powodzi sztormowych, które mogą spotęgować rosnące ryzyko powodziowe. Efektem finalnym jest degradacja środowiska miejskiego i krajobrazu miasta oraz spadek poziomu jakości życia jego mieszkańców (Januchta-Szostak 2012; Lewińska J. 2000; Stephens K., Pringle T. 2004; DeKay, Bennett 2011; Geiger et al. 1999; Grant 2012; Margolis, Robinson 2007; White 2010). Dlatego przedmiotem niniejszej rozprawy staje się koncepcja **Zielonej Infrastruktury Miasta tworzonej przy wykorzystaniu przyrodniczych sposobów zagospodarowania i zarządzania wodami opadowymi**. Tak budowany system przyrodniczy miasta może





stać się remedium na problematykę zarządzania ryzykiem powodziowym na obszarach zurbanizowanych.

Istotnym motywem podjęcia tematu są także doświadczenia autorki zarówno naukowo-badawcze jak i wynikające z praktycznych doświadczeń jako projektanta zieleni, stykającego się w swojej pracy z problematyką zarządzania wodami opadowymi w kontekście miejskich systemów zieleni.

### **1.3. Tezy badawcze**

Wiedza na temat proekologicznych metod zarządzania wodami opadowymi nie jest odpowiednio wykorzystywana w architekturze, architekturze krajobrazu, urbanistyce i planowaniu przestrzennym w Polsce. Uzasadnia to potrzebę wprowadzenia tych zagadnień do teorii i praktyki projektowania. W pracy przyjęto następujące założenia:

- punktem wyjścia dla tworzenia ZI miasta jest woda, a w szczególności woda opadowa;
- przed zbudowaniem modeli wdrażania ZI w różnych skalach niezbędne jest uporządkowanie wiedzy na temat ZI miasta oraz proekologicznych metod zagospodarowywania wód opadowych.

W związku z tym w niniejszej dysertacji doktorskiej przyjęto następujące tezy, związane z rolą pełnioną przez wody opadowe w tworzeniu i zarządzaniu Zielonej Infrastruktury miasta:

- I. Proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi mogą i powinny stać się podstawą tworzenia systemu Zielonej Infrastruktury miasta, co jest zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju.**
- II. Wody opadowe powinny zasilać miejski system zieleni, utrzymując jego funkcjonowanie, tworzyć połączenia pomiędzy jego zdefragmentowanymi elementami oraz umożliwiać kreację jego nowych fragmentów.**
- III. Koncepcja Zielonej Infrastruktury, jako logiczna konsekwencja wielowiekowego rozwoju teorii dotyczących relacji natura – miasto – człowiek, może zostać wdrożona w Gdańsku za pomocą oddolnie realizowanych rozwiązań z zakresu proekologicznego zarządzania wodami opadowymi.**

#### 1.4. Cele, struktura i metodologia pracy

Zasadniczym celem niniejszej pracy jest opracowanie **modeli wdrażania koncepcji ZI miasta w oparciu o metody zarządzania wodami opadowymi**. Zamysł ten wymagał określenia relacji pomiędzy ZI miasta a proekologicznymi metodami zarządzania wodami opadowymi. W szczególności należało określić możliwości wdrażania koncepcji ZI w istniejącej tkance miasta, uwzględniając różne skale działania.

W artykule z 2009 roku, profesor Szulczewska podejmuje otwarte pytanie: czy tworzenie planów ZI to nowa moda czy rzeczywista potrzeba? (Szulczewska op. 2009) Niniejsza praca jest głosem w podjętej przez nią dyskusji. Autorka dysertacji podejmuje próbę udowodnienia, że **idea Zielonej Infrastruktury jest logiczną konsekwencją wielowiekowego rozwoju teorii dotyczącej relacji natura - miasto – człowiek**.

Celem aplikacyjnym jest **zapropozowanie rozwiązań projektowych oraz uniwersalnych sposobów kształtowania ZI miasta w oparciu o kompleksowe zarządzanie wodami opadowymi**. Efektem ma być stworzenie sieci połączeń pomiędzy zdefragmentowanymi obiektami zieleni, niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania całego systemu ZI miasta. Miastem wybranym jako przypadek badawczy jest Gdańsk. Praca ma **ukazać potencjał Gdańska do tworzenia w nim, na bazie zrównoważonych metod zarządzania wodami opadowymi** (stosowanych w różnych skalach) systemu ZI. Tereny zieleni znajdujące się na obszarze Gdańska, które można potencjalnie zaliczyć do jego ZI, charakteryzują się brakiem ciągłości i połączenia między nimi. Tę ciągłość można uzyskać wprowadzając do miasta kompozycyjne linie ZI utworzone dzięki transformacji części infrastruktury szarej w obszary proekologicznego zarządzania wodami opadowymi. Niniejsza praca doktorska zaprezentuje taką możliwość. Jej celem jest ukazanie, jak można tego dokonać zarówno w wybranym, fizycznym fragmencie miasta Gdańska, jak i w ujęciu uniwersalnym, modelowym, co będzie stanowić autorski, oryginalny wkład w dzisiejszy stan wiedzy.

Celem uzupełniającym pracy jest **rozwiązanie problemu jednego z podtypów powodzi miejskich wywoływanych opadami deszczu o dużym natężeniu**. Ich częstsze i gwałtowniejsze niż dawniej występowanie w Polsce tłumaczone jest efektem globalnych zmian klimatycznych w połączeniu ze wzrostem ilości miejskich

powierzchni nieprzepuszczalnych. Zdaniem Kowalczaka, antidotum na te zjawiska może być właściwe planowanie przestrzenne uwzględniające rolę wody w krajobrazie miasta (Kowalczak 2011). W szczególności ważna jest minimalizacja i kompensacja obszarów nieprzepuszczalnych oraz nowe spojrzenie na sieć hydrograficzną miasta. Jest ona potencjalnie idealnym naturalnym odbiornikiem wód deszczowych, alternatywnym dla 'twardej' kanalizacji deszczowej (czyli szarej infrastruktury), elastycznym, z możliwością rozbudowy rezerwy retencyjnej i detencyjnej i dodatkowo naturalną oczyszczalnią. **Zrównoważone metody zagospodarowania wód opadowych tworzące połączenia pomiędzy zdefragmentowanymi elementami zieleni oraz współtworzące ZI miasta są odpowiedzią na omówione wyżej kwestie.** Pozwalają one uwzględniać, oprócz cech przyrodniczych, funkcjonalnych i ekonomicznych, również walory krajobrazowe, społeczne i estetyczne przestrzeni miejskiej.

Pracy przyświeca także **cel dydaktyczny i popularyzatorski**, co realizowane jest poprzez uprządkowanie wiedzy na temat ZI miasta oraz proekologicznych metod zagospodarowywania wód opadowych. Kierowana jest ona jednocześnie do kilku grup zawodowych:

- do architektów, urbanistów i planistów, aby uświadomić im potrzebę tworzenia kompleksowych, sieciowych połączeń istniejących i nowych elementów ZI miasta i ukazać ich rolę w tym procesie;

- do architektów krajobrazu, aby przyczynić się do wzrostu ich świadomości i poprawy umiejętności projektowych w zakresie rozwiązań zrównoważonych metod zagospodarowywania wód deszczowych, wskazać potrzebę odnoszenia projektowanych obiektów zieleni do różnej skali miasta, a także uwrażliwić na potrzebę zapewniania projektowanym obiektom zieleni dostępu do wody opadowej;

- do projektantów sanitarnych i drogowych, aby uwrażliwić ich na potrzebę wykorzystywania proekologicznych metod zagospodarowywania wód opadowych, w szczególności w systemach otwartych, a także ukazać potencjał międzybranżowej współpracy, szczególnie z architektami krajobrazu, ale także architektami, urbanistami i planistami;

- do władz miasta, ukazując im potencjał i metody systemowego zarządzania ZI miasta.

Schemat struktury pracy ukazuje Rys. 2. Dla realizacji celów praca została podzielona na trzy merytoryczne części. Pierwsza, tzw. **część zielona** poświęcona

jest koncepcji ZI, systematyzując wiedzę na jej temat. Tworzenie koncepcji i teorie, które miały wpływ na jej krystalizację ukazane są chronologicznie od ewolucji relacji człowieka do natury w rozdziale 2.1., poprzez przegląd podstawowych teorii z zakresu ekologii miasta w rozdziale 2.2., będących punktem wyjścia dla koncepcji ZI, po przegląd definicji, metod i strategii związanych z ZI miasta w rozdziale 2.3. Pod koniec części zielonej, w rozdziale 2.4. poruszona została problematyka ZI w kontekście współczesnych koncepcji rozwoju miast, szczególnie w kontekście współczesnego paradygmatu zrównoważonego rozwoju. Część zielona zakończona jest podsumowaniem.

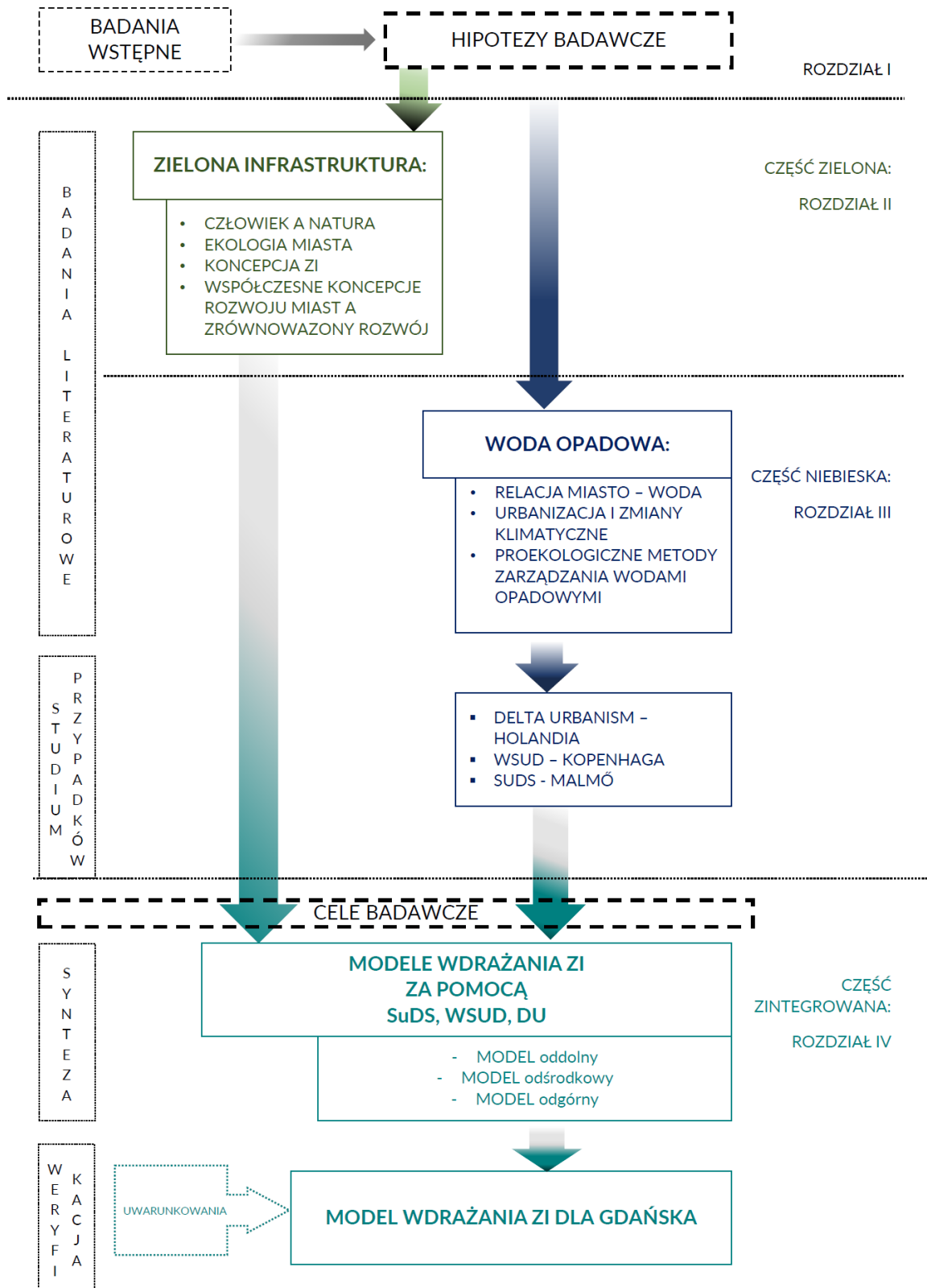
Część druga, **niebieska**, poświęcona jest wodzie, w szczególności wodzie opadowej. Analiza ewolucji relacji miasto-woda ukazana została w rozdziale 3.1. Wpływ urbanizacji na zasoby wodne, a także refleksja nad sytuacją Polski w kontekście uwarunkowań globalnych jest przedmiotem rozważań rozdziału 3.2. Rozdział 3.3. porządkuje wiedzę na temat metod zagospodarowywania i zarządzania wodami opadowymi. Za główne kryterium doboru metody posłużyła skala jej zastosowania w ramach miasta. Część drugą kończy rozdział 3.4., będący analizą przypadków, w których zastosowane zostały w praktyce metody i strategie zarządzania wodami opadowymi zaprezentowane we wcześniejszym rozdziale. Obiektem badawczym są funkcjonujące na świecie przestrzenie zurbanizowane związane z zarządzaniem wodami opadowymi, zaprojektowane w skalach: dzielnicy, miasta oraz regionu/ państwa. W ten sposób wyróżniono przykłady zarządzania wodami opadowymi zarówno w skali architektonicznej/ architektury krajobrazu - w ramach *Sustainable Drainage Systems* [zwanym dalej SuDS], tłumaczonych w polskiej literaturze jako systemy zrównoważonego drenażu, jak i rozwiązań projektowych związanych z zarządzaniem wodami opadowymi w skali miasta – *Water Sensitive Urban Design* [zwanym dalej WSUD], a nawet regionu i państwa – czyli holenderski *Delta Urbanism* [DU]. Przykłady wybrane do analizy cechują się kompleksowym podejściem do zarządzania wodą w badanej skali.

Część trzecia, **zintegrowana**, to próba odnalezienia sposobów modelowego wdrażania koncepcji ZI z **części zielonej**, dzięki realizacji systemów proekologicznego zarządzania wodami opadowymi opisanych w **części niebieskiej**. Taka integracja ZI i zagospodarowanej w obszarze miasta wody opadowej jest połączeniem, które zgodnie z tezami niniejszej pracy, jest najlepszą współcześnie drogą do planowania, projektowania, wdrażania i zarządzania środowiskiem

przyrodniczym miasta. Jest jednocześnie zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju. Rozdział 4.1 omawia ogólne uwarunkowania dla zaproponowanych rozwiązań modelowych, rozdział 4.2. koncentruje się na uwarunkowaniach prawnych. Zasadnicze rozwiązania modelowe ukazane są w rozdziale 4.3. Rozdział 4.4. poświęcony jest krytycznej analizie Gdańska pod kątem uwarunkowań oraz obecnie stosowanego podejścia dotyczącego zagospodarowania wód opadowych. W Rozdziale 4.5 na podstawie wcześniejszej analizy uwarunkowań dobrany zostaje natomiast model tworzenia ZI najbardziej adekwatny dla Gdańska. Gdańsk został wybrany z uwagi na uwarunkowania przyrodnicze w tym deltowy charakter obszaru, warunki klimatyczne, a także uwarunkowania historyczne, w których powstawało miasto. Uwarunkowania te sprawiają, że Gdańsk jest doskonałym polem badawczym dla wykazania w jaki sposób wykorzystać potencjał miasta do tworzenia ZI w celu usprawnienia funkcjonalności miasta. Pracę kończy rozdział 5, w którym dokonano podsumowania pracy i weryfikacji tez badawczych.

Zaproponowane modele wdrożeniowe, w związku z różną skalą zastosowania, stać się mogą narzędziem projektowym zarówno dla planistów i urbanistów, architektów jak i architektów krajobrazu. Uniwersalne, wariantowe rozwiązanie modelowe może znaleźć zastosowanie zarówno przy projektowaniu obiektów zielonej i szarej infrastruktury Gdańska, jak i miast o zbliżonych uwarunkowaniach.

Rys. 2. Schematyczny układ pracy



Źródło: opracowanie własne J. Rayss

W pracy zastosowano następujące metody badawcze:

- 1) analiza krytyczna literatury przedmiotu dotyczącej ekosystemowego podejścia do miasta, zielonej infrastruktury miasta, a także problematyki zagospodarowania wód opadowych oraz współczesnych wyzwań globalnych, a w szczególności przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym;
- 2) studium i krytyczna analiza zagranicznych przypadków, które dobrane zostały pod kątem lokalizacji i naturalnych uwarunkowań zbliżonych do warunków Gdańska;
- 3) metody obserwacyjne:
  - wyjazd studialny, który posłużył do krytycznej analizy dobranych przypadków;
  - poszukiwania możliwych do zastosowania narzędzi wspomagających proces opracowania modelowego wdrażania Planu Zielonej Infrastruktury na bazie proekologicznych metod zarządzania wodami opadowymi dla miasta, w tym dla miasta Gdańsk;
- 4) metody statystyczne, uzupełniające analizy; porównanie danych statycznych uzyskanych ze źródeł GUS, WUS oraz organizacji monitorujących stan środowiska;
- 5) modelowanie - opracowanie uniwersalnego modelu wdrażania ZI poprzez kompleksowe zarządzanie wodą opadową w sposób zrównoważony
- 6) metody dedukcyjne, które posłużyły w końcowym etapie do weryfikacji tez badawczych.

### **1.5. Zakres opracowania**

Zakres czasowy pracy jest szeroki. Badania literaturowe, których efekt przedstawiają podrozdziały zarówno w rozdziale drugim jak i trzecim, obejmują znacznie szerszy zakres – od antyku po współczesność. Natomiast studia przypadków dobrane zostały i opisane w oparciu o realizacje stosunkowo aktualne, jednak tworzone etapami. W niektórych przypadkach na ich aktualną formę i funkcjonalność bezpośredni wpływ miały zdarzenia z lat 20' XX wieku. Zakres czasowy projektów z zakresu zagospodarowywania wód opadowych prowadzonych zgodnie z metodologią SuDS, WSUD i *Delta Urbanism* obejmuje okres od lat 90' XX wieku aż do dnia dzisiejszego. Wynika to z faktu, że dopiero od lat 90' XX wieku



tworzy się na świecie w pełni dojrzałe, systemowo ujmujące proekologiczną problematykę zarządzania wodami opadowymi.

Zakres terytorialny jest szeroki w przypadku badań literaturowych i dotyczy obszaru Europy, USA, Australii, Azji, Ameryki Południowej czy Afryki. Obszarem badań są wszystkie tereny zurbanizowane, miasta, miasteczka wraz z przedmieściami, a w szczególności elementy miejskich systemów zieleni jako potencjalny obszar zagospodarowywania wód opadowych. Obiektami badawczymi dla potrzeb studium analizy przypadków są szwedzkie Malmö, duńska Kopenhaga oraz Holandia (szczególnie w części nadbrzeżnej – deltowej). Przykłady zostały wybrane z uwagi na swoją specyficzną lokalizację, deltowy charakter, warunki klimatyczne, a także uwarunkowania historyczne i przyrodnicze w których powstawały, co upodabnia je do Gdańska. Gdańsk jest natomiast obiektem badawczym, służącym do ukazania możliwości wdrażania ZI za pośrednictwem proekologicznych systemów zarządzania wodami opadowymi. Jego uwarunkowania i cechy sprawiają, że ZI może tworzyć tu złożony, spójny system. Szczegółowe uzasadnienie i stopień porównywalności obiektów badawczych prezentuje rozdział 3.4.

## 1.6. Podstawowe pojęcia i definicje

Tytułowym przedmiotem zainteresowania niniejszej rozprawy są zielona infrastruktura miasta oraz wody opadowe. Definiując pojęcie *Zielona Infrastruktura*, należy zacząć od definicji pojęć składowych. Czym jest *infrastruktura* ogólnie, czym charakteryzuje się jej *zielona* wersja i czy w takim razie istnieją również inne jej rodzaje?

Słownik języka polskiego PWN definiuje *infrastrukturę* jako: *urządzenia i instytucje usługowe niezbędne do należytego funkcjonowania społeczeństwa i produkcyjnych działań gospodarki* (Drabik, Sobol 2007). Punktem wyjścia dla rozumienia idei **zielonej infrastruktury** (*green infrastructure*), nazywanej również w literaturze **infrastrukturą ekologiczną** (*ecological infrastructure*), są opracowania Benedicta i McMahona, którzy definiują ją jako *połączoną sieć obszarów przyrodniczych i innych przestrzeni otwartych, w których utrzymywane są i chronione naturalne procesy i funkcje ekosystemowe, zapewniające czystą wodę i powietrze oraz szeroki wachlarz korzyści dla ludzi i przyrody* (Benedict, McMahon 2006).



Badając kwestie infrastruktury zielonej należy wspomnieć jeszcze o jej dwóch typach: najczęściej występującej w literaturze *infrastrukturze szarej* oraz *infrastrukturze niebieskiej*. **Infrastruktura szara** (*grey infrastructure*), zgodnie z opisem Garego Austin'a, jest powszechnie definiowana jako zbiór fizycznych obiektów i instalacji, które są niezbędne do funkcjonowania społeczności. Kojarzona jest często z infrastrukturą transportową (autostrady, mosty, sygnalizacja uliczna, samochody, rafinerie, itp.), zaopatrzenia w wodę (studnie, zbiorniki wodne, magistrale wodne, itp.), siecią kanalizacyjną, komunikacyjną (telefon, informacja, telewizja, radio, Internet) i energetyczną (zapory wodne, linie transmisyjne, transformatory itp.) (*Austin 2014*). **Szara infrastruktura** stanowi więc przede wszystkim liniowe, utwardzone i nieprzepuszczalne elementy miasta, które uniemożliwiają infiltrację wodom deszczowym. W literaturze przedmiotu spotkać się również można z pojęciem **niebieskiej infrastruktury** (*blue infrastructure, blue networks*). Jest ona najczęściej definiowana jako sieć rzek, strumieni oraz pozostałe wody śródlądowe i przybrzeżne, wykorzystywane głównie jako odbiorniki ścieków, łagodzące klimat, traktowane także jako ważne siedliska ryb i ptaków, związane z zarządzaniem ryzykiem powodziowym (Grant 2012).

Wody opadowe, a konkretnie **opad atmosferyczny**, opisywany wielokrotnie w niniejszej pracy ilościowo w milimetrach (mm), *jest wysokością warstwy wody (także wody powstałej z wytopienia śniegu, krupy śnieżnej i gradu) jaka powstałaby na terenie gdyby był szczelny, płaski i nie byłoby parowania* (Zieliński 2017a).

### 1.7. Stan badań

Problem badawczy podjęty w rozprawie koncentruje się na **ustaleniu relacji pomiędzy koncepcją ZI a wodami opadowymi** zagospodarowywanymi w mieście w sposób wzorowany na procesach naturalnych i metodach temu służących. Zarówno ZI jak i alternatywne dla kanalizacji deszczowej metody zarządzania wodą opadową są przedmiotem badań i opracowań, które znaleźć możemy zarówno wśród zagranicznych jak i polskich publikacji.

Sama koncepcja ZI ma swoje źródło w krajach anglosaskich (co szczegółowo opisuje rozdział 2.3.). Jak już wcześniej wspomniano, autorami pierwszej definicji ZI są M.A. Benedict i E.T. Mc Mahon w: *Smart Conservation for the 21st Century* (Benedict, McMahon 2002) oraz *Green Infrastructure: linking landscapes and*

*communities* (Benedict, McMahon 2006), którzy prezentując ją wskazują pierwotne źródło w postaci sięgającej XIX wieku, amerykańskiej koncepcji **sieci korytarzy ekologicznych** (*Greenways*) Fredericka Law Olmsteda. Jak w przypadku wielu innych pojęć transdyscyplinarnych, koncepcja ZI i jej definicje stosowane przez różnorodnych teoretyków i praktyków powiązane są bezpośrednio z ich własnym obszarem badań. Konserwatyści, jak np. wspomniani już Benedict i McMahon, definiując ZI mocno podkreślają jej ekologiczny charakter, wspierający bioróżnorodność. Planiści, jak Ahern, Fábos, Ryan, Szulczewska, Kowalski, C. Mell, Pancewicz (Ahern 2007, 2013; Fábos 2004; Fábos, J. G. Ryan, R. L. 2004; Szulczewska op. 2009, 2014; Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. 2013; Mell 2010, 2008, ; Mell 2015; Kowalski 2010, 2011, 2010, 2011; Pancewicz 2014) dokonują przeglądu koncepcji pod ich kątem możliwości wdrożeniowych, podczas gdy specjaliści od projektowania sieci ekologicznych i elementów zielonej infrastruktury (zarówno ci indywidualni, jak Austin, Kleiber, Hutchinson, Williams, Davies, Drapella-Hermansdorfer, Rouse, Bunster-Ossa, Fisher, Turner, Adamowski i Beauchamp, jak i organizacje branżowe regulujące proces i metodykę projektowania jak CABI (*The Commission for Architecture and the Built Environment*) czy *Landscape Institute* (CABI Space 2003; Kleiber, D., A., Hutchinson, S., L., Williams, R. 2002; Davies et al. 2006; Dymitryszyn et al. 2012; Drapella-Hermansdorfer 2014; Mazza L. et al. 2011; Landscape Institute Policy Committee 2009; Austin 2014; Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. 2013; Fisher, Kerry Turner 2008; Fisher et al. 2009; Beauchamp, Adamowski J. 2013) koncentrują się na korzyściach uzyskiwanych z wdrażania idei w praktyce. Jednak żaden z autorów nie wskazuje możliwości wykorzystania zintegrowanych systemów zarządzania i zagospodarowywania wodami opadowymi do budowania kompleksowej sieci ZI w mieście.

Tematykę ZI na fora polskiej literatury naukowej wprowadziła Barbara Szulczewska. Punktem wyjścia Szulczewskiej do problematyki ZI była teoria ekosystemu odniesiona do obszarów miast, podobnie jak w przypadku amerykańskich opracowań źródłowych koncepcji. Szulczewska podjęła się analizy tego zagadnienia w swoim opracowaniu z roku 2002 pod tytułem *Teoria ekosystemu w koncepcjach rozwoju miast* (Szulczewska 2002). Sama koncepcja ZI pojawia się natomiast w jej kolejnych publikacjach, jak: *Rozwój "zielonej infrastruktury" w polskich miastach w świetle rekomendacji Programu Cost Action 11 z roku 2006, Plan zielonej*

*infrastruktury: nowa moda czy rzeczywista potrzeba?* z roku 2009, *W pułapkach zielonej infrastruktury* z roku 2014 (Szulczewska 2006, op. 2009; Giedych et al. 2012; Szulczewska 2014) oraz wykładach, jak na przykład *Zielona infrastruktura miasta* wygłoszonym 24 października 2014 roku w Warszawie. Szulczewska w swoich badaniach koncentruje się na definicjach ZI świadczących o różnorodności jej interpretacji, trudnościach z tym związanych oraz planistycznym potencjale wdrożeniowym koncepcji w ramach miejskich systemów zieleni. Szulczewska, dokonując na podstawie kwerendy i analiz A. Pirowskiego, przeglądu definicji wyróżnia cztery podejścia do definiowania **zielonej infrastruktury**, co szczegółowo omówione zostało w rozdziale 2.3. Razem z Pirowskim podnosi zagadnienie ZI w kontekście rozwiązań sprzyjających gospodarowaniu wodami opadowymi *in situ* jako jedno z podejść do definiowania ZI, określając je jako **podejście hydrologiczne**. Zauważa przy tym szczególne zalety podejścia określanego przez nią jako **podejście zintegrowane**, w którym ZI rozumiana jest jako *wielofunkcyjny system terenów pokrytych roślinnością i wodami*. Stabilizują one funkcjonowanie przyrodnicze, wspomagają funkcjonowanie społeczne, przyczyniając się jednocześnie do podnoszenia walorów ekonomicznych terenów otaczających. Szulczewska zauważa, że w podejściu zintegrowanym wody odgrywają istotną rolę jako część, element ZI, nie zgłębiając jednak potencjału jaki może stanowić woda opadowa, a w szczególności proekologiczne rozwiązania przestrzenne służące do jej zagospodarowywania, w tworzeniu i rozwijaniu sieci ZI.

Podobne stanowisko prezentuje Alina Drapella-Hermansdorfer. W swojej publikacji *Plany krajobrazowe i zarządzanie zieloną infrastrukturą miasta* z 2014 roku (Drapella-Hermansdorfer 2014), wyróżnia trzy nurty w ujmowaniu zielonej infrastruktury: tzw. **opcję zieloną**, której źródłem jest, jej zdaniem, wywodzący się z ekologii krajobrazu model płatów i korytarzy, **opcję zielono-niebieską** bazującą na naturalnych mechanizmach, jednak sztucznie wykorzystywanych w z góry założonych celach oraz **opcję niebieską**, która według jej opinii jest tożsama ze *zrównoważoną infrastrukturą*<sup>1</sup>. Ujęcie to jest zbliżone do poglądów Szulczewskiej, gdzie **opcja zielono-niebieska** Drapelli-Hermansdorfer jest zbieżna z **podejściem zintegrowanym** Szulczewskiej, a **opcja niebieska** z **podejściem hydrologicznym**. Drapella-Hermansdorfer tworząc autorską definicję ZI podkreśla jej spójny i sieciowy charakter, wielofunkcyjność, powiązania z istniejącymi ekosystemami oraz potrzebę

<sup>1</sup> Zagadnienie szerzej omówione zostało w rozdziale 2.3. oraz 2.4.

przywracania naturalnych warunków cyklu hydrologicznego. Zalicza do obszarów składających się na ZI tereny biologicznie czynne wraz z wodami powierzchniowymi, stawiając ją na równi z szarą infrastrukturą techniczną i komunikacyjną, dzięki wielostronności usług ekosystemowych<sup>2</sup>. W ten sposób Drapella-Hermansdorfer podkreśla istotną rolę jaką odgrywać może woda opadowa w ramach sieci ZI nie rozwijając jednak, podobnie jak Szulczewska, zagadnienia możliwości tworzenia i rozwijania sieci w oparciu o zagospodarowanie wód opadowych.

Upowszechniania koncepcji ZI w Polsce podjęli się także Przemysław Kowalski w pozycjach: *Zielona infrastruktura w miejskiej przestrzeni publicznej* z roku 2010 i *Kształtowanie systemów zieleni na obszarach miejskich. Zielona infrastruktura w VIII dzielnicy Krakowa* z 2011 roku (Kowalski 2010, 2011) oraz Anna Zaręba w pozycji *Multifunkcjonalność zielonej infrastruktury we współczesnych badaniach* z 2014 roku (Zaręba 2014). Publikacje te dość ogólnie przybliżają koncepcję ZI, koncentrując się na definicji Benedicta i McMahona, podkreślającej sieciowy charakter oraz wielofunkcyjność struktury ZI.

Podsumowując funkcjonujące w Polsce i na świecie definicje ZI (co prezentuje tabela na rys. 3.), zauważyć należy, że o ile wielu autorów uwzględnia wody opadowe jako istotny element struktury ZI, **to żaden z nich nie proponuje i nie rozwija metodyki tworzenia nowych obiektów oraz rozbudowy sieci ZI w ramach tkanki miejskiej za pomocą proekologicznych systemów zarządzania wodami opadowymi.**

**Rys.3. Definicje Zielonej Infrastruktury - podsumowanie**

AUTOR	ELEMENTY	FUNKCJE I FORMA
Christine Conn (MDNR, USA) <sup>3</sup>	Lasy, mokradła, tereny zalewowe, strumienie	Duże obszary, przynajmniej 250 akrów (ok 1 km <sup>2</sup> ), korytarze ponad 1100 stóp szerokości (ok 100 m), węzły o wysokiej wadze
Cecil Konijnendijk van den Bosch (SLU Alnarp, Szwecja)	Wszystkie tereny zieleni, tereny otwarte, zasoby wodne	Zintegrowane sieć, wielofunkcyjność, użyteczność
Tom Turner (UK)	Woda	Korytarze ekologiczne, cieki
Paul Selman (University of Sheffield, UK)	Publiczne parki, pobocza dróg, nasadzenia miejskie, zielone dachy, zielone ściany, lasy komunalne, farmy miejskie, nieużytki	Zintegrowana sieć kompozycyjna, korytarze, łączniki
Ted Weber (The Conservation Fund,	Naturalne i odtworzone ekosystemy rodzime/ lokalne, naturalne obszary	Przestrzenie połączone, łączniki, łączność

<sup>2</sup> Zagadnienie usług ekosystemowych zostało szerzej omówione w rozdziałach 2.2. oraz 2.3.

<sup>3</sup> Maryland Department of Natural Resources

USA)	chronione, mokradła i bagna, obszary leśne, wody płynące, siedliska dzikiej zwierzyny, publiczne i prywatne obszary chronione, krajobrazy rolnicze, lasy, farmy oraz inne chronione tereny otwarte	
Karen Williamson (Heritage Conservancy, Lehigh University, USA)	Zielone pierścienie, tereny rekultywowane i renaturyzowane, tereny otwarte, krajobrazy rolnicze, rezerваты przyrody	Węzły, korytarze, łączniki, wewnętrzne (miejskie) zielone obszary połączone
Benedict & McMahon (Conservation Fund, USA)	Zachowane obszary naturalne, jak: bagna i mokradła, tereny leśne, ciekі wodne oraz inne siedliska dzikich zwierząt, publiczne i prywatne obszary chronione, jak: korytarze ekologiczne, parki narodowe, krajobrazowe, rezerваты przyrody, inne dzikie tereny rolne i leśne	Węzły, łączniki/ korytarze i obszary/ miejsca/ punkty; sieć (network) terenów zieleni, zaplanowana i zarządzana, wielofunkcyjna, także proces
Drapella-Hermansdorfer (Politechnika Wrocławska)	Sieć terenów biologicznych czynnych, jak: wody powierzchniowe oraz tereny i powierzchnie z nawierzchnią ziemną urządzone w sposób zapewniający naturalną wegetację, z włączeniem tarasów, stropodachów, zieleni ulicznej.	Wspólnie planowana i zarządzana sieć terenów wielofunkcyjnych, zapewnienie naturalnych warunków cyklu hydrologicznego, równorzędna względem infrastruktury szarej
Mell (Newcastle University, UK)	Odporne i wytrzymałe krajobrazy	Wielofunkcyjność, spójność, łączność, podtrzymywanie funkcji ekosystemowych, społecznych i wartości ekonomicznych
Beauchamp i Adamowski (McGill University, Kanada)	sieć obszarów otwartych, wodnych oraz cech środowiska wraz z naturalnymi systemami je wspierającymi, obiekty inżynierskie zbudowane z poszanowaniem wytycznych środowiskowych	Integralność i łączność przestrzenna, wielofunkcyjność, zachowanie procesów ekologicznych, naśladowanie natury – biomimikra, wspieranie rozwoju opartego na zasobach naturalnych i usługach ekosystemów
IEEP (2011)	sieć naturalnych i seminaturalnych powierzchni, urządzeń i terenów zieleni na obszarach wiejskich i miejskich, lądowych, śródlądowych, morskich i przybrzeżnych	zwiększanie zdrowotności i odporności ekosystemów, ochrona bioróżnorodności, podtrzymywanie i podnoszenia jakości usług ekosystemowych
Kambites & Owen (CCRU, UK)	powiązane sieci wielofunkcyjnych obszarów, głównie niezabudowanych	Wspieranie funkcji biologicznych i procesów społecznych, wielofunkcyjność, sieciowość, ciągłość, podnoszenie jakości środowiska
Landscape Institute	sieć naturalnych i półnaturalnych terenów zieleni, rzek oraz jezior przeplatających i łączących tereny wiejskie, miasteczka i miasta - od parków, jezior i lasów, do miejskich interwencji, jak zielone dachy, czy zadrzewienia przyuliczne	Sieciowość, wielofunkcyjność, usługi ekosystemów
Austin (University of Washington, University of Idaho, USA)	wielko skalarne obiekty krajobrazowe, jak parki, tereny naturalne, korytarze ekologiczne, obszary rolne i leśne, obiekty w mniejszej skali istniejące w kontekście miejskim, jak zielone dachy, drzewa, ogrody deszczowe, odwadniające i infiltracyjne rowy, niecki i muldy pokryte roślinnością, małe, 'kieszonkowe' stawy i mokradła i im podobne, też transformowane elementy infrastruktury szarej	Elementy wewnętrznie powiązane, łączne
Rouse & Bunster-Ossa (Harvard University's Graduate School of Design, USA)	trójwymiarową 'powłoką', która otacza, łączy i 'zaopatruje' budynki, ulice, place i inne obiekty użyteczności publicznej, nie jest oddzielna od infrastruktury zbudowanej (szarej) lecz formuje jej podłoże, nie ma ustalonej granicy	Wielofunkcyjność, fizyczny przejaw procesów łączących środowisko zbudowane z naturalnym, podejście interdyscyplinarne, funkcjonujące we wszystkich skalach

	między nimi	
CABE (UK)	Sieć terenów zieleni, zielone dachy, wielkie drzewa, obszary absorbujące i zatrzymujące nawałne opady deszczu w sieci przyulicznych rowów i muld odwadniających, ogrodów deszczowych i innych elementów systemów małej retencji	obszarem koegzystencji człowieka ze środowiskiem naturalnym, sieć, wielofunkcyjność, bioróżnorodność, różna skala,

Źródło: opracowanie własne

Wśród publikacji opisujących alternatywne dla kanalizacji deszczowej metody zarządzania wodą opadową należy wymienić przede wszystkim dwie przetłumaczone na język polski pozycje niemieckojęzycznych naukowców i praktyków: *Inżynieria Ekologiczna* autorstwa Hugo Meinharda Schiechl'a i Wolfa Begemanna, wydana w Niemczech w 1986 roku, a przetłumaczona na język polski i wydana w 1999 roku (Begemann et al. 1999) oraz *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych* autorstwa Wolfganga Geiger'a i Herberta Dreiseitl'a, wydana w Wiedniu w 1995 roku, a przetłumaczona na język polski i wydana także w 1999 roku. Prace te bardzo szczegółowo poruszają kwestie zarządzania wodą opadową i skierowane są przede wszystkim do projektantów sieci sanitarnych, nie odnosząc się jednak do ZI ani systemu zieleni miejskiej.

Praca podejmuje zagadnienie zarządzania wodami opadowymi w różnej skali:

- w skali architektonicznej podstawowym narzędziem projektowym jest koncepcja *Sustainable Drainage Systems* [SuDS], zwana także *Sustainable Urban Drainage Systems* [SUDS], czasem także określana jako tzw. *Low Impact Development* [LID]. Koncepcja ta jest przedmiotem badań między innymi: Geigera i Dreiseitl'a (Geiger et al. 1999), Gomes'a (Haase et al. 2014), Hurley (Hurley, Stephanie, Elizabeth 2009), Kowalczaka (Kowalczak 2011, 2007), Krenz'a (Krenz 2007), Królikowskiej i Królikowskiego (Królikowska, Królikowski op. 2012), Ladzianskiej (Ladzianska Zuzana 2007), Thompson i Sorving (Thompson, Sorvig 2008), Sarte (Sarté ©2010), Szczepańskiego (Szczepański 2001), Łypa (Łyp 2005), o SuDS piszą także White (White 2010), Grant (Grant 2012), Ahern wspólnie z kilkoma innymi badaczami tematu w wielu publikacjach: (Pauleit, S., Liu, L., Ahern, J., Kazmierczak, A. 2011; Novotny et al. 2010; Fabos, Ahern 1995; Novotny et al. 2010); Stovin wraz z Jorgensenem i Clay'em (Stovin et al. 2008); Echols i Pennypacker (Echols, Pennypacker 2008; Echols, Pennypacker 2015); chiński zespół naukowców: Jia, Tang, Luo, Li i Zhou, (Grimm et al. 2008; Jia et al. 2016); Zuzanna Ladziańska (Ladzianska Zuzana 2007); Gessner, Hinkelmann, Nützmann,

Jekel, Singer, Lewandowski, Nehls (Gessner et al. 2014); Romnée, Evrard i Trachte (Romnée et al. 2015), Margolis i Robinson (Margolis, Robinson 2007), McLeod (McLeod 2008), Demuzere, Coutts, Göhler, Broadbent, Wouters, (Demuzere et al. 2014); Jose Barros Gomes (Barros Gomes 2007), a także organizacje jak European Environment Agency (EEA) (EEA, Copenhagen 2012; European Environment Agency (EEA) 2012; European Environment Agency (EEA) et al. 2015) i wielu innych.

- w skali urbanistycznej to przede wszystkim *Water Sensitive Urban Design* (WSUD). Koncepcja ta jest przedmiotem badań między innymi: Brown, Keath i Wong'a (Wong et al. 9/11/2011; Brown et al. 2008), Djukic, Vukmirovic, Stankovic (Djukic et al. 2015), Novotnego i Brown'a (Novotny et al. 2010; Novotny, Brown 2007), Fratini, Geldof'a, Kluck'a i Mikkelsen'a (Fratini et al. 2012), a także organizacji Landscape Institute<sup>4</sup>, CIRIA<sup>5</sup>

- w skali planistycznej - holenderski *Delta Urbanism*, obejmujący w swoim programie strategicznym praktycznie obszar całego kraju, przeniesiony następnie w strategię regionalną a realizowany w poszczególnych lokalizacjach. Jest to projekt wspólny – naukowców i praktyków holenderskich, na czele z profesorami z holenderskiego TU Delft, Han'em Mayer'em, Inge Bobbink i Seffenem Nijhuis'em oraz amerykańskiej APA (*American Planning Association*). Do tej pory problematyce poświęcono liczne konferencje<sup>6</sup>, publikacje (Nillesen 2014; Meyer et al. ©2010; Meyer, V., J., Nijhuis 2013; Klein et al. 2014; Hooimeijer, F.; Campanella 2010), warsztaty oraz konsultacje (jak np.: Delta Delft Design Days, 11-13 June 2014).

**Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w aspekcie architektury krajobrazu** do polskiej literatury wprowadziła swoją pracę doktorską *Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w aspekcie architektury krajobrazu* w 2008 roku Ewa Kozłowska tłumacząc je na język polski jako **Zrównoważony System Drenażu**, w skrócie ZSD (Kozłowska 2008). Bazując na międzynarodowych studiach przypadków, opisuje ona różnorodne metody zarządzania wodami opadowymi. W jej pracy widać duży wpływ wspomnianych wcześniej Geiger'a i Dreiseitla. Przykłady podane w pracy Kozłowska analizuje pod kątem ich przydatności w kreacji

<sup>4</sup> Brytyjska organizacja zawodowa dla architektów krajobrazu.

<sup>5</sup> Brytyjskie stowarzyszenie badawcze i informacyjne branży budowlanej.

<sup>6</sup> Jak np.: International conference Complexity, Cognition, Urban Planning and Design, 10-12 October 2013, International Conference 'Deltas in times of Climate change.: Rotterdam ,2010, September 29 - 2010, October 1; 1th International Conference on Urban Drainage. Edingburgh International Conference Centre, Scotland 2008; Delta Urbanism 2010 International Symposium, April 10-13, Morial Convention Center, New Orleans; itp.

wielofunkcyjnych elementów krajobrazowych, nie odnosząc ich jednak również do ZI ani do miejskich systemów zieleni.

Swoją interpretację **zintegrowanych systemów zarządzania wodami opadowymi** prezentuje Anna Januchta-Szostak w licznych publikacjach: *Błękitna krew miasta. Woda jako ożywcza siła przestrzeni publicznych* z 2008 roku, *Miasto w symbiozie z wodą* z 2010 roku, *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych* z 2011 roku, *Kształtowanie miast wobec zagrożeń powodziowych w XXI wieku* z 2012 roku, *Usługi ekosystemów wodnych w miastach* z roku 2012, czy *Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą* z 2014 roku (Januchta-Szostak 2008, 2010, 2011, 2012a, 2012b, 2014). Januchta-Szostak definiuje zintegrowane systemy zarządzania wodami opadowymi jako *powierzchniowe systemy zagospodarowania wód służące redukcji objętości i spowolnieniu odpływu powierzchniowego w miastach* nazywając je TRIO, co jest akronimem nazw czterech<sup>7</sup> głównych procesów technologicznych stosowanych w systemach, czyli: (T) transportowanie, (R) retencja, (I) infiltracja i (O) oczyszczanie wody deszczowej<sup>8</sup> (Januchta-Szostak 2011). Jej zdaniem bardzo ważne jest kompleksowe wykorzystanie systemów TRIO nie tylko jako elementów infrastruktury, ale także jako tworzywa dla architektury i aranżacji krajobrazowych o wysokich walorach estetycznych i funkcjonalnych. W ten sposób autorka ujmuje tematykę wodną szeroko: od problematyki estetycznych walorów wody i jej potencjału do tworzenia przestrzeni publicznych, po problematykę planistyczną nie odnosząc jej jednak bezpośrednio do ZI czy miejskich systemów zieleni.

**Problematyką wodną w kontekście architektury, architektury krajobrazu i urbanistyki** zajmują się także: Alina Pancewicz pisząca o wodzie jako elemencie krajobrazu miasta (Pancewicz 2004), Lucyna Nyka i Jacek Krenz koncentrujący się przede wszystkim na estetycznych walorach wody w mieście i styku wody z architekturą (Nyka 2007, 2013; Krenz 2007), Jakub Szczepański przybliżający kontekst historyczny w miastotwórczej roli wody (Szczepański 2007, 3/22/2010), Jakub Kronenberg koncentrujący się na usługach ekosystemów wodnych i ich ekonomicznej waloryzacji (Kronenberg, Bergier 2012; Kronenberg et al. 2011), Iwona Wagner i Kinga Krause opisujące tematykę od rozwiązań technicznych związanych z wodami opadowymi po aspekty estetyczne i planistyczne (Wagner et al. 2014;

<sup>7</sup> Zauważa się tu drobną niekonsekwencję: TRIO sugeruje liczbę trzy a jest akronimem czterech procesów

<sup>8</sup> szerzej zagaganienie omówione jest w rozdziale 3.3.



Wagner, Krauze 2014; Wagner et al. 2013; Wagner et al. 2014; Krauze, Wagner 2014), Małgorzata Burchard-Dziubińska w kontekście adaptacji terenów zurbanizowanych do zmian klimatu (Burchard-Dziubińska 2016) oraz Bohdan Łyp prezentujący w projektowaniu infrastruktury wodnej w planowaniu miasta podejście zdecydowanie konserwatywne (Łyp 2005, op. 2008). Problematykę wodną wśród polskich badaczy poruszają także specjaliści z dziedziny hydrologii, inżynierii sanitarnej czy drogowej. Należy wśród nich wymienić: Jadwigę i Andrzeja Królikowskich, których opracowanie merytorycznie zbliżone jest do wspomnianej wyżej pozycji Geiger'a i Dreiseitl'a (Królikowska, Królikowski op. 2012), zespół badaczek z Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej: Gajewska, Wojciechowska, Obarska-Pępkowiak zajmujących się problematyką wodną dość szeroko, od roli hydrofitów w oczyszczaniu wód i ścieków po zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową (Obarska-Pempkowiak et al. 2010; Wojciechowska et al. 2015), Daniel Słyś trochę tematykę poszerzając o zagadnienia czysto hydrologiczne (Słyś 2008, 2013), Roman Edel postulujący priorytetowość proekologicznych rozwiązań w odwadnianiu dróg i potrzebę w miarę możliwości priorytetowego zagospodarowywania opadu deszczowego *in situ* (Edel 2009), Ziemowit Suligowski oraz Katarzyna Gudelis-Taraszkiewicz ukazujący potrzebę proekologicznego gospodarowania wodami opadowymi, szczególnie w kontekście układów komunikacyjnych (Suligowski 2013; Gudelis-Taraszkiewicz 2008, 2009a, 2009b, 2009c), Ewa Burszta-Adamiak, szczegółowo opisująca poszczególne elementy wchodzące w skład systemowych rozwiązań (Burszta-Adamiak Ewa 2010, 2011a, 2011b, 2012), Katarzyna Krężałek wzbogacając dyskusję także o elementy estetyczne (Krężałek 2011, 2012), Jerzy Bieroński koncentrujący się na zbiornikach małej retencji (Bieroński op. 2005), Robert Bogdanowicz i Joanna Fac-Benedy zajmujący się obiegiem wody i materii w zlewniach rzecznych (Bogdanowicz, Fac-Benedy 2009).

Podsumowując badania literaturowe z zakresu ZI miasta oraz proekologicznych metod zagospodarowywania wód opadowych autorka niniejszego opracowania stwierdziła, że **żadna z pozycji nie podnosi możliwości wykorzystania zintegrowanych systemów zarządzania i zagospodarowywania wodami opadowymi jako budulca dla ZI miasta**. W publikacjach poruszana jest głównie kwestia organizacji ZI bazująca raczej na inwentaryzacji obszarów cennych przyrodniczo i w miarę możliwości łączenia ich w sieć. W przedstawionym stanie

**badan** **brakuje** **pozycji** **koncentrujacej** **sie** **na** **kreacji** **nowych**, **wielofunkcyjnych** **elementow** **ZI**, **tworzonych** **oddolnie** **z** **zamierzeniem** **wlacznania** **w** **siec** **ZI**. Na terenach miejskich, mocno zurbanizowanych, trudno znalezc obszary o wyjatkowych walorach przyrodniczych, coraz trudniej takze utrzymac istniejace elementy, szczegolnie wtedy, kiedy sa one odizolowanymi fragmentami miejskiego systemu zieleni, jak szpaler czy pojedyncze drzewo. Potrzeba wiec kreacji nowych, wielofunkcyjnych obszarow zieleni, ktore wspoltworzyc beda miejska siec obszarow cennych przyrodniczo. Potrzeba takze metod i wytycznych do tworzenia takich obszarow. Brakuje takze pozycji w sposob przekrojowy zestawiajacej swiatowe trendy w tworzeniu ZI oraz zarzadzania wodami opadowymi, a w szczegolnosci odniesienia ich do warunkow polskich. Przywolani autorzy pisza o ZI oraz proekologicznych metodach zarzadzania wodami opadowymi w roznych kontekstach, podejmuja proby uporzadkowania definicji i metod, jednak podkreslaja wlosc interpretacji, nierzadko sprzecznych. Dlatego **autorka niniejszej pracy proponuje integracje zagadnienia ZI oraz zarzadzania wodami opadowymi w roznej skali. W ten sposob proponuje oryginalne ujecie zarowno uporzadkowania metod zarzadzania wodami opadowymi jak i odniesienia ich do poziomu tworzenia ZI za ich posrednictwem.** Punktem wyjscia jest tu zalozenie, ze miejska przyroda do swego istnienia potrzebuje wody. Dlatego nie mozna myslec i projektowac zieleni, czyli elementow ZI miasta, nie dbajac o jej zasilanie w wode. Parafrazujac przytaczanego wczesniej Talesa z Miletu: *woda jest poczatkem.*

## **CZEŚĆ ZIELONA**

### **ROZDZIAŁ 2. ZIELONA INFRASTRUKTURA – PODSTAWY TEORETYCZNE**

Rozdział ten poświęcony jest koncepcji ZI miasta. Jego forma i układ logiczny wynikają z potrzeby zrozumienia idei, które stoją za tytułową koncepcją oraz procesów, które doprowadziły do jej powstania. Istotne jest tu rozróżnienie ZI od koncepcji pokrewnych, jak miejski ekosystem czy miejskie systemy zieleni. Podstawą tego rozróżnienia są inne nurty myślowe i filozoficzne stojące za każdą z nich. Wynika to głównie z różnych okresów, w których koncepcje te powstawały. ZI jest z nich najmłodsza, będąc konsekwencją wielowiekowego rozwoju teorii na temat relacji natura - miasto - człowiek.

#### **2.1 Ewolucja relacji człowieka do natury**

Istotne dla zrozumienia problematyki systemowego ujęcia zieleni w mieście jest przedstawienie ewolucji relacji człowiek - przyroda na przestrzeni wieków<sup>9</sup>. Według Raymonda Williama angielski termin *nature* (przyroda, natura) należy do jednych z najtrudniejszych do jednoznacznego zrozumienia słów w języku angielskim. Twierdzi on, że samo pojęcie przyrody w swej objętości zawiera cały bagaż ludzkiej historii i jest powiązane z większością kluczowych dla kultury europejskiej pojęć takich jak: demokracja, nowoczesność, społeczeństwo, romantyzm, oświecenie, idealizm, a nawet Bóg i nowoczesność (Williams 1972; Foucault 1994; Lewis, Ostrowski 2008; Short 2005; Thomas 1996; Böhme 2002). Jak kształtowało się takie wyobrażenie przyrody i natury? Według brytyjskich socjologów, Johna Urry'ego i Phil'a Macnaghten'a już ponad **dwa tysiące lat temu** wyabstrahowane zostało pojęcie jednej przyrody z mnogości życiowych doświadczeń (Macnaghten et al. 2005). Clive Staples Lewis sugeruje, że przyrodę jako jeden abstrakcyjny byt wymyślili greccy filozofowie presokratejscy. Jako pierwsi wpadli oni na pomysł, że: *otaczająca nas ogromna różnorodność zjawisk mogłaby być ujęta pod jedną nazwą i omawiana jako pojedynczy obiekt* (Lewis, Ostrowski 2008). Wtedy to, wg Lewis'a, dokonano personifikacji przyrody, uznając ją za boginię. Wkrótce jednak uznano, że idea przyrody nie obejmuje wszystkiego. Arystoteles wyróżniał tzw. *byty istniejące z natury i byty istniejące dzięki sztuce*, gdzie *byty naturalne zasadę działania mają w*

---

<sup>9</sup> Prowadzone wcześniej przez autorkę niniejszej pracy badania literaturowe, zakończyły się publikacją w języku angielskim, pod tytułem: *In search of a new relationship between nature and society*, zamieszczoną w opracowaniu pod redakcją Romany Cielątkowskiej i Joanny Poczobut *Contemporary Rural Landscapes* wydanym w 2011 roku (Rayss 2011).

sobie, natomiast były techniczne formę, zasady a szczególnie zdolność reprodukcji zawdzięczają człowiekowi (Aristoteles et al. 2010). Zarówno Arystoteles jak i Platon twierdzili, że zarówno sztuka, jak i technika (w starożytności miały ono jednakowe znaczenie, pochodzą od. *lat. ars, grec. techne*), po prostu odwzorowują naturę lub starają się działać jak ona (Leśniak 1968; Aristoteles 1968; Aristoteles et al. 1996; Kozłowski 1845).

**Średniowieczne postrzeganie natury** przez Europejczyków warunkowała kultura chrześcijańska, gdzie etap ziemski ludzkiej egzystencji stanowił tylko przygotowanie do życia wiecznego w Niebie, a sam Bóg nie zamieszkiwał ziemi, a nad nią górował. Natura jawiła się więc jako coś z jednej strony otwartego na działania ludzkiej woli, lokując ludzkość na szczycie stworzenia, z drugiej jednak będąc czymś dzikim, nieokiełznanym i strasznym, skąd spadały na ludzkość kary boskie w postaci plag i katastrof. Według niemieckiego filozofa przyrody Gernot Böhme'go, konkurowały wówczas ze sobą dwie główne personifikacje przyrody: przyrody jako *Bożego Monarchy Absolutnego*, dysponującego mocami przeznaczenia, przed którymi nie potrafimy umknąć, i przyrody jako *Bożego Ministra* lub nawet *Matki Ziemi*, która zaspokaja potrzeby człowieka (Peterson del Mar, David, Karłowski op. 2011; Böhme 2002).

**Początek XVI i XVII wieku**, wraz z rozwojem nurtów oświeceniowych, przyniósł dwie kluczowe zmiany w podejściu człowieka do przyrody. Badanie przyrody stało się analizą i charakteryzowaniem materii, z której była ona zbudowana. Podejście to zostało zapoczątkowane przez mechanistów, zwłaszcza przez fizykalną ontologię Galileusza i przez filozofię Kartezjusza, co przypieczętował czysto naukowy obraz świata autorstwa Newtona. Drugą zmianą było zdecydowane odróżnienie przyrody pierwotnej, z jej *przedspołecznym* nieuporządkowanym stanem, z którym kontrastował *ucywilizowany*, sztucznie uformowany stan ludzi z ich prawami i konwencjami. Podstawą cywilizowanego społeczeństwa stało się pokonanie *przyrodzonych niedogodności*. Jak zauważyli Mcnaghten i Urry, zmiany te najbardziej uwidaczniały się w geometrycznie postępującym rozwoju miast i powstaniu nowej klasy społeczeństwa – mieszczan. Przyroda stała się sferą wrogości i braku wolności wymagającą, by nad nią panować i ją kontrolować. Oświecenie było okresem, kiedy utrwalano odseparowanie przyrody od człowieka, odpychając ją z dominującej sfery ludzkiego życia na marginesy nowoczesnego społeczeństwa przemysłowego, poddając produkcyjnej uprawie. Była ona jednak obecna w bezpośrednim

sąsiedztwie, łatwo dostępna. Odzwierciedla to bezpośrednio, wizualne, wręcz geometryczne odseparowanie miasta i jego mieszkańców od przyrody (Macnaghten et al. 2005; Böhme 2002; Williams 1972; Ruskin, Wilmer 1985; Rozmarynowska 2011; Majdecki, Majdecka-Strzeżek 2007; Böhm 2006; Hodor 2012).

**Na przełomie XVIII i XIX wieku**, kiedy epoka przemysłowa była w kulminacyjnym etapie rozwoju, namacalne stały się jej negatywne efekty uboczne. Podczas gdy piewcy mechanistycznego podejścia do przyrody transformowali otoczenie, stopniowo ujawniało się coraz więcej skutków niekontrolowanego rozwoju miast, degradacji ekosystemu miejskiego i masowej ingerencji w przyrodę. Bieda panująca w rozwijających się slumsach, zadymione fabryki, trudności z dostosowaniem infrastruktury, brak zabezpieczenia sanitarnego, problemy z zaopatrzeniem w wodę i utylizacją odpadów doprowadziły do szerzących się zaraz jak gruźlica, syfilis czy choroby płuc, doprowadzając do ogólnego pogorszenia kondycji zdrowotnej społeczeństwa. Zjawiska te powszechnie oceniane były jako nieludzkie, niesprawiedliwe i nienaturalne. Wizja zdegradowanego, wręcz szkodliwego dla człowieka miasta pogłębiła jeszcze stosunek społeczeństwa do przyrody jako do czegoś zewnętrznego, coraz trudniej dostępnego, co łączy się z tęsknotą za uwolnieniem od ciężaru i ograniczeń tak zwanego *cywilizowanego życia*. Zdaniem Sas-Bojarskiej i Walewskiej, jeśli dodamy do tego pracę ponad siły, nędzę i choroby - nie dziwią narastające konflikty i negatywne zjawiska społeczne. Trudna sytuacja życia w mieście, a w szczególności katastrofalne warunki higieniczne, wywołały konieczność poszukiwań nowych rozwiązań urbanistycznych (Sas-Bojarska, Walewska 2013). Ważnym aspektem epoki postkartezyjskiej był także, wg G. Böhme'go i Petersona del Mar, dalszy rozwój mieszczaństwa jako nowej dominującej warstwy społecznej, a co za tym idzie, rozwój estetyki mieszczańskiej, która powstała jako krytyka smaku, zajmując się nie tylko doświadczaniem piękna, lecz i jego oceną. W tak sformułowanej estetyce jedynie wykształcony i uświadomiony mieszkaniec miasta jest w stanie docenić piękno i naturalność przyrody – umysł *ludzi o dobrym smaku oraz wyczuciu pejzażu*<sup>10</sup> (Böhme 2002; Peterson del Mar, David, Karłowski op. 2011).

---

<sup>10</sup> Peterson del Mar, David, Karłowski op. 2011, za Buzard J. (1993) *The Beaten Track: European Tourism, Literature, and the Ways to Culture, 1800-1918*: Oxford: Clarendon, S. 30

**XIX wiek** to okres 'prenatalny' dla dwudziestowiecznych idei ekologicznych, które na dobre doszły do głosu z końcem lat 60'. Według Drapelli-Hermansdorfer, od współczesnych koncepcji różniły się one ujęciem domu, osiedla i miasta w kategoriach *organizmów wyizolowanych*, podczas gdy *obecnie akcentuje się wzajemne związki między organizmami i ich środowiskiem w obrębie całości wyższego rzędu*, np. ekosystemów (Drapella-Hermansdorfer 1998). Zdaniem Lorensa i Martyniuk-Pęczek, odpowiedzią na zatłoczenie w dzielnicach mieszkaniowych i niekontrolowane przestrzenne rozlewanie się struktury miast, stał się amerykański ruch projektowania miast o nazwie *City Beautiful Movement*, zakładający dążenie do *upiększenia* przestrzeni przy wykorzystaniu historycznych wzorców. Inspiracji przebudowy miast amerykańskich poszukiwano więc m.in. w europejskich koncepcjach urbanistycznych i architekturze w stylu *Beaux-Arts*. U podstaw założeń kształtowania przestrzeni leżały tu wielkie klasyczne założenia, bazujące na osiach krajobrazowych i kompozycyjnych. Reforma ta miała za zadanie, na bazie poprawy jakości estetyczno-funkcjonalnej miasta, zmienić też postawy społeczne ich mieszkańców. Propagatorzy ruchu wierzyli, że dzięki starannie zaprojektowanemu krajobrazowi miejskiemu, z szerokimi, eleganckimi alejami obudowanymi architekturą budynków użyteczności publicznej, nawiązującą do stylu klasycznego, miasta uzyskają nowy wygląd co przyczyni się do utrzymania hierarchii ich centrów, a co za tym idzie rangi władzy samorządowej w rozwijającym się demokratycznym społeczeństwie (Lorens, Martyniuk-Pęczek 2013). Na początku XX wieku pojawiły się pierwsze próby wprowadzenia elementów przyrodniczych także do miasta europejskiego. Wśród nich warto wymienić postępowe osiedla robotnicze w okręgu Ruhry z XIX wieku, które przewidywały produkcję rolniczą, eksperymenty Louisa Le Roya, w których miejska przyroda kształtowana jest aktywnie przez mieszkańców, teoretyczne i częściowo wdrożone w życie projekty Ebezenera Howarda - miasta ogrody, które w swoim programie posiadały również elementy związane z zarządzaniem wodą opadową i systemowym podejściem do zarządzania wodą w mieście. Projekty te miały na celu jednak raczej udawanie natury, niż szczerze wykorzystywanie jej praw. Gernot Böhme zauważa, że działania te nie zmieniły ogólnej tendencji oddalania się przyrody od miasta, zmieniło się jedynie to, że stosunek do przyrody *ze stosunku do tego, co zewnętrzne przemienił się w stosunek powierzchniowy* (Böhme 2002; Rozmarynowska 2011; Drapella-Hermansdorfer 1998; Macnaghten et al. 2005; Czyżewski, Howard 2001; Peterson del Mar, David,

Karłowski op. 2011; Sas-Bojarska, Walewska 2013; Lorens, Martyniuk-Pęczek 2013; Mironowicz, Lorens 2013).

**Wiek XX** - maszyny i samochodu - zmienił skalę miasta i wywołał problemy o nieznanych wcześniej rozmiarach, natężeniu i znaczeniu, nie przypominające pod żadnym względem wcześniejszych epok (Sas-Bojarska, Walewska 2013). Szersze spojrzenie na problemy miast przemysłowych, w opinii Juzwy i Gila, zawdzięczać można Tony'emu Garnier, który w 1918 roku przedstawił pierwszą całościową koncepcję rozwoju miasta przemysłowego – *Une Cite Industrielle*, w której opisał, nowatorski wówczas podział miasta na wyraźnie od siebie oddzielone, mono funkcyjne strefy. Poza strefami mieszkaniowymi i usługowymi Garnier wyróżnił znacznej wielkości strefę przemysłową usytuowaną w oddaleniu od dzielnic mieszkaniowych. Koncepcja ta stała się odniesieniem dla kolejnych rozwiązań ideowych i wytyczną dla planistów na następne 70 lat (Juzwa, Gil 2013). Jest to zwiastun tego co rozwija się następnie w latach 20' XX wieku, czyli idei modernizmu. Jej czytelnym przejawem staje się model *miasta-maszyny* - *Une Ville Contemporaine*, zaprezentowany w 1925 roku w pawilonie *L'Esprit Nouveau* przez Le Corbusiera. Był to projekt totalny, inspirowany, z jednej strony centralnymi miastami idealnymi renesansu, z drugiej zaś liniowymi miastami Milutina i koncepcjami Karla Schefflera (Juzwa, Gil 2013). Ten dość naiwny, utopijny i z założenia kontrowersyjny projekt miasta wysokościowców, rozmieszczonych regularnie wśród zieleni, ewoluował przeradzając się w 1935 roku, w równie prowokacyjne, *Miasto Słońca (La Ville Radieuse)* – projekt teoretyczny i z założenia uniwersalny. Fikcyjne miasto Le Corbusiera jest przestrzenią tworzoną wedle reguły *tabula rasa* w oparciu o czysto estetyczne kryteria jako nowoczesne dzieło sztuki, w którym elementy uporządkowane są zgodnie z zasadami geometrii. Miasto jest nowym obrazem tworzonym przez architekta – ojca - demiurga, ze skrajnie zracjonalizowaną strukturą architektoniczną, mające jednocześnie cechy żywego organizmu, gdzie porządek antropologiczny zostaje podporządkowany porządkowi technologicznemu. Zdaniem Le Corbusiera: *wytwory mechaniki to organizmy zmierzające ku ideałowi czystości i podlegające tym samym regułom ewolucji, co zjawiska przyrody* (Le Corbusier, Swoboda op. 2012). Ucieleśnieniem modernistycznych teorii staje się *Karta Ateńska (Charte d'Athènes)* uchwalona w 1933 roku w Atenach, pod przewodnictwem Le Corbusiera na IV Międzynarodowym Kongresie Architektury Nowoczesnej (*Congrès international d'architecture moderne* -

CIAM<sup>11</sup>). Zasady nowoczesnego projektowania urbanistycznego postulowane w *Karcie Ateńskiej* oparte były na hasle: „słońce, przestrzeń, zielen” czyli trzech elementach, które zdaniem Le Corbusiera, powinny wpływać na współczesną urbanistykę i architekturę. Jedną z głównych idei *Karty* była potrzeba funkcjonalnego strefowania planu miasta, gdzie poszczególne funkcje mieszkania, pracy i wypoczynku powinny być rozdzielone pasami zieleni i połączone osiami komunikacyjnymi. Ze względów politycznych (*Karta* była publikowana po raz pierwszy w okupowanej Francji) oraz aby uzyskać powszechną akceptację idei CIAM, większość postulatów *Karty* sformułowano tak ogólnie, że stały się do przyjęcia prawie dla wszystkich. Z drugiej strony jednak, *Karta* oferowała analityczny opis racjonalnej, usystematyzowanej według czterech aspektów (zamieszkanie, praca, wypoczynek, transport) struktury nowoczesnego miasta. W ten sposób przyroda w ramach miasta stanowiła przestrzeń realizującą przede wszystkim funkcję rekreacyjną, a dodatkowo sanitarną, ewentualnie kompozycyjną. Ostatecznie *Karta Ateńska* została opublikowana w roku 1943, a jej ujednolicony tekst został opracowany przez Le Corbusiera, który odcisnął na niej bardzo wyraźne piętno, a same jej postanowienia pojawiły się już w innym, powojennym kontekście (CIAM et al. 2004; Juzwa, Gil 2013). Po wojnie *Karta Ateńska* zyskała ogromne znaczenie dla urbanistyki europejskiej, stając się katalogiem zasad dla odbudowujących zniszczone miasta architektów i urbanistów (Juzwa, Gil 2013). Zapisy *Karty Ateńskiej* w szczególności wpłynęły na rozpowszechnienie idei separacji miejsc pracy od miejsc zamieszkania oraz tworzenie wielkich, mono funkcyjnych założeń urbanistycznych, w tym stref przemysłowych (Juzwa, Gil 2013).

**Przełom lat 60 i 70 XX** to okres gruntownej zmiany w podejściu do przyrody w kontekście globalnym. Jednym z jej głównych bodźców była sesja Zgromadzenia Ogólnego z 26 maja 1969 , kiedy to Sekretarz generalny Organizacji Narodów Zjednoczonych U Thant zaprezentował Raport zatytułowany: *Problemy ludzkiego środowiska* (ang. *The problems of human environment*) wyrażony w rezolucji nr 2390<sup>12</sup>, w którym po raz pierwszy w historii światowej opinii publicznej zaprezentowane zostały dane statystyczne wskazujące na zniszczenie środowiska naturalnego oraz niekorzystne konsekwencje i zagrożenia wiążące się tą sytuacją. U

<sup>11</sup> Do założycieli CIAM, oprócz Le Corbusiera należeli między innymi twórca Bauhausu - Walter Gropius czy Mies Van der Rohe.

<sup>12</sup> Źródło: [http://acteco.pl/articles.php?article\\_id=89](http://acteco.pl/articles.php?article_id=89)



Thant wzywał wszystkie kraje do racjonalnego korzystania z zasobów Ziemi i do wysiłków na rzecz ochrony ekosystemu. Rozwinięcie problematyki zostało podjęte w pierwszej współczesnej pracy naukowej na ten temat, którą stał się raport Klubu Rzymskiego zatytułowany *Granice wzrostu* (ang. *The Limits to Growth*) opublikowany w 1972 roku przez grupę doktorantów z MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Raport opierał się na opracowanym modelu rozwoju światowej gospodarki przy założeniu kontynuacji istniejących ówczesnie trendów, głównie demograficznych, w kontekście zużywania zasobów naturalnych, a szczególnie ropy naftowej. Wynikiem symulacji komputerowej opartej na modelu było, w każdym przypadku, załamanie się wzrostu gospodarczego po kilkudziesięciu latach w wyniku wyniszczenia środowiska naturalnego połączonego z nadmiernym przyrostem naturalnym (Meadows et al. 1972). Zapoczątkowało to ideologię '**sustainable development**', czyli **zrównoważonego rozwoju** upowszechnioną w 1987 roku w Raporcie *Nasza wspólna przyszłość* Komisji ONZ *Środowisko i Rozwój* pod przewodnictwem Gro Harlem Brundtland, w którym pada stwierdzenie, że *na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie* (Brundtland et al. 1987). Kolejnym krokiem było sformułowanie na II Konferencji w Rio de Janeiro w 1992 roku dokumentu programowego przedstawiającego sposób opracowania i wdrażania programów zrównoważonego rozwoju w życie lokalne, zwanego *Agenda 21* (ang. *Action Programme – Agenda 21*).

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na problematykę związaną z lokalnymi interpretacjami idei zrównoważonego rozwoju, a w szczególności polskie podejście to tej idei. Szulczewska zauważa, że przez długi czas w Polsce stosowano termin ekorozwój, dopiero oficjalne tłumaczenie *Deklaracji z Rio de Janeiro i Agendy 21* sprawiło, że coraz częściej stosowanym terminem stał się '*rozwój trwały i zrównoważony*', co doprowadziło do dyskusji odnośnie polskiego terminu, najlepiej oddającego intencje zawarte w angielskim *sustainable development*. W dyskusji koncentrowano się na czterech głównych interpretacjach: *rozwój trwały* (Szulczewska 2002), *rozwój stabilny* (Szulczewska 2002), *rozwój podtrzymywany* (Szulczewska 2002), *równoważenie rozwoju* (Szulczewska 2002). Parteka, zajmując głos w dyskusji stwierdza, że '*relacje między ekorozwojem – rozwojem zrównoważonym i równoważeniem rozwoju należy traktować jako poszerzony zbiór*

*jednego problemu rozwoju cywilizacyjnego, zróżnicowanego wewnętrznie tylko dynamiką procesu lub funkcją celu*' (Parteka 2000). Oficjalnie polski dyskurs w tej sprawie zamknęła publikacja w *Konstytucji RP* oraz w *Ustawie o ochronie i kształtowaniu środowiska* z 1980 roku (z późniejszą nowelizacją z 1997 roku) i *Ustawie Prawo ochrony środowiska*, w których to zastosowano termin 'rozwój zrównoważony'.

Zdarzenia powyższe nie tylko uświadomiły globalne zagrożenie i stały się impulsem do rozpoczęcia w większości krajów cywilizowanego świata działań chroniących środowisko. Doprowadziły one także do zmiany, opisanego wcześniej, Kartezjańskiego paradygmatu oddzielenia człowieka od przyrody, czego dowody znaleźć można między innymi w pracach naukowych np. Rudolfa Arnheima<sup>13</sup>. Macnaghten i Urry ujmują wszystkie XX-wieczne nurty prośrodowiskowe w trzy doktryny. Pierwszą określają jako koncepcję **realizmu środowiskowego**, która traktuje środowisko jako *byt rzeczywisty, który sam z siebie, oddzielony od praktyk społecznych i od ludzkiego doświadczenia, ma moc tworzenia jednoznacznych, obserwowalnych i korygowalnych wyników*, natomiast pojęcie samej przyrody przeobraża w pojęcie *dostępnego naukowemu badaniu środowiska*. Drugą jest koncepcja **idealizmu środowiskowego**, która ich zdaniem częściowo rozwinęła się jako krytyka *realizmu środowiskowego*. Głosi ona pogląd, że *analiza przyrody i środowiska wymaga uprzedniej identyfikacji, krytyki i przyswojenia sobie różnych, fundamentalnie stałych i spójnych wartości*. Leżą one u podłoża charakteru i jakości przyrody lub pozostają z nimi w związku. Trzecią nazywają koncepcją **instrumentalizmu środowiskowego**. Dotyczy ona ściśle reakcji ludzi na przyrodę i środowisko i ma za zadanie *wyjaśnienie rzeczywistych motywacji, które każą człowiekowi angażować się w praktyki dopuszczalne wobec środowiska*, a co za tym idzie w wynikające z nich dobre i złe skutki. Koncepcja zakłada przy tym bezpośrednią kalkulację jednostkowego i/lub zbiorowego interesu, jak analiza kosztów czy ocena warunkowa (Macnaghten et al. 2005). Jednocześnie autorzy uznają, że wszystkie trzy koncepcje zniekształcają i pomijają różnorodne aspekty współczesnych przemian w kwestii społecznego zaangażowania w problemy środowiskowe. Krytykę tę argumentują między innymi istnieniem *specyficznych*

<sup>13</sup> Jego zdaniem ludzki umysł, aby radzić sobie ze światem musi spełniać dwie funkcje: gromadzić informacje i je przetwarzać. W rzeczywistości współpraca percepcji i myślenia w procesie poznania byłaby niezrozumiała, gdyby istniał precyzyjny podział pomiędzy percepcją i myśleniem. Natomiast materiał uzyskany ze postrzeżeń nadaje się do użycia przez myśl jedynie dlatego, że już sama percepcja zbiera różne typy rzeczy, czyli pojęcia. I odwrotnie – bez nieustannej obecności treści zmysłowych umysł nie ma o czym myśleć (Arnheim, Chojnacki 2013). Tak więc umysł i ciało ludzkie są jednością

praktyk społecznych wykorzystujących własne formy wiedzy i rozumienia, jak np.: ludzkie zamieszkiwanie. Rozmywa się w ten sposób prosty podział na obiektywną naukę i wiedzę potoczną. *Wytwarzają, odtwarzają i przeobrażają różne przyrody i różne wartości.* Ich zdaniem **obszar przyrody nie może być oddzielany od obszaru kultury**, która w dzisiejszych czasach staje się równie kulturowa, jak treść programów telewizyjnych. Dodatkowo, podobnie jak Capra i G. Böhme twierdzą, że **nie możemy mówić o przyrodzie bez mówienia o sobie**, gdyż *człowiek nieustannie wpływa na otoczenie, w którym się znajduje, wprowadza w nie pewien nastrój.* Na sposób w jaki człowiek ocenia przyrodę, mają także wpływ wartości, postawy i troska o przyrodę, które są splecione z poczuciem braku bezpieczeństwa, globalizacją, lękiem, indywidualizacją, wzrostem nieufności do polityków i ekspertów naukowych, wzrostem roli mediów, itd. (Böhme 2002; Macnaghten et al. 2005; Capra et al. 1987).

Liczne wyzwania, które postawił przed ludzkością XX wiek, jak eksplozja demograficzna, rozwój infrastruktury komunikacyjnej i telekomunikacyjnej, postępująca urbanizacja, zanieczyszczenie środowiska, ich skala i masowość sprawiły, że indywidualne traktowanie człowieka i otaczającego środowiska zastąpiono podejściem naukowo-statystycznym. Wiedza tradycyjna, oparta nierzadko na intuicji, została zdeprecjonowana na rzecz kultu nauki empirycznej. Dodatkowo wraz z dynamicznym rozwojem nauki pojawiły się problemy natury filozoficzno-moralnej w rozumieniu przyrody, środowiska i granic naturalności. Jak zauważa G. Böhme *wraz z syntezą sekwencji DNA, (...), tworzeniem nowych pierwiastków, nie tylko nie widzimy zasadniczych granic wytwarzania tego, co dane w przyrodzie, (...), ale dosłownie wypełniamy Kartezjański program poznawania przyrody z punktu widzenia możliwości jej wytwarzania: Przyroda nie jest już czymś danym. Przyroda jest tym, co zasadniczo możliwe jest do wytworzenia* (Böhme 2002). W sensie klasycznego pojęcia przyrody zdanie to jest paradoksalne. Wraz z możliwościami *technicznej reprodukcji* przyrody człowiek został więc niejako zmuszony do rewizji jej klasycznej wizji, rozumianej przecież jako przeciwieństwo obszarów działalności twórczej człowieka. W dzisiejszych czasach środowisko zurbanizowane jest najczęściej wykorzystywanym i akceptowalnym środowiskiem życia dla coraz większej liczby ludności. Jak zauważa Drapella-Hermansdorfer, powoli zmienia się powszechne odczucie tego, co naturalne, zbliżając się do dalekowschodniej koncepcji przyrody, w której kulturę i naukę traktuje się nierozłącznie. Widzi ona w

tym szansę, zauważając, że: *traktując elementy sztuczne jako naturalne, zasada różnorodności i pełni zastosowana w krajobrazie miejskim lub szerzej w zurbanizowanym, wnosi weń swoistą poetykę. Obiekty architektoniczne wypiętrzają się niczym góry nad otwartymi płaszczyznami trawników, wydzielają kaniony ulic; połączenie zabudowy, ruchu ludzi i pojazdów z operowaniem zielenią, wodą i światłem przypomina gigantyczną scenografię, równie złożoną jak naturalny pejzaż* (Drapella-Hermansdorfer 1998). Współczesne tendencje do systemowego, holistycznego ujmowania przyrody i świata sprawiły, że zaczęto dostrzegać doskonałość natury jako wynik niekończącego się procesu, często opartego na metodzie prób i błędów, eliminacji, dopasowania, co daje również szansę do ingerencji w ten proces człowiekowi. Zdaniem Gzella, w promowanej **współcześnie** perspektywie ekocentrycznej, **natura jest widziana jako metafora jedności, wzajemnych związków pomiędzy wszystkim co istnieje i moralnego porządku.** W związku z tym rozwój zrównoważony wymaga brania pod uwagę interesów każdego z żyjących organizmów. Jest częścią drogi, jaką przebywa natura zmieniając się tak, jak sama chce, przy okazji wyznaczając działaniom ekonomicznym, politycznym i społecznym pola, które nie mogą być przekroczone. Interpretacja taka lokuje ludzkość w naturze, nie poza lub ponad nią, a sam rozwój jest zewnątrznie sterowany. Jego zdaniem perspektywa antropocentryczna uzasadnia ludzką interwencję w naturę, a jej bogactwo jest nim o tyle, o ile służyć może człowiekowi. Co prawda dziś nie uważa się już, że natura musi być w służbie człowiekowi podporządkowana, ale nie porzuca się myśli o kreowaniu zmian w naturze (Gzell 2013). Böhme uważa natomiast, że stoimy współcześnie w obliczu pytania, *czy człowiek zdecyduje się na ostateczne opuszczenie właściwego mu stanu natury, tworząc dla siebie funkcjonujące w oderwaniu od niej przestrzenie?* Stosowane często pojęcie *sztuczna natura* wskazuje na wahanie i brak zdecydowania w tej kwestii. Tak jakbyśmy zdawali sobie sprawę, że funkcjonowanie w oderwaniu od niej jest niemożliwe i niezgodne z ludzkimi potrzebami. Uważa on, że możliwe są tutaj dwie drogi. W jednym przypadku człowiek zaakceptuje swoją naturalność i spróbuje wprowadzić harmonię między rozwojem technicznym a stanem natury, którą za Ernestem Blochem można określić *techniką przymierza*. Druga stawia na *supertechnologię*, tj. na *wielki przełom*, dzięki któremu człowiek będzie mógł całkowicie kształtować swoją własną egzystencję i ostatecznie porzucić *stan natury* (Böhme 2002). Fizycznym przejawem takiego myślenia są liczne

projekty ( i koncepcje ideowe za nimi stojące) współczesnych architektów krajobrazu, jak *Trzeci krajobraz (Tiers paysage)* francuskiego architekta krajobrazu Gilles'a Clément<sup>14</sup> (Clément 2014), *Miasto Przyroda – Natura jako punkt wyjścia (Cities of Nature - Nature as launch pad)* duńskiego biura projektowego SLA<sup>15</sup> założonego przez Stieg'a L. Andersson (SLA 2016), czy *Kajobraz Dużych Stóp*<sup>16</sup> (*Big Feet Landscape*) promowany przez chiński Turenscape pod kierunkiem Kongjian Yu (Yu 2014; Pandit et al. 2015).

Reasumując powyższe stanowiska można stwierdzić, że przyroda może nie tylko ograniczać, ale i umożliwiać rozwój. Uwidacznia się to szczególnie wtedy, kiedy pojmujemy przyrodę jako świat życia, w którym toczy się życie społeczne, a nie po prostu jako zbiór skończonych fizycznych zasobów dostępnych ludzkiej eksploatacji. W tym kontekście można ją nie tylko chronić, lecz także tworzyć i kształtować dla swoich potrzeb, nadal zgodnie z jej prawami. To właśnie takie myślenie o naturze i przyrodzie stało się podstawą dla stworzenia koncepcji ZI. Był to jednak proces, którego początków należy upatrywać w koncepcjach ekologii miasta, miejskiego ekosystemu, a także miejskich systemów zieleni, co omówione zostanie w kolejnych podrozdziałach. Zaprezentowany w niniejszym rozdziale przegląd nurtów filozoficznych, idei i koncepcji ukazujących relacje człowieka z przyrodą oraz jej przejawami w mieście, ukazuje stopniowe **narastanie znaczenia terenów przyrodniczych na obszarach miast**. Proces ten trwa od czasów przedmiejskich, kiedy człowiek był częścią przyrody, całkowicie od jej praw zależną, przez etap uznania boskości sił naturalnych i nadania im statusu obiektu kultu, późniejszą walkę z naturą, jej okiełznanie, całkowitą kontrolę a nawet odrzucenie, po czasy współczesne, kiedy to człowiek uświadamia sobie, że jest częścią przyrody i potrzebuje jej do swojego istnienia. Ludzie są częścią natury, ale mogą jednocześnie ją kształtować w oparciu jej prawa. Mogą ją zmieniać, ingerować w jej formę i funkcjonowanie, tak aby było to korzystne zarówno dla nich jak i samej przyrody, tak aby zieleń miasta – **miejski ekosystem** - jako **wspólne dzieło człowieka i przyrody**, świadczył im konkretne, **przeliczalne również na wartości ekonomiczne usługi**. Współcześnie szczególnie istotne staje się współistnienie człowieka z przyrodą w ramach miasta, *naturalnego* siedliska człowieka. Poznanie zakresu odporności ekosystemu/ów miasta na zakłócenia jest kluczem do określenia

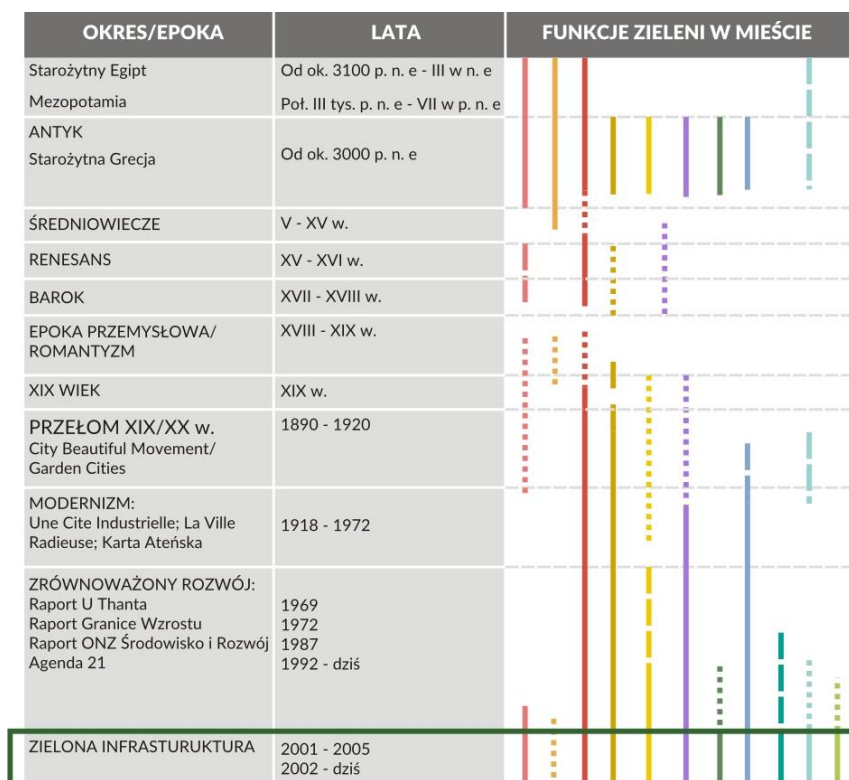
<sup>14</sup> [http://www.gillesclement.com/fichiers/tierspaypublications\\_92045\\_manifeste\\_du\\_tiers\\_paysage.pdf](http://www.gillesclement.com/fichiers/tierspaypublications_92045_manifeste_du_tiers_paysage.pdf);

<sup>15</sup> <http://www.sla.dk/en/about-us/publications/citiesofnature2016>;

<sup>16</sup> <http://old.turenscape.com/english/news/view.php?id=209>; <http://www.harvarddesignmagazine.org/issues/31/beautiful-big-feet>;

nieprzekraczalnych granic kształtowania i ingerowania w nie człowieka. Narzędzia umożliwiające takie poznanie i współistnienie człowieka z przyrodą w ramach miasta rozwinęły się w koncepcji Zi ewoluującej i dojrzewającej szczególnie przez ostatnie sto lat, dostarczając ludziom w ramach ekosystemu miasta coraz więcej istotnych dla nich funkcji, co przedstawia rys. 4. **Wynika stąd, że koncepcja Zi jest logiczną konsekwencją rozwoju teorii związanych z relacjami natura – miasto – człowiek.**

**Rys.4. Funkcje zieleni na obszarach miast w różnych okresach historycznych**



**LEGENDA:**

**Funkcje zieleni w mieście:**

- f. użytkowa/ gospodarcza
- f. religijna/ kultu
- f. estetyczna
- f. kompozycyjno-przestrzenne
- f. edukacyjna/ kulturowa
- f. rekreacyjna
- f. integracyjna
- f. higieniczna/ zdrowotna
- f. środowiskotwórcza
- f. ochrona przed powodzią
- bioróżnorodność

Gdzie ciągłość linii odzwierciedla istotę danej funkcji w konkretnym okresie historycznym, od roli kluczowej dla linii ciągłej do roli znikomej dla linii kropkowanej.

Źródło: opracowanie własne

## 2.2. Podstawowe teorie z zakresu ekologii miasta i miejskiego ekosystemu

Badaniami nad gospodarką natury oraz skomplikowanymi relacjami pomiędzy gatunkami a ich środowiskiem zajmowali się już Karol Linneusz (1707-1778) i Karol Darwin (1809-1882). Sam termin **ekologia** (*oecologia* od greckiego *oikos* i *logos*, co tłumaczy się jako 'dom' i 'nauka') został zdefiniowany przez niemieckiego biologa Ernst'a Haeckel'a w 1866 roku w jego dziele *Generelle Morphologie der Organismen* dla określenia badań nad zwierzętami i ich relacjami z otaczającym światem organicznym i nieorganicznym (Grant 2012; Peterson del Mar, David, Karłowski op. 2011). Podstawowym narzędziem stosowanym we współczesnych badaniach ekologicznych jest **ekosystem**. Termin ten po raz pierwszy został zastosowany przez brytyjskich botaników: Alfreda G. Tansleya oraz Artura Clapham'a w czasopiśmie *Ecologia*, który opisywał go jako *cały system (w sensie fizycznym) w tym nie tylko kompleks organizmów żywych, lecz także cały kompleks czynników fizycznych kształtujących to co nazywamy środowiskiem – warunki siedliskowe w najszerszym możliwie znaczeniu* (Tansley 1935). Natomiast rozwinięcie koncepcji zaproponował Eugene Odum w latach 50' ubiegłego wieku, wprowadzając koncepcję w dyskurs akademicki.

Warunkiem koniecznym do traktowania **miasta** w kategoriach ekosystemowych, czyli powstania **ekologii miasta**, była zmiana paradygmatu ekologicznego, co nastąpiło dopiero w połowie XX wieku. Wtedy to, między innymi dzięki takim trendom myślowym jak *głęboka ekologia – deep ecology*, norweskiego filozofa Arne Næss'a, zaczęto rezygnować z podejścia człowieka do przyrody w kategoriach indywidualizmu, eksploatacji i konsumpcji, na korzyść postrzegania człowieka jako **części ekosystemu**. Næss uważał, że rozwój zarówno ludzkich jak i pozaludzkich form życia na ziemi jest wartością samą w sobie, a istoty ludzkie nie są odizolowane od reszty świata (Peterson del Mar, David, Karłowski op. 2011; Næss et al. 1988; Næss et al. 2005; Acot 1994; Campbell, Bitner 1995; Zięba 2008; Wolański 1981). Teorie Næss'a, z jednej strony dość rewolucyjne jak na swoje czasy – wczesne lata 70' XX wieku - z drugiej pisane językiem trudnym, nie zawsze były rozumiane i nie od razu trafiły do praktyki urbanistycznej i planistycznej. Jednak to właśnie takie myślenie, stawiające istoty ludzkie na równi z innymi organizmami żywymi, doprowadziło w końcu do rozwinięcia nauki poświęconej **ekologii człowieka**. Człowiek jest gatunkiem, który wyewoluował wśród innych stworzeń,

będąc częścią przyrody. Dodatkowo, z punktu widzenia ekologicznego, człowiek nie jest tylko organizmem powiązany z innymi organizmami ze względu na ich cechy fizyczne, lecz także **gatunkiem kształtującym swoiste powiązania z innymi gatunkami**. Tak więc przedmiot badań ekologii człowieka sytuuje się pomiędzy naturą i społeczeństwem, gdyż człowiek z jednej strony jest gatunkiem biologicznym, z naturą silnie zdeterminowaną przez kulturę, z drugiej transformuje naturę i środowisko w celu zaspokojenia potrzeb biologicznych i społecznych (Acot 1994; Peterson del Mar, David, Karłowski op. 2011; Campbell, Bitner 1995; Zięba 2008; Wolański 1981).

Kolejnym przykładem teorii, które doprowadziły finalnie do ukonstytuowania się koncepcji ZI były postulaty z zakresu filozofii przyrody, które głosił na przykład niemiecki filozof przyrody Gernot Böhme. Böhme, analizując możliwości przełożenia wielu współczesnych idei związanych z przyrodą i ochroną środowiska na planowanie miast zauważył, że we współczesnym mieście, zwłaszcza jeśli powstało ono w wyniku świadomego planowania, istnieje tendencja do swoistego *przeniesienia miasta w przyrodę*. Jego zdaniem wypływa to przede wszystkim z racji higienicznych i ekologicznych, lecz także z procesu rozwoju miasta, czyli urbanizacji otaczającego krajobrazu. Taka strategia *miasta w przyrodzie* wyraża się we wcześniej przytoczonym, modernistycznym postulatcie oddzielenia czterech głównych funkcji miasta: mieszkania, wypoczynku, komunikacji i pracy. W opinii Böhme'go realizowane jest to poprzez **oddzielne** rozmieszczenie tych funkcjonalnych przestrzeni w krajobrazie (co jest częstą współczesną spuścizną miast projektowanych zgodnie z wytycznymi Karty Ateńskiej). Wizualnym efektem takiego podejścia są miejskie ciągi zieleni. Böhme problemu upatruje w tym, że przyroda jest w ten sposób uwzględniana i funkcjonalnie planowana tylko ogólnie, jako przestrzeń - formacja geograficzna, kompensacja mieszkania, pracy, komunikacji, a **nie jako miasto samo w sobie**. Jeśli wypoczynek uznawany jest za czwartą podstawową funkcję miasta, to zdaniem Böhme'go, nie zajmuje równorzędnej pozycji wobec pozostałych funkcji. Wypoczynek, jako jedna z funkcji miasta jest w jego opinii, **jedynie wynikiem krytyki fatalnych warunków panujących w mieście przemysłowym** i został wprowadzony tylko jako kompensacja złych warunków i uzupełnienie pozostałych trzech funkcji (CIAM et al. 2004; Böhme 2002). Böhme postuluje więc **ekologiczną wizję miasta**, w której **samo miasto pojęte zostaje jako przyroda**, stając się *pewnym sposobem, w jaki człowiek żyje z przyrodą i w*



*przyrodzie, pozostając przyrodą, jakkolwiek jest to przyroda przyswojona i ukształtowana przez człowieka. Jego pojęcie ekologii miasta nie skupia się na poszczególnych biotopach w ramach miasta, lecz traktuje je jako całość, jako pewien obszar przyrody, na którym żyje człowiek. Tworzą go rośliny i budowle. Jest on nieustannie reprodukowany przez człowieka w przymierzu z procesami przyrodniczymi. Böhme widzi potrzebę ukonstytuowania nowej nauki: **ekologicznej estetyki przyrody**, której zadanie miałoby polegać na *pokazaniu roli piękna w tych strukturach ekologicznych, które są dobre w tym sensie, że sprzyjają człowiekowi i są godne pożądania*. Tak sformułowana ekologiczna estetyka przyrody *znalazłaby miejsce swego zastosowania w kształtowaniu środowiska ludzkiego, stając się częścią rozszerzonej ekologii, badałaby związki między jakością otoczenia a samopoczuciem człowieka* (Böhme, 2002).*

Taki sposób myślenia o roli przyrody i natury w ramach struktur zurbanizowanych zaowocował ekosystemowym podejściem do miasta. Miasto to współcześnie wiodący sposób zamieszkiwania populacji ludzkiej, nasze podstawowe siedlisko. W jaki sposób naukowcy opisują ten specyficzny typ ekosystemu i czy w ogóle miasto zasługuje na określenie ekosystem? Na te pytania próbuje odpowiedzieć **ekologia miasta**, nauka z pogranicza ekologii i urbanistyki, na polu której od lat toczą się dyskusje na temat statusu ekologicznego miasta. Według badaczy ekologii miasta, **ekosystem miasta** jest z założenia otwarty, czyli zasilany z zewnątrz. Jest to system złożonym, dynamicznym, wykazującym ogromne możliwości samoregulacji i samoorganizacji. W jego skład wchodzi **ekosystemy naturalne i sztuczne**, różniące się źródłami dostarczanej energii. W ekosystemach sztucznych mamy do czynienia z energią wytwarzaną i dostarczaną przez człowieka. Ludzie od wieków starają się wpłynąć na ten system poprzez planowanie, jednakże nie zawsze ich działania osiągają zamierzony efekt. Wynika to przede wszystkim ze słabego rozumienia systemu miejskiego oraz praw, jakie rządzą jego działaniem (Szulczewska 2002; Bartkowski 1986; Zimny 1976, 1990, 1994; Mironowicz 2013). Szulczewska przyjmuje, że początki dyskusji nad tym, czy miasto jest, czy nie jest ekosystemem, zbiegły się z ogłoszeniem przez UNESCO w 1971 roku, wspomnianego wcześniej, interdyscyplinarnego programu badań *Człowiek i Biosfera - Man and Biosphere* (MAB), którego głównym celem było rozpoznanie zależności między człowiekiem i jego gospodarką a środowiskiem przyrodniczym, zaś głównym paradygmatem badawczym stało się podejście ekologiczne i podejście

ekosystemowe (ang. *urban ecosystem*). Candenso i Pickett natomiast twierdzą, że traktowanie miasta w kategoriach systemowych, a dokładnie *maszyny metabolicznej* (*metabolic machine*) było inspirowane przez *Międzynarodowy Program Biologiczny - International Biological Program (IBP)*<sup>17</sup> prowadzony w latach 1964 – 1974, mający na celu głównie integrację międzynarodowego środowiska naukowego zajmującego się problemami środowiskowymi w aspekcie systemowym. Program ten, dzięki znacznym funduszom, ułatwił badania ekosystemów i wzmocnił ich pozycję w ramach badań ekologicznych (Pickett et al. 2013). Według Niemeli liczne programy badawcze zapoczątkowane w tamtym okresie zdecydowały o włączeniu do dyskusji ekologicznej człowieka jako elementu ekosystemu. Zaliczyć do nich można na przykład publikację wydaną na początku lat 60' ubiegłego wieku, dotyczącą informacji o rosnącym poziomie udziału CO<sub>2</sub> w atmosferze Ziemi (Keeling 1998). Kolejne badania stopniowo udawadniały, że nie ma ekosystemu na naszej planecie całkowicie wolnego od wpływu człowieka (Niemelä 2012; Pickett et al. 2013).

Ważnym momentem w podejściu ekosystemowym była Konwencja ONZ o Różnorodności Biologicznej - *Convention on Biological Diversity*<sup>18</sup> (w skrócie CBD), globalny traktat wiążący prawnie sygnatariuszy, ustanowiony na Szczycie ONZ w Rio de Janeiro w 1992 roku, określający zasady ochrony, pomnażania oraz korzystania z zasobów różnorodności biologicznej, w którym podejście ekosystemowe jest ramą wszelkich działań. Konwencja ta była dokumentem przełomowym, jednak nie doskonałym, gdyż nie dawała narzędzi naukowej oceny w obszarze ochrony ekosystemów. Odpowiedzią na zapotrzebowanie ekspertów pracujących w obszarze ochrony był ustanowiony w 2001 roku przez ONZ program środowiskowy Milenijna Ocena Ekosystemów - *Millennium Ecosystem Assessment*<sup>19</sup> (MA, także MEA) – będący czteroletnim studium zakończonym w 2005 roku monumentalną publikacją, w której powstaniu uczestniczyło ponad 1300 naukowców. Opisuje ona wpływ degradacji środowiska na obniżenie zdolności ekosystemów do świadczenia różnorodnych usług (*ecosystem services*). W ten sposób do dyskursu i praktyki planistycznej wprowadzono pojęcie **usług ekosystemów** – koncepcję w nowy sposób tłumaczącą w jaki sposób człowiek jest wspierany i zależny od środowiska naturalnego. Koncepcja ta, ukazana na rys. 5, grupuje usługi ekosystemów w czterech kategoriach usług: usługi podstawowe (jak obieg pierwiastków, tworzenie

<sup>17</sup> <http://science.sciencemag.org/content/170/3956/471>

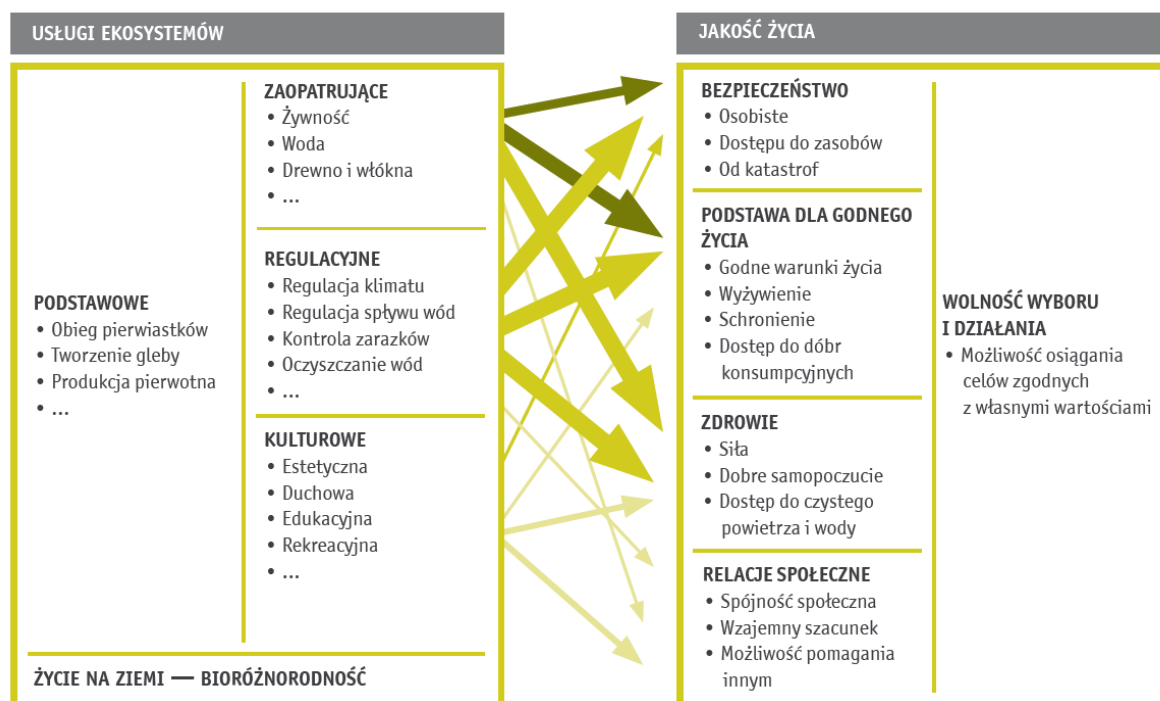
<sup>18</sup> <https://www.cbd.int/convention/>

<sup>19</sup> <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

gleby itd.), usługi zaopatrujące (jak. żywność, woda, itd.), usługi regulacyjne (jak, regulacja klimatu, spływu wód, kontrola zarazków) oraz usługi kulturowe (jak wartość estetyczna, duchowa, edukacyjna, itp. ). W każdej kategorii wymieniać można rodzaje usług według listy otwartej, uwzględniając zmieniające się stale we współczesnym świecie uwarunkowania. Każdy rodzaj usług ma inny wpływ na jakość życia człowieka, a nie wszystkie można w równym stopniu zastąpić wytworami działalności człowieka. Ważnym elementem opracowania MA było zwrócenie także uwagi na konflikty interesów różnych usług ekosystemów i ich użytkowników. Zdolność ekosystemów do dostarczania niektórych usług jest ograniczana: jeżeli maksymalizujemy dostarczanie innych usług. Istnieją także różnice w dostępie do usług ekosystemów różnych społeczeństw i grup społecznych. (Grant 2012; MEA 2005; Fisher, B., Turner, K., Morling, P. 2009; Kronenberg 2016b).

### Rys. 5. Usługi ekosystemów a jakość życia

(im grubsza strzałka, tym silniejszy wpływ, im jaśniejsza, tym mniejsza możliwość zastąpienia usługi wytworami działalności człowieka)



Źródło: (Kronenberg 2012) na podstawie Millennium Ecosystem Assessment 2005, s. 50

Pojęcie *usług ekosystemów* związane jest z terminem *kapitał przyrodniczy*, gdzie **usługi** są **strumieniem korzyści**, natomiast **kapitał przyrodniczy** jest **zasobem generującym ten strumień**. W koncepcji usług ekosystemów zwraca się przede wszystkim uwagę na to, że ewentualne zyski z działalności, która

doprowadza do degradacji środowiska, są pozorne, gdyż stoją za nimi również koszty utraty konkretnych potencjalnych korzyści w innym obszarze. Podejście to dostarcza także narzędzi do wyceny usług ekosystemowych, dzięki czemu możliwa jest pełniejsza analiza decyzji związanych ze środowiskiem z punktu widzenia rachunku korzyści i kosztów. Każdy ekosystem jednocześnie świadczy wiele różnych usług, w związku z czym **niemożliwa staje się ochrona usług pojedynczych** - ich dostępność **zależy od funkcjonowania ekosystemu jako całości**. Możliwe jest natomiast zarządzanie ekosystemami ukierunkowane na dostarczanie określonych usług, a nawet wykorzystywanie w tym celu mechanizmów rynkowych, takich jak płatności za usługi ekosystemów (Kronenberg 2012). Po publikacji MEA koncepcja usług ekosystemów stała się niezwykle popularna, zarówno w świecie naukowym, jak i wśród działań praktycznych i zobowiązań podejmowanych na szczeblu międzynarodowym, krajowym i lokalnym.

Kolejną ważną inicjatywą w skali międzynarodowej był projekt *Ekonomia Ekosystemów i Bioróżnorodności - The Economics of Ecosystems and Biodiversity*<sup>20</sup>, (w skrócie TEEB), zainicjowany w 2007 roku przez rząd Niemiec, Komisję Europejską i Program ONZ ds. Środowiska (*United Nations Environment Programme* – UNEP), w ramach którego zwrócono uwagę przede wszystkim na konieczność wyceny wartości usług ekosystemów tak, aby korzyści związane z ochroną przyrody stały się bardziej oczywiste dla większości decydentów przyzwyczajonych do posługiwania się kategoriami ekonomicznymi. Również w Polsce odniesienie do usług ekosystemów jest coraz częstsze. Czasem nazywane są **usługami ekosystemowymi** i **świadczeniami ekosystemów** (Mizgajski 2010) czasem, w nawiązaniu do pojęcia *environmental services* - **usługami środowiska**. Jednak z przyczyn językowych i praktycznych najczęściej tłumaczone są jako **usługi ekosystemów** (Kronenberg 2012). W celu ułatwienia sprawozdawczości statystycznej poszczególnych państw, w ramach przyjętych na forum ONZ standardów (*System of Environmental-Economic Accounting* – SEEA), Komisja Europejska wspólnie z Europejską Agencją Środowiska (*European Environment Agency* – EEA) podjęła się opracowania ujednoliconego systemu porządkującego usługi ekosystemów. System ten dostosowano do uwzględnienia w rachunkach narodowych. W ten sposób powstała Wspólna Międzynarodowa Klasyfikacja Usług

---

<sup>20</sup> <http://www.teebweb.org/>

Ekosystemów - *Common International Classification of Ecosystem Services*, zwana w skrócie CICES. Dla ukazania różnic w powyższych klasyfikacjach usług ekosystemów, Tabele z rysunku 6. pokazują porównanie wszystkich trzech, opisanych klasyfikacji: MEA, TEEB oraz CICES.

**Rys.6. Zestawienie kategorii usług ekosystemów zaproponowanych w ramach: MEA (Millennium Ecosystem Assessment) – Milenijnej Oceny Ekosystemów, Projektu TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) – Ekonomii ekosystemów i bioróżnorodności oraz klasyfikacji CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) – Wspólnej Międzynarodowej Klasyfikacji Usług Ekosystemów**

**USŁUGI ZAOPATRUJĄCE**

				CICES	MEA	TEEB
SEKCJA	DZIAŁ	GRUPA	KLASA			
<b>ZAOPATRUJĄCE</b>	<b>ODŻYWIANIE</b>	BIOMASA	ROŚLINY UPRAWNE	ŻYWNOSĆ	ŻYWNOSĆ	
			ZWIERZĘTA HODOWLANE I ICH PRODUKTY			
		WODA	WODA POWIERZCHNIOWA DO PICIA	WODA	WODA	
	<b>MATERIAŁY</b>	BIOMASA	WŁÓKNA I INNE MATERIAŁY POCHODZENIA ROŚLINNEGO, Z GLONÓW I ZWIERZĄT NA POTRZEBY BEZPOŚREDNIEGO WYKORZYSTANIA LUB PRZETWORZENIA	WŁÓKNA, DREWNO, OZDOBY, WYKORZYSTANIE BIOCHEMICZNE, ZASOBY GENETYCZNE	SUROWCE NATURALNE, ZASOBY DO WYKORZYSTANIA W MEDYCYNIE, ZASOBY GENETYCZNE	
			ZASOBY GENETYCZNE			
		WODA	WODA POWIERZCHNIOWA W CELACH INNYCH NIŻ PICIE			
	<b>ENERGIA</b>	ZASOBY ENERGETYCZNE OPARTE NA BIOMASIE	ZASOBY POCHODZENIA ROŚLINNEGO			
		ENERGIA MECHANICZNA	ENERGIA POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO			

## USŁUGI REGULACYJNE I PODSTAWOWE

CICES				MEA	TEEB	
SEKCJA	DZIAŁ	GRUPA	KLASA			
REGULACYJNE I PODSTAWOWE	NEUTRALIZACJA ODPADÓW, SUBSTANCJI TOKSYCZNYCH I INNYCH UCIAŻLIWOŚCI	NEUTRALIZACJA PRZEZ FAUNĘ I FLORE	BIOREMEDIACJA (MIKROORGANIZMY, GLONY, ROŚLINY, ZWIERZĘTA)	OCZYSZCZA - NIE WODY I UTRZYMYWAN IE JAKOŚCI POWIETRZA	NEUTRALIZA - CJA ODPADÓW, OCZYSZCZANIE WODY, UTRZYMY - WANIE JAKOŚCI POWIETRZA	
		NEUTRALIZACJA PRZEZ EKOSYSTEMY	FILTRACJA/ SEKWESTRACJA/ PRZECHOWYWANIE/ AKUMULACJA PRZEZ EKOSYSTEMY			
	REGULOWANIE PRZEPEŁYWÓW	STAŁYCH	STABILIZACJA PRZEPEŁYWÓW, ZAPOBIEGANIE EROZJI	REGULOWA - NIE EROZJI	PRZECIWIW - DZIAŁANIE EROZJI	
		CIEKŁYCH	CYKL HYDROLOGICZNY I UTRZYMYWANIE PRZEPEŁYWU WODY			
		GAZOWYCH	OCHRONA PRZED SKUTKAMI BURZ I SZTORMÓW			
	UTRZYMYWANIE WARUNKÓW FIZYCZNYCH, CHEMICZNYCH I BIOLOGICZNYCH	UTRZYMYWANIE CYKLU ŻYCIA, ŚRODOWISKA ŻYCIA I ZASOBÓW GENETYCZNYCH	ZAPYLANIE, ROZSIEWANIE NASION	ZAPYLANIE	ZAPYLANIE	
		KONTROLOWANIE SZKODNIKÓW I CHORÓB	KONTROLOWANIE SZKODNIKÓW	KONTROLO - WANIE SZKODNIKÓW	BIOLOGICZNE ZWALCZANIE SZKODNIKÓW I CHORÓB	
			KONTROLOWANIE ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ CHORÓB	KONTROLO - WANIE ROZ - PRZESTRZE - NIANIA SIĘ CHORÓB		
		TWORZENIE I UKŁAD GLEBY	WIETRZENIE	TWORZENIE GLEBY (USŁUGI PODSTAWO - WE)	UTRZYMY - WANIE ŻYZNOŚCI GLEBY	
		WARUNKI WODNE	SKŁAD CHEMICZNY WÓD SŁODKICH			
		SKŁAD ATMOSFERY I REGULACJA KLIMATU	REGULOWANIE ZMIAN KLIMATYCZNYCH POPRZEZ OGROANICZENIE EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH	REGULOWA - NIE SKŁADU ATMOSFERY		
			REGULOWANIE MIKROKLIMATU I KLIMATU W REGIONIE	REGULOWA - NIE JAKOŚCI POWIETRZA	REGULOWA - NIE JAKOŚCI POWIETRZA	REGULOWA - NIE JAKOŚCI POWIETRZA

## USŁUGI KULTUROWE

CICES				MEA	TEEB
SEKCJA	DZIAŁ	GRUPA	KLASA		
<b>KULTUROWE</b>	<b>FIZYCZNE I INTELEKTUALNE KONTAKTY Z FAUNĄ I FLORĄ</b>	INTERAKCJE FIZYCZNE I EMPIRYCZNE	EMPIRYCZNY KONTAKT Z ROŚLINAMI, ZWIERZĘTAMI, KRAJOBRAZAMI W RÓŻNYCH WARUNKACH ŚRODOWISKOWYCH	REKREACJA I EKOTURYSTYKA	REKREACJA I TURYSTYKA
		INTERAKCJE INTELEKTUALNE I Z KULTUROWYMI REPREZENTACJAMI FAUNY I FLORY	NAUKOWE	SYSTEMY WIEDZY I EDUKACJI, RÓŻNORODNOŚĆ KULTUROWA, WARTOŚĆ ESTETYCZNA	INSPIRACJA DLA KULTURY, SZTUKI, PROJEKTOWANIA, WARTOŚĆ ESTETYCZNA
	<b>DUCHOWE, SYMBOLICZNE I INNE FORMY KONTAKTU Z FAUNĄ I FLORĄ, EKOSYSTEMAMI I KRAJOBRAZAMI (WARUNKAMI NATURALNYMI)</b>	DUCHOWE I SYMBOLICZNE	SYMBOLICZNE	WARTOŚCI DUCHOWE I RELIGIJNE	INFORMACJA I ROZWÓJ POZNAWCZY
		INNE ZWIĄZKI KULTUROWE	ISTNIENIE		

Źródło: na podstawie (Kronenberg, Mader 2011; Kronenberg 2016a)

Opisane wyżej poglądy i wydarzenia stworzyły podstawy do ukonstytuowania się ekologii miasta, włączającej człowieka i jego miejskie środowisko do przedmiotu swoich badań. Jeszcze w publikacjach z przełomu lat 60' i 70' XX wieku widoczny był brak uwzględniania uwarunkowań środowiskowych w planowaniu przestrzennym, co było częścią ówczesnego kontekstu społeczno-ekonomicznego. Do lat 70' ekonomia była przeciwieństwem ekologii, a pozostałe nauki jak socjologia, historia, zarządzanie i prawo nie uświadamiały swoich związków ze środowiskiem. Nie poszukiwano również teoretycznego rozwiązania problemu ludzkiej adaptacji do warunków środowiska. Pierwszym, który starał się integrować, dotąd oddzielnie traktowane, badania z dziedzin środowiskowych jak geologia, meteorologia, hydrologia, gleboznawstwo, był Ian L. McHarg. Podjął się on stworzenia metod, dzięki którym dane środowiskowe mogą być uwzględniane w procesie planistycznym, uwzględniając w badaniach ekologicznych cały arsenał nauk środowiskowych. Wpierany przez Richarda Wakefielda z *National Institute of Mental Health*,

propagował tezę, że uwzględniając wiedzę interdyscyplinarną: począwszy od geomorfologii (która integruje fizyczne procesy geologiczne, meteorologiczne, hydrologiczne i glebowe) przez ekologię roślin i zwierząt słodkowodnych i morskich, dalej ekologię (rozszerzoną o zachowania behawioralne jako sposób adaptacji, czyli etologię zwierząt), następnie etnografię, antropologię i współczesne nauki społeczne, uwidacznia się wielopoziomowy cykl syntezy materii i życia. Cykl ten wracając ponownie do klimatu, geologii, hydrologii, gleboznawstwa, fauny i flory, doprowadza do perspektywy epidemiologii zorientowanej na zdrowie ludzkie i dobre samopoczucie (McHarg 1992). Takie podejście stało się kluczowym dla wielowymiarowej analizy uwarunkowań środowiskowych w planowaniu terenów zurbanizowanych, uwzględniając jednocześnie uwarunkowania społeczne i ekonomiczne stając się pionierskim podejściem w badaniach ekologii obszarów zurbanizowanych. W tym kontekście w okresie późniejszym uwidoczniła się szeroka dyskusja na temat uprawnienia w nadaniu miastu statusu ekologicznego. Oto kilka najważniejszych głosów w niniejszej dyskusji:

- Forest Stearns i Tom Montag byli pionierami w traktowaniu miasta w kategoriach systemowych, przyczyniając się do włączenia ekologii urbanistycznej w główne nurty ekologii ogólnej, traktując **miasto w ujęciu holistycznym**. Jako jedni z pierwszych twierdzili, że ludzie także tworzą nowe ekosystemy, szczególnie dla zamieszkiwania i są to sztuczne, bezsprzecznie zdominowane przez człowieka ekosystemy miasta (Stearns, Montag 1975], ©1974);

- Anne Whiston Spirn uważa, że koncepcja ekosystemu miasta to potężne narzędzie do zrozumienia środowiska miejskiego i wpływu na nie efektów ludzkiej działalności, ich powiązań i relacji. Według niej stosowanie koncepcji ekosystemu obejmuje wszystkie organizmy miasta, fizyczne obiekty i struktury oraz procesy między nimi zachodzące w wielu skalach - od skali mikro – uwzględniającej pojedynczy staw, do skali metropolitalnej. W związku z unikalną dla każdego ekosystemu **stabilnością**, to poznanie zakresu jego odporności na zakłócenia jest kluczem do określenia nieprzekraczalnych granic pochłaniania przez ekosystem odpadów wytworzonych przez człowieka. Prezentuje **holistyczne podejście** do systemu miasta, wykorzystując wiedzę z dziedzin takich jak: klimatologia, geologia, hydrologia, gleboznawstwo, ekologia, ogrodnictwo, leśnictwo, biologia dzikich



zwierząt, inżynieria lądowa i środowiska, urbanistyka i planowanie przestrzenne, także w ujęciu historycznym, oraz architektura krajobrazu (Spirn 1984);

- Steward Pickett i Mark McDonnell w ramach ekologii urbanistycznej postulują rozwój neutralnej koncepcji pojęcia *miejski (urban)* oraz rozwój wspólnego rozumienia tego pojęcia w ramach innych dziedzin nauki. Idąc za przykładem pojęcia *ekosystem* jako jednoznacznej definicji z zakresu ekologii, która może być stosowana na różnych poziomach, w różnej skali, zarówno dla elementów biotycznych jak i nieożywionych, sugerują potrzebę kompleksowej i neutralnej definicji *miejskości*. Ich zdaniem definicja ta mogłaby uwzględniać gęstość populacji, powiązane instytucje społeczne oraz dominacje elementów zbudowanych i infrastrukturalnych. Mogłaby ona być stosowana zarówno do centrów miast jak i terenów podmiejskich, suburbiów, tak jak definicja ekosystemu stosowana jest zarówno dla terenów dzikich jak i ekosystemów sterowanych. Wychodzą od traktowania człowieka jako pełnoprawnej części ekosystemów i krajobrazów, nie tylko siły je niszczącej, lecz także wprowadzającej zmiany subtelne (McDonnell, Pickett 1993).

- Sybrand Tjallingii zauważa zalety koncepcji ekosystemu jako narzędzia do zrozumienia miasta w postaci systemu otwartego z elementami żywymi i nieożywionymi, cyklicznymi procesami i skomplikowaną siecią zależności. Zwraca także uwagę na poszczególne grupy społeczne, a nawet osobniki, mające różne wymagania względem środowiska, czyli różne **nisze ekologiczne** (Tjallingii 1995);

- Richard T.T. Forman podkreśla trzy podstawowe wymiary istotne przy analizie ekosystemów miejskich. Po pierwsze, opisując różnorodność skali przestrzennej, w których można analizować ekosystem, wymienia 9 kluczowych skal: 1) megalopolis, 2) obszar zurbanizowany (*urban region*), 3) obszar metropolitalny, 4) miasto, 5) dzielnicę (*major land-use type*), 6) sąsiedztwo, 7) kwartał (*block*), 8) budynek, 9) mikro-skala, jak ściana, dach, piwnica. Po drugie podkreśla, że **rola umiejscowienia w hierarchii** jest kluczowa dla analizowania obiektów, mozaiki wzorców przestrzennych itp., gdyż jedno z drugich wynikają. Z kolei wzorce przestrzenne, jako trzeci wymiar, mogą należeć do jednego z trzech typów: wzorec promienisty – na przestrzeni miasto-wieś, czyli od centrum miasta, przez tereny podmiejskie, suburbia do terenów wiejskich; wzorec wertykalny, pionowy – od skały macierzystej, przez glebę, infrastrukturę podziemną, naziemną, budynki aż do atmosfery; oraz

wzorzec obwodowy, jego zdaniem najmniej zbadany, najrzadziej analizowany (Forman, Richard T. T. 2014; Dramstad et al. 1996);

- Alan Berkowitz, Charles Nilon i Karen Hollweg definiują ekosystem miasta jako model bazujący na **interakcji trzech komponentów miasta**: części społecznej, biologicznej i fizycznej. W zrozumieniu interakcji pomiędzy tymi trzema elementami pomaga spojrzenie na miejski ekosystem jako **system dynamiczny**, poddany wpływom wielu różnorodnych sił napędowych, wywoływanych przede wszystkim przez ludzi i ich aktywności - potrzeby. Interakcje pomiędzy społecznymi, biologicznymi i fizycznymi składnikami miejskiego ekosystemu mogą być analizowane z punktu widzenia wielu różnych dziedzin nauki: np. stosując podejście geograficzne lub przestrzenne do analizy i charakterystyki rozmieszczenia fizycznych i biologicznych elementów ekosystemu miasta, a także historycznie, studiując dynamikę procesów między elementami ekosystemu (Berkowitz et al. ©2003);

- Lisa i John Benton-Short traktują miasto jako miejsce, gdzie przeplatają się sieci skomplikowanych procesów społecznych, społeczno-środowiskowych oraz biofizycznych, a ekologia miasta odnosi się do miasta w kategoriach podmiotowych, nie ekologii w mieście. Uważają, że współczesne miasto powinno być postrzegane jako naturalne, tak samo jak tereny dzikie, niezamieszkałe. Natomiast środowisko powinno być traktowane, podobnie jak miasto, jako społeczne. Ich **miasto składa się z powiązań sił politycznych ekonomicznych i społecznych, będąc jednocześnie integralną częścią natury**, która wplata się w społeczne życie miasta. Za geografem fizycznym, Ianem Douglasem twierdzą, że miasto jako ekosystem przyjmuje energię i wodę z zewnątrz produkując: hałas, zmiany klimatyczne, ścieki, śmieci i zanieczyszczenie powietrza. **Miasto jest więc miejscem przepływu energii** (Benton-Short, Short 2008);

- Wspomniany wcześniej McDonnell razem z Hahs i Breuste, promują **porównawczą ekologię miasta** (*Comparative Urban Ecology*) w badaniu fizycznych, biologicznych i społecznych komponentów miast i miasteczek. Dążą do zrozumienia ich ekologii w celu łagodzenia wpływu osadnictwa ludzkiego na lokalną, regionalną i globalną skalę przy założeniu, że gwałtowny rozrost miast leży u źródeł wielu problemów środowiskowych i społecznych współczesnego świata. W swoim opracowaniu podsumowują i oceniają aktualny stan rozumienia ekologii miast i miasteczek na świecie, metodologii stosowanych w celu gromadzenia danych.

Podają przykłady wykorzystania wiedzy ekologicznej w zintegrowanym planowaniu miast i zarządzaniu nimi. Próbuje zrozumieć ekologię zwierząt, owadów, roślin oraz dynamikę ekosystemów terenów zurbanizowanych oraz ekosystemy w ich wnętrzu, w każdej skali, na obydwu półkulach ziemskiego globu (Pickett et al. 2013; McDonnell, Pickett 1993; McDonnell et al. 2009);

- Jari Niemelä, podobnie jak McDonnell i Pickett, dla opisywania ekosystemu miasta używa terminologii tradycyjnie stosowanej przez ekologów dla ekosystemu, adaptując ją i ograniczając badania do obszarów i krajobrazów zurbanizowanych i miejskich. Koncentruje się on na badaniu rozkładu i zasobności w organizmy, czyli bioróżnorodności, a także przepływu składników odżywczych i energii w ekosystemach miasta, czyli opisanych wcześniej, usługach ekosystemów (Niemelä 2012; Pickett et al. 2013);

- Frederick Adler i Colby Tanner definiując ekosystemy miast, porównują je do drzew. Ich zdaniem miasta, podobnie jak drzewa, zmieniają siedliska wokół siebie, a także importują i koncentrują surowce w zestawie zamierzonych celów. Taka koncentracja przynosi często niezamierzone skutki uboczne. W porównaniu jednak do drzew, miasta czerpią znacznie szerszy strumień surowców ze znacznie większego obszaru. Wpływają także bardziej opresyjnie na środowisko które zajmują, a nawet obszary poza granicami swojego bezpośredniego oddziaływania. Widzą także rolę **człowieka jako inżyniera ekosystemów miejskich**, który może je regulować, podobnie jak bobry regulują systemy bagienne (Adler, Tanner 2013);

- Robert Francis i Michael Chadwick w swoich badaniach, ze względu na przepływy gatunków, energii i materiałów, obejmują **regiony zurbanizowane** (*'urban region'*) w szerszym kontekście niż tylko gęsto zurbanizowane miasto. Zaliczają do nich także mniej zaludnione suburbia, miasta satelity, miasteczka, a nawet obszary wiejskie. Koncentrują się jednak na silnie zurbanizowanych obszarach, gdyż ekosystemy na nich występujące są ekstremalnie przez człowieka zmodyfikowane, dając możliwości obserwacji efektów wpływu działalności człowieka na ekosystemy naturalne. Z ekologicznego punktu widzenia, **środowisko zurbanizowane jest** ich zdaniem wielkim, **długotrwałym eksperymentem**, który w mniejszym lub większym stopniu, zmienił właściwości i cechy naturalnych ekosystemów, tworząc coś zupełnie nowego, jednocześnie osobliwego, dziwnego i ekscytującego. Ekosystem jest dla nich dodatkowo (zgodnie z pierwotną definicją Tansley'a z 1935 roku i tą nowszą

Picketa i Candenso (Pickett et al. 2013)) pojęciem niezależnym od skali. Ekosystem miasta - *Urban ecosystem* zawiera siedliska tworzące tereny zurbanizowane, jak budynki, ściany, drogi i ulice, parki, ogrody, rzeki, kanały oraz z gatunki i ich zbiorowiska siedliska zasiedlające (Francis, Chadwick 2013);

W Polskim piśmiennictwie jednym z pierwszych, który traktował miasto w kategorii ekosystemowej, był Roman Andrzejewski. Andrzejewski operował jednak w ramach konkretnych systemów ekologicznych w mieście, traktując **miasto jako ich mozaikę**, ukształtowaną zależnie od warunków jakie tworzy środowisko pierwotne i sposób zainwestowania. Postulował jednocześnie wyłączenie z obszaru badań populacji ludzkiej, w związku z tym, że wymaga ona odmiennych źródeł zasilania, najczęściej spoza miasta – czyli spoza ekosystemu (Andrzejewski 1981, 1975). Od czasu Andrzejewskiego w polskiej literaturze także poglądy na temat statusu ekologicznego miasta uległy ewolucji:

- Marek Karolewski prezentuje podejście zbliżone do Andrzejewskiego, postulując dodatkowo potrzebę oddzielnej tożsamości terenów zieleni i miejskich ekosystemów. Miasto natomiast można u niego traktować jako ponadekosystemalny układ ekologiczny – tzw. *urbisferę* (Karolewski 1981);

- Henryk Zimny, jako pierwszy w literaturze krajowej, opisuje **ekosystem miasta**. Jest to jego zdaniem system otwarty, z ograniczonymi mechanizmami samoregulacji. Natomiast jako *specyficzny ekosystem* traktuje całe miasto, łącznie z populacją człowieka (Zimny 1976, 1990, 1994, 2005);

- Tadeusz Bartkowski wyróżnia w mieście ekosystemy sztuczne i naturalne, różniące się źródłami dostarczonej energii. W pierwszych energia jest dostarczana przez człowieka, często spoza ekosystemu. Dodatkowo rozróżnia **ekosystem miejski**, w którego centrum uwagi znajduje się populacja człowieka i **ekosystem miasta**, dla którego kluczowa jest **infrastruktura miejska** (Bartkowski 1986);

- Maciej Przewoźniak podjął próbę usystematyzowania poglądów w kwestii statusu ekologicznego miasta, rozróżniając dwa ujęcia. W jednym miasto jest **układem strukturalno-funkcjonalnym** i odpowiada kryteriom ekosystemu w sensie biologicznym. W drugim **miasto jest układem ekologicznym**, rozpatrywanym przez analogię do ekosystemu w ramach systemowej analizy zagadnień urbanistycznych (Przewoźniak 2002, 2004, 2005b);

- Tadeusz Chmielewski prezentuje podejście zbliżone do McHurga, Tjallingiego, Formana i Niemeli, opisując miasto jako **złożony system antropogeniczno-przyrodniczy**, funkcjonujący dzięki stałemu zasilaniu w materię i energię, gdzie warunki do życia człowieka są wypadkową interakcji trzech puli potencjałów: ekologicznego, społeczno-kulturowego i gospodarczego. W jego koncepcji miasta są szczególną koncentracją drugiego i trzeciego z nich, budowane w znacznym stopniu dzięki eksploatacji potencjału ekologicznego. Jego zdaniem konsekwencją nadmiernej eksploatacji potencjału ekologicznego może być w szczególności uciążliwy deficyt przyrody (np. wód podziemnych, przestrzeni wypoczynkowej, itp.), zanieczyszczenie środowiska oraz zbyt duże zagęszczenie populacji, wywołujące stres i agresję. W związku z tym od końca XX wieku obserwuje się, jego zdaniem, coraz więcej działań urbanistów ukierunkowanych na przyrodniczą rewitalizację miast (Chmielewski 2012; Chmielewski 2008);

Kompleksowej syntezy poglądów w tematyce statusu ekologicznego miasta podjęła się Barbara Szulczewska, zauważając problemy z zastosowaniem metafory ekosystemu do miasta. Jej zdaniem *ekosystemom zdarzają się pomyłki*, czasami *wolą się dostosować* do nowych warunków niż *zachowywać cenną równowagę*, dążą do *klimaksu*, który wiąże się z coraz większą ociążałością w funkcjonowaniu. To młode, niestabilizowane ekosystemy charakteryzują się cenioną przez człowieka dynamiką rozwoju, nie posiadając jednak wyrafinowanej struktury ekosystemów dojrzałych. Konkludując ekologiczny status miasta, Szulczewska, podobnie jak wcześniej wspomniany Przewoźniak, wychodzi od dwóch odmiennych interpretacji koncepcji ekosystemu: **strukturalnej**, w której ekosystemy miejskie są elementami struktury miasta i **funkcjonalnej**, w której ekosystem stanowi model funkcjonowania środowiska przyrodniczego, lub szerzej – środowiska życia człowieka. Te podstawy pozwoliły na sformułowanie koncepcji rozwoju miast, określanych przez autorkę łącznie jako *ekologiczne*. Zostały one następnie podzielone na dwie grupy określone jako: **miasto zielone** i **miasto zwarte**. Ich główne założenia ukazuje tabela na rys. 7. Cechą koncepcji **miasta zielonego**, będącego mozaiką ekosystemów tworzących hierarchicznie zorganizowane układy ekologiczne, jest ekologiczna charakterystyka przestrzeni miasta. W przestrzeni tej identyfikowane są jednostki w mniejszym lub większym stopniu odpowiadające kryterium ekosystemu, układu ponadekosystemalnego lub geokompleksu. Koncepcja *miasta zielonego* zaowocowała metodyką tworzenia w mieście celowo projektowanych układów

przyrodniczych<sup>21</sup>, których podstawową funkcją jest zasilanie i wspomaganie całej mozaiki ekosystemów miejskich. Z kolei jedną z zasadniczych przesłanek koncepcji **miasta zwarteo**, wywodzącego się z modelu miasto-ekosystem stosowanego w koncepcji 'Ekopolis' (Tjallingii 1995), było dążenie do przekształcenia miasta z *samolubnego ekosystemu* w *ekosystem odpowiedzialny*, którego funkcjonowanie nie powoduje nadmiernego obciążenia innych ekosystemów Ziemi (Szulczewska 2002).

**Rys.7. Założenia koncepcji Miasta Zielonego i Miasta Zwartego w kontekście koncepcji ekosystemu.**

MIASTO ZIELONE	MIASTO ZWARTE
EKOSYSTEMY W MIEŚCIE	MIASTO - EKOSYSTEM
<b>PRZEDMIOT BADAŃ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● PRZESTRZEŃ MIASTA</li> <li>● WYBRANE OBSZARY, W TYM ZWŁASZCZA TERENY ZIELENI</li> <li>● WYBRANE ELEMENTY ŚRODOWISKA ABIOTYCZNEGO</li> <li>● WYBRANE POPULACJE ORAZ/LUB GATUNKI</li> <li>● RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MIASTO JAKO CAŁOŚĆ</li> <li>● WYBRANE PODSYSTEMY LUB ELEMENTY MIASTA (RÓŻNIE ZDEFINIOWANE)</li> <li>● POWIĄZANIA MIĘDZY ELEMENTAMI - ZALEŻNOŚCI WYNIKAJĄCE Z PRZEPŁYWU MATERII I ENERGII LUB/I ZALEŻNOŚCI WYNIKAJĄCE Z ORGANIZACJI ZARZĄDZANIA MIASTEM: JEGO SPOŁECZNOŚCIĄ, GOSPODARKĄ, PRZESTRZENIĄ</li> </ul>
<b>ZAKRES BADAŃ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ZASADY I METODY IDENTYFIKOWANIA STRUKTURY EKOSYSTEMÓW MIEJSKICH ORAZ UKŁADÓW PONADEKOSYSTEMALNYCH</li> <li>● SPECYFIKA ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO (ABIOTYCZNEGO I BIOTYCZNEGO) I WARUNKI FUNKCJONOWANIA UKŁADÓW PONADEKOSYSTEMALNYCH, EKOSYSTEMÓW, BIOCENOZ, POPULACJI, GATUNKÓW W TYM ŚRODOWISKU</li> <li>● ZRÓŻNICOWANIE I ROLA POSZCZEGÓLNYCH GATUNKÓW W FUNKCJONOWANIU BIOCENOZ MIEJSKICH ORAZ PRZEKSZTAŁCENIA CZYNNIKÓW ABIOTYCZNYCH</li> <li>● ZASADY I METODY KSZTAŁTOWANIA POSZCZEGÓLNYCH TYPÓW EKOSYSTEMÓW LUB/I UKŁADÓW PONADEKOSYSTEMALNYCH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● KONCEPCJE BUDOWY MODELU MIASTA Z UWZGLĘDNIENIEM TEORII EKOSYSTEMU</li> <li>● MECHANIZMY FUNKCJONOWANIA MIASTA I JEGO PODSYSTEMÓW (RÓŻNIE ZDEFINIOWANYCH, NP. SPOŁECZNEGO, KULTUROWEGO, GOSPODARCZEGO)</li> <li>● WYBRANE PROCESY FUNKCJONOWANIA MIASTA</li> <li>● BILANSE MATERIALNO-ENERGETYCZNE UWZGLĘDNIAJĄCE: <ul style="list-style-type: none"> <li>● ENERGIE "NATURALNĄ" ORAZ SUBWENCJĘ ENERGETYCZNĄ</li> <li>● TYLKO "METABOLIZM KULTUROWY"</li> <li>● SZACOWANIE "ŚLADU EKOLOGICZNEGO MIASTA"</li> </ul> </li> </ul>
<b>"MIEJSCE" CZŁOWIEKA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ROZPATRYWANE W KATEGORIACH UWARUNKOWAŃ, JAKIE GOSPODARKA MIEJSKA I FUNKCJONOWANIE POPULACJI CZŁOWIEKA STWARZAJĄ ROZWOJOWI EKOSYSTEMÓW, BIOCENOZ, POSZCZEGÓLNYCH POPULACJI LUB GATUNKÓW</li> <li>● ROZPATRYWANE W KATEGORIACH "DOMINUJĄCEJ POPULACJI", KTÓREJ FUNKCJONOWANIU NALEŻY PODPORZĄDKOWAĆ (W GRANICACH ROZSADKU) FUNKCJONOWANIE BIOCENOZ MIEJSKICH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ROZPATRYWANE JAKO ELEMENT LUB PODSYSTEM W EKOSYSTEMIE (SYSTEMIE) MIASTA; CZĘSTO Z PUNKTU WIDZENIA SPOŁECZNEJ I GOSPODARCZEJ ORGANIZACJI (JEJ MATERIALNYCH PRZEJAWÓW) FUNKCJONOWANIA W MIEŚCIE</li> </ul>

Źródło: J.Rayss, A.Kempa na podstawie: (Kronenberg 2016a), Szulczewska 2008

<sup>21</sup> Termin system ekologiczny traktowany jest tu umownie, w literaturze i praktyce używane są także terminy: system przyrodniczy miasta, system ekologiczny miasta, sieć ekologiczna, osnowa ekologiczna, itp.

Podsumowując powyższe stanowiska, we współczesnym dyskursie na temat statusu ekologicznego miasta traktuje się je w kategoriach ekosystemowych. Niezależnie czy jest to pogląd opisujący całe miasto jako ekosystem, czy mozaikę ekosystemów miejskich. Człowiek natomiast stał się częścią ekosystemów zurbanizowanych, będących jego współczesnym siedliskiem. Ukonstytuowanie się ekologii miasta oraz nadanie miastu statusu ekologicznego dało teoretyczne podstawy do utworzenia narzędzi planistycznych umożliwiających wprowadzanie i utrzymanie zieleni w mieście w sposób systemowy. Do narzędzi wprowadzających problematykę ekologiczną w planowaniu miast należy **system przyrodniczy miasta**, zwany także **systemem ekologicznym miasta**, **siecią ekologiczną** czy **osnową ekologiczną**. Narzędzia te stały się także punktem wyjścia dla koncepcji ZI co opisuje kolejny rozdział.

### 2.3. Od systemów zieleni miejskiej do zielonej infrastruktury

#### **Systemy zieleni miejskiej**

Pojęcie ZI miasta jest naturalną konsekwencją systemowego podejścia do zieleni w mieście. Jest wiele dziedzin nauki, których przedmiotem dociekań są systemy zieleni miejskiej. Obok architektury krajobrazu, architektury, urbanistyki i planowania przestrzennego są wśród nich między innymi biologia, geografia, psychologia środowiska, ekologia, a nawet medycyna. Każda z nich bada odrębny aspekt, używa innych narzędzi badawczych i stawia sobie inne cele. Niewątpliwie fundamentem systemowego podejścia do zieleni w mieście jest ogólna teoria systemów Bertalanffy'ego, z jej podstawowym twierdzeniem, że *całość to coś więcej niż suma części* (Bertalanffy, Woydyłło 1984; Gomółka 1999). Termin *system* pochodzi z języka greckiego [stgr. σύστημα *systema*] i oznacza *rzecz złożoną*<sup>22</sup>. System jest więc zbiorem funkcjonalnie lub strukturalnie ze sobą powiązanych elementów, tworzących pewną całość. Powiązania strukturalne sprowadzają się do zawierania się jednych systemów w drugich, czyli tworzeniu hierarchii. Ziemia, w ujęciu systemowym, jest systemem otwartym, zasilanym z przestrzeni kosmicznej przede wszystkim energią słoneczną, składającym się z geosfer, czyli magnetosfery, litosfery, atmosfery, hydrosfery, pedosfery, biosfery i antroposfery. Miasto,

<sup>22</sup> Źródło: Glosariusz ITIL: <https://www.axelos.com/glossaries-of-terms>

wymieniając z otoczeniem materię, energię i informację, należy do kategorii systemów otwartych, dynamicznych, w związku ze zmianą struktury w reakcji na związku z otoczeniem, czyli jest systemem adaptacyjnym, samoorganizującym. Problemem jest zarówno wyodrębnienie systemu miasta z otoczenia jak i zdefiniowanie samego otoczenia. Myśląc w kategoriach systemowych o planowaniu miasta, należy mówić o projektowaniu przyszłego stanu systemu. Rozpatrując miasto w kategoriach systemowych trzeba być także świadomym bardzo ograniczonej roli planowania miasta w skomplikowanym procesie organizowania się systemu miejskiego. Zdaniem Izabeli Mironowicz trwa ożywiona debata na temat tego, czy złożone systemy otwarte (do których ogólnie zaliczyć można wszystkie systemy żywe, w tym miasta) mają jakiś określony cel działania czy też nie, czy dążą one do jakiegoś określonego stanu (Mironowicz 2013).

Omawiając koncepcję **systemów zieleni** w miastach należy zauważyć, że powszechnie używany termin **tereny zieleni** charakteryzuje się niejednoznacznością. Renata Giedych w oparciu o analizę literatury krajowej twierdzi, że najczęściej za tereny zieleni uznaje się *ogół terenów niezabudowanych lub tereny pokryte roślinnością o dominującej funkcji wypoczynkowej* (Giedych 2005). Zdaniem Bożętki i Giedych, próbą połączenia obu aspektów jest *Ustawa o ochronie przyrody z 16.04.2004 r. w myśl, której (art. 5) tereny zieleni określone są jako tereny wraz z infrastrukturą techniczną i budynkami funkcjonalnie z nimi związanymi, które pokryte są roślinnością, znajdują się w granicach wsi o zwartej zabudowie lub miast, pełnią funkcje estetyczne, rekreacyjne, zdrowotne lub osłonowe. W szczególności są to: parki, zieleńce, promenady, bulwary, ogrody botaniczne, zoologiczne, jordanowskie i zabytkowe oraz cmentarze, a także zieleń towarzysząca ulicom, placom, zabytkowym fortyfikacjom, budynkom, składowiskom, lotniskom oraz obiektom kolejowym i przemysłowym*. Poza obiektami wymienianymi tutaj przez *Ustawę* do terenów zieleni bywają wliczane także obszary łąk, pastwisk, lasów, a nawet pól uprawnych (Giedych 2005; Bożętka 2008).

Klasyfikację **systemów zieleni miejskiej** i ich szczegółowy opis znaleźć można między innymi w opracowaniach Katarzyny Rozmarynowskiej (Rozmarynowska 2011), Agaty Zachariasz (Zachariasz Agata 2006; Zachariasz 2014), Macieja Przewoźniaka (Przewoźniak 2002, 2004, 2005b), Ewy Heczko-Hyłowej (Heczko-Hyłowa Ewa op. 2009), Barbary Bożętki (Bożętka 2008), Alfonsa Zielonki (Zielonko Alfons 1967; Zielonko Alfons, Siewniak Marek 1973), Władysława Czarneckiego



(Czarnecki 1961), Alana Berkowitz'a (Berkowitz et al. ©2003) Marka Szumańskiego i Andrzeja Niemirskiego (Szumański & Niemirski, 2005), Szulczewskiej (Szulczewska, 2009, 2002), Szulczewskiej i Niemirskiego (Szulczewska & Niemirski, 2005), Liat Margolis (Margolis, Robinson 2007), Marka McDonnell'a (McDonnell et al. 2009), Agaty Cieszewskiej (Cieszewska 2004b, 2004a, 2008), Spirn (Spirn 1984), Krystyny Mieszkowskiej (Mieszkowska Krystyna 2005), Renaty Giedych (Giedych 2003; Giedych, Szumański 2005; Czarnecki 1961, 1961) i innych. Dla rozeznania się w szczegółach **koncepcji systemu przyrodniczego miasta**, poniżej przedstawiony zostanie przegląd teorii, hierarchii oraz charakterystyk z nią związanych. Zestawienie takie jest istotne z punktu widzenia potencjału budowania na bazie istniejących w planach miast **systemów przyrodniczych** Zi miasta oraz rozróżnienia od siebie tych dwóch koncepcji. Warto też zauważyć tendencje do stosowania przez różnych autorów zamiennie terminów **system przyrodniczy**, **system terenów zieleni**, **osnowa ekologiczna** dla określenia podobnych obszarów miasta.

Agata Zachariasz uważa, że **system terenów zieleni** o układzie hierarchicznym, ciągłym, bez barier, jest najdoskonalszym rozwiązaniem zapewniającym najlepszy komfort życia mieszkańcom. Pełni on wtedy funkcje zarówno ekologiczne i biologiczne, jak i kompozycyjne, strukturalne, estetyczne, społeczne, zdrowotne, psychiczne, edukacyjne, kulturowe, ekonomiczne, a także przeciwpożarowe. Według jej badań w Polsce po roku 1946 opublikowano 24 różne klasyfikacje terenów zieleni. Twierdzi ona, że najpełniej przegląd wszystkich rodzajów terenów zieleni prezentuje uwspółcześiona klasyfikacja Alfonsa Zielonki, która prezentuje się następująco:

- I. Tereny zieleni dostępne, przeznaczone do wypoczynku:
  - A. Tereny wypoczynku biernego:
    - parki spacerowo-wypoczynkowe,
    - zieleńce, skwery; bulwary i promenady.
  - B. Tereny zieleni wypoczynku czynnego:
    - parki: sportowe, tematyczne, ludowe, kultury i wypoczynku,
    - lasy komunalne, parki leśne.
- II. Tereny zieleni o specjalnym przeznaczeniu:
  - A. Tereny dostępne:
    - zadrzewienia izolacyjne,

- tereny zieleni tras komunikacyjnych (ulice, drogi, koleje, itp.), *greenways*.
- B. Tereny o ograniczonej dostępności:
- ogrody dydaktyczne: botaniczne, dendrologiczne, zoologiczne, parki etnograficzne, ośrodki kultury ogrodniczej i wystawy ogrodnicze,
  - parki i ogrody zabytkowe,
  - parki naukowe, technologiczne,
  - cmentarze (komunalne, parafialne, wyznaniowe, wojskowe),
  - pracownicze ogrody działkowe (stałe i tymczasowe).
- III. Tereny zieleni towarzyszącej (o różnym stopniu dostępności):
- zabudowie wielorodzinnej, jednorodzinnej; ogrody społeczne,
  - obiektom dziecięcym (place gier i zabaw, żłobki, przedszkola, ogrody jordanowskie, ośrodki: półkolonijne, zielonych szkół i wczasów świątecznych),
  - szkołom; wyższym uczelniom (kampusy); obiektom kulturalno-społecznym oraz kultury i sztuki; obiektom służby zdrowia i opieki społecznej; obiektom sportowym,
  - obiektom biurowym, a także różnego rodzaju usługom infrastruktury (np. energetyce, łączności, kanalizacji, wodociągom czy składom),
  - centrom i kompleksom handlowym,
  - zakładom i obiektom przemysłowym,
  - *greenways* o charakterze ekologicznym.
- IV. Tereny gospodarki rolnej i leśnej:
- szkółki roślin: prywatne i komunalne,
  - gospodarstwa produkcyjne (warzywnicze, kwaciarskie),
  - lasy produkcyjne.
- V. Tereny wycieczkowo-wypoczynkowe:
- lasy podmiejskie,
  - parki podmiejskie i regionalne,
  - ośrodki wypoczynkowe
  - formy ochrony przyrody: np. parki krajobrazowe, rezerваты, obszary Natura 2000, obszary krajobrazu chronionego, użytki ekologiczne oraz zabytków: parki kulturowe (Zachariasz Agata 2006; Zielonko Alfons 1967).



Poszczególne trendy zieleni miejskiej układać się mogą w systemy o różnej typologii, z czego najpopularniejsze zidentyfikowane w miastach i opisane to:

- **system pierścieniowy**, okalający miasto jednym lub kilkoma pasmami, mający źródło według Czarneckiego (Czarnecki 1961) w likwidacji fortyfikacji miejskich. Charakterystyczny jest on dla wielu miast europejskich, jak np.: Wiedeń, Amsterdam, Bruksela, Brno, a także Kraków. Znane są jednak przykłady projektowania nowych, świadomie kształtowanych pierścieni, zarówno czysto teoretycznych, jak te zaproponowane przez J.C. Loudona w 1829 roku dla Londynu, a także zrealizowanych np. w Adelaide w Australii w 1937 roku;
- **system promienisty** (klinowy), proponowany przez wielu teoretyków, w praktyce jego kanwą staje się najczęściej układ wodny, jak ma to miejsce w Berlinie, lub tworzony jest wzdłuż arterii komunikacyjnych. Najbardziej znanym, realizowanym w skali regionalnej, jest tzw. *Finger Plan* miasta Kopenhagi;
- **system pierścieniowo-promienisty**, będący wynikiem łączenia systemów wcześniej opisanych, opisany teoretycznie przez G. Peplera, funkcjonujący na przykład w Lipsku i Essen;
- **system pasmowy**, stosowany najczęściej w przypadku regularnej siatki ulic, co jest charakterystyczne dla miast amerykańskich, lub uwarunkowany topograficznie jak w przypadku Sanoka;
- **system plamowy**, przypadkowy, nieregularny, zwarty lub rozproszony. Tereny zieleni w planie miasta przypominają układ zielonych plam, jak w Paryżu, a parki połączone są zielonymi łącznikami, jak w przypadku amerykańskich *greenways*.

Zachariasz zauważa, że w większości miast występują układy mieszane, lub w ogóle ciężko zaobserwować cechy systemu, co częste jest dla miast Polskich.

Na system: człowiek – środowisko składają się według Kostrowickiego (Macias, Bródka 2014) dwa złożone systemy drugiego rzędu: system społeczno-gospodarczy i system przyrodniczy, między którymi występują rozliczne interakcje. Degórski proponuje traktować środowisko przyrodnicze jako megasystem, łączący w sobie system środowiska przyrodniczego – fizycznego, i środowiska antropogenicznego – społeczno-ekonomiczno-kulturowego, gdzie otoczeniem pierwszego jest środowisko antropogeniczne, a jego podmiotem jest człowiek (Macias, Bródka 2014). Tadeusz Markowski i Dominik Drzazga, podobnie jak Janusz i Marcin Markowscy, zauważają potrzebę poszukiwania form zagospodarowania przestrzennego, umożliwiających harmonijną, trwałą i zrównoważoną koegzystencję

systemów osadniczych i przyrodniczych. Dodatkowo podkreślają potrzebę utrzymania sieciowego charakteru powiązań struktury przestrzennej przyrody, co umożliwi migrację żywych organizmów, gdyż przestrzenna izolacja populacji prowadzi do nieuchronnej degradacji przyrody ożywionej. Ich zdaniem współczesnym paradygmatem gospodarowania przestrzenią powinno być zapewnienie zdolności podtrzymywania powiązań sieciowych w przestrzeni, zarówno w odniesieniu do systemów antropogenicznych, jak i przyrodniczych, współistniejących obok siebie w swoistym zrównoważeniu. Jest to ich zdaniem warunkiem zapewniającym trwałość procesu rozwoju gospodarczego (Markowski, Drzazga op. 2009; Markowski, Markowski op. 2009).

Maciej Przewoźniak uważa, że każde miasto ma w swej strukturze elementy przyrodnicze, od pojedynczej rośliny po rozległe ekosystemy klimaksowe, które tworzą różne układy terytorialno-funkcjonalne, o zróżnicowanych walorach użytkowych, określane najogólniej za Szulczewską (Szulczewska 2002) **systemami przyrodniczymi miast**, jednak jego zdaniem większość z nich w praktyce nie spełnia kryteriów systemów, częściej występują jako **osnowa ekologiczna**. Dokonuje on przeglądu kryteriów klasyfikacji systemów przyrodniczych, będącego podstawą formułowania ogólnych zasad zarządzania systemami przyrodniczymi. Zdaniem Przewoźniaka możliwe jest wypracowanie ogólnych zasad zarządzania systemami przyrodniczymi miast, a rozwiązania szczegółowe zawsze wynikać będą z określonych sytuacji. Jego zdaniem **celowe jest zintegrowane zarządzanie systemami przyrodniczymi miast**, co wynika z istoty ich przyrodniczego kontinuum i funkcjonalnego powiązania wszystkich elementów, przy czym bardziej efektywne przyrodniczo i ekonomicznie są samoregulujące się systemy naturalne. Jednym z celów zarządzania systemami powinna być natomiast zrównoważona eksploatacja ich częściowych potencjałów i stymulowanie ich odnawialności. (Przewoźniak op. 2009, 2005b, 2002, 2004).

Ewa Heczko-Hyłowa wykazuje potrzebę systemowego podejścia do problematyki kształtowania systemów przyrodniczych miast w procesie ich reurbanizacji, powołując się na doświadczenia z realizacji projektu badawczego ReURBAN. Jej ocena systemu planowania urbanistycznego w Polsce w odniesieniu do zieleni miejskiej, dokonywana przez pryzmat doświadczeń europejskich, jest bardzo krytyczna. W jej opinii w Polsce nie docenia się przede wszystkim wagi strategicznego poziomu w planowaniu. Ponadto w jej odczuciu instytucje i

środowiska odpowiedzialne za niezadawalający stan planowania systemów przyrodniczych nie są zainteresowane europejskim odniesieniami. W prawdzie chaotyczna rozbudowa miast budzi zaniepokojenie w powszechnym odczuciu społecznym, jednak nie widzi ona sił politycznych które uznałyby, że transformacja systemu planowania i zarządzania *zrównoważonym* rozwojem miast stała się sprawą rangi państwowej (Heczko-Hyłowa Ewa op. 2009).

Chmielewski pisze, że krajobraz jest zawsze systemem otwartym i terytorialnym, co wiąże się z pobieraniem z otoczenia materii, energii i informacji, prowadząc w warunkach systemów naturalnych do wzrostu ich złożoności i stopnia organizacji, tj. wzrostu *negentropii*<sup>23</sup>. Niestety, w warunkach działalności człowieka, czyli w systemach krajobrazowych zurbanizowanych, czasem dochodzi do zjawiska odwrotnego – do wzrostu *entropii*<sup>24</sup>, czyli stopnia nieuporządkowania układu. Otwartość i negentropijność stanowią zaś niezbędne warunki rozwoju całościowości, tj. uorganizowania i złożoności systemu krajobrazowego (Chmielewski 2008; Chmielewski 2012, 2012; Richling 2008; Solon 2008). Chmielewski uważa także, że planowanie systemów krajobrazowych powinno odbywać się na podstawie naczelnej zasady harmonizowania struktury i funkcji przyrodniczych oraz antropogenicznych składowych systemu zaznaczając, że zadanie jest trudne ze względu na bardzo duże zróżnicowanie potrzeb człowieka. Człowiek potrzebuje, jego zdaniem, względnie stabilnych systemów ekologicznych, kreując jednocześnie coraz bardziej dynamiczne systemy kulturalno-gospodarze. Dlatego planowanie systemów krajobrazowych powinno być ukierunkowane na stabilizowanie struktury i funkcji krajobrazowych systemów ekologicznych o jak najwyższych zdolnościach odnawiania zasobów przyrody oraz tworzenie warunków do możliwie elastycznego rozwoju kulturowo-gospodarczych komponentów systemów krajobrazowych (Chmielewski 2012).

Anne Whiston Spirn, rozwijając Corbusierowskie podejście do miasta twierdzi, że miasta muszą odrzucić zasadę fragmentacji natury. Jej zdaniem wartość natury w mieście może zostać w pełni doceniona tylko wtedy, gdy całe miejskie środowisko naturalne będzie postrzegane jako wewnętrznie powiązany system. W jej opinii, u podstaw wszystkich aspektów fizycznego projektowania miasta, powinno leżeć

<sup>23</sup> negatywna entropia, ujemna entropia – w teorii systemów i cybernetyce – miara stopnia organizacji. Stanowi różnicę pomiędzy maksymalną możliwą wartością entropii – odpowiadającą całkowitej dezorganizacji systemu, a jej aktualną wartością. Przy dezorganizacji systemu negentropia maleje, podczas gdy entropia wzrasta i – na odwrót – wzrostowi organizacji odpowiada zawsze wzrost negentropii. *Mały słownik matematyczny*, Adam B. Empacher [i in.], Warszawa, Wiedza Powszechna, 1967

<sup>24</sup> chaos, beład. *Słownik Języka Polskiego PWN*

zrozumienie miejskiego środowiska naturalnego, a każde miasto musi docenić społeczne wartości tkwiące w procesach naturalnych i zrozumieć, że **struktury miejskie** oraz **ludzkie działania mogą ewoluować wspólnie z naturą** (Spirn 1984).

Wśród niektórych badaczy podejście systemowe i analizy natury w mieście idą o krok dalej, analizując **samo miasto** i procesy w nim zachodzące w kategoriach systemu przyrodniczego. Rostański, podobnie jak i Krenz zauważają, że miasto, podobnie jak zespoły przyrodnicze, rozrasta się pozornie chaotycznie. Nie jest to jednak chaos przypadkowy. Istnieją tu reguły kierujące tym rozwojem i bariery rozwoju chaotycznego sprawiające, że struktura staje się w pewnym momencie niewydolna. W przyrodzie bariera ta przełamywana jest na przykład przez pożar, pojawienie się nowej rośliny inwazyjnej. W urbanistyce natomiast objawia się to paraliżem komunikacyjnym, degradacją substancji i zauważalnym wzrostem przejawów patologii społecznej. Ich zdaniem, zarówno w przestrzeni urbanistycznej, jak i przyrodniczej, istnieją *atraktory*<sup>25</sup> i *repelenty*<sup>26</sup> stanowiące istotne czynniki ich modyfikacji i warunkujące procesy doskonalenia struktur poprzez *zdolność homeostatyczną*. Jest ona znaną z biologii zdolnością do powracania systemu do stanu równowagi, a przypadku miasta dotyczy na równi hierarchii społecznej, ekonomicznej, struktury funkcjonalnej i przyrodniczej (Rostański 2012; Krenz 1997).

Opisane wyżej koncepcje teoretyczne związane z systemem przyrodniczym miasta (czy jak wcześniej wspomniano zamiennie z nim stosowane i ściśle powiązane pojęcia jak sieć biotopów, osnowa ekologiczna), a szczególnie ich próby adaptacji w praktyce planowania przestrzennego były według Szulczewskiej, zwiastunami koncepcji **Zielonej Infrastruktury**. W prawdzie głównym celem ich identyfikacji i kształtowania pozostawało zapewnienie właściwych warunków funkcjonowania miejskiego środowiska przyrodniczego, jednak można wskazać, że pełniły i pełnią nadal także różnorodne funkcje poza-przyrodnicze (Szulczewska op. 2009). Koncepcja ZI jest odpowiedzią na wiele wyżej przytoczonych przemyśleń i postulatów, jak na przykład postulat o potrzebie ewoluowania struktur miejskich oraz ludzkich działań wspólnie z naturą autorstwa Spirn, wnioski o niezbędnej wielofunkcyjności terenów zieleni, czy definiowany przez Przewoźniaka cel zarządzania systemami zieleni jako zrównoważona eksploatacja ich częściowych

<sup>25</sup> (mat.)w teoriach rozważających modele zjawisk zmiennych w czasie: punkt lub zbiór, który w trakcie pewnego procesu przyciąga punkty leżące w jego otoczeniu. *Słownik Języka Polskiego PWN*

<sup>26</sup> środek działający odstraszająco na szkodniki. *Słownik Języka Polskiego PWN*

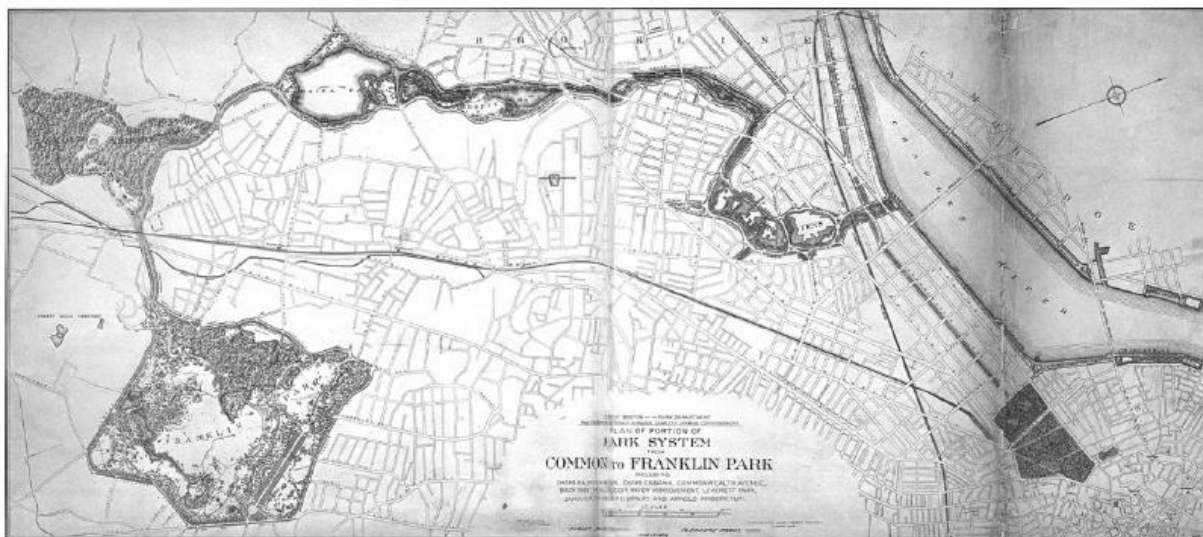
potencjałów i stymulowanie ich odnawialności. Czym jest więc ZI, jak jest definiowana i kiedy zaczęto stosować to pojęcie po raz pierwszy?

### **Zielona Infrastruktura**

Według Karen Firehock z amerykańskiego *Green Infrastructure Center Inc.* (GIC) terminu *zielona infrastruktura (green infrastructure)* po raz pierwszy użyto w roku 1994 w raporcie *Florida Greenways Commision*<sup>27</sup> na temat strategii ochrony gruntów (*Land Conservation Strategies*), w której intencją było uwypuklenie wartości i funkcji społecznej obszarów i systemów naturalnych **na równi z infrastrukturą szarą** (Firehock 2010). Jednak pierwszą, precyzyjną definicję ZI znaleźć można u M.A. Benedicta i E.T. Mc Mahona w: *Smart Conservation for the 21st Century* (Benedict, McMahon 2002) oraz *Green Infrastructure: linking landscapes and communities* (Benedict, McMahon 2006). Ich zdaniem sama koncepcja, przez nich jedynie usystematyzowana i opisana, pojawiła się już wcześniej pod postacią **sieci korytarzy ekologicznych (Greenways)**. Sama teoria sieci korytarzy ekologicznych sięga według nich już XIX wieku, za sprawą Fredericka Law Olmsteda i jego projektów dla Nowego Yorku i Bostonu, w których planował on sieci terenów zielonych, integrujących ludzi ze wszystkich środowisk społeczno-gospodarczych w ramach krajobrazu miasta. Olmsted osiągał to poprzez rozwój, przełomowych w swoim znaczeniu, **wielofunkcyjnych** obszarów, które z jednej strony zachęcały mieszkańców do gromadzenia się i aktywnego korzystania z nich, budując jednocześnie poczucie przynależności, współwłasności. Zdaniem Charlesa Littl'a oraz Benedicta i McMahon, Olmsted był pierwszym architektem krajobrazu projektującym tereny zieleni w tak szerokim kontekście funkcjonalnym, dając dostęp do oryginalnie i efektywnie zaprojektowanych przestrzeni, oferujących schronienie przed uciążliwościami miasta. Jego osiągnięcia podziwiać można do dziś, spacerując po *Central Park* (1858) i *Prospect Park* (1868) w Nowym Jorku oraz *Szmaragdowy Naszyjnik (Emerald Necklace)*, przedstawiony na Rys. 8., stworzony w latach 1878-1880 w Bostonie. *Emerald Necklace* jest uznawany za pierwszą sieć szeroko dostępnych i wielofunkcyjnych terenów zieleni, łagodzących także potencjalne skutki powodzi (Little, Charles, E. 1990; Benedict, McMahon 2006; C. Mell 2008). Benedict i McMahon czują się kontynuatorami takiego podejścia do projektowania krajobrazu w koncepcji ZI.

<sup>27</sup> [http://www.conservationfund.org/images/programs/files/Floridas\\_Ecological\\_Network.pdf](http://www.conservationfund.org/images/programs/files/Floridas_Ecological_Network.pdf)

## Rys.8. System Emerald Necklace według F.L. Olmsted'a, Boston, Massachusetts, USA



Źródło: (Fábos, J. G. Ryan, R. L. 2004) (Jianguo (Jingle) Wu 2008)

Jeżeli w ten sposób patrzeć na rozwój idei ZI w aspekcie krajobrazowym, to należy zgodzić się z Aliną Drapellą-Hermansdorfer która uważa, że idea ta czerpie z ducha kultury europejskiej i jej sztuki kształtowania przestrzeni, nawiązując jeszcze do witruwiańskiej zasady *łączenia trwałości z użytecznością i pięknem* – a stosowana jest dzisiaj w założeniach triady zrównoważonego rozwoju. Jej zdaniem jako prekursora tak rozumianej urbanistyki krajobrazowej należy uznać Petera Josepha Lenné'go, który dużo wcześniej niż Olmsted, bo już w 1833 roku w swoim planie *Pięknego Poczdamu (Verschönerungs-Plan Der Umgebung von Potsdam)* uwzględnił model płatów i korytarzy, wpisując go umiejętnie w istniejącą rzeźbę terenu i system wodny, przewidując jednocześnie możliwości rozwoju zabudowy (Drapella-Hermansdorfer 2014).

W Wielkiej Brytanii myślenie zbliżone do Olmsteda prezentował Ebenezer Howard, któremu bliskie były idee związane z możliwościami polepszenia warunków życia mieszkańców przemysłowych miast. W 1898 zaprezentował swoją, dość radykalną jak na ówczesne czasy, koncepcję miasta-ogrodu w książce *Jutro: Pokojowa ścieżka do rzeczywistej reformy (To-morrow: A Peaceful Path to Real Reform)*, która w roku 1902 została przedrukowana pod nowym tytułem: *Miasta ogrody jutra (Garden Cities of Tomorrow)* (Czyżewski, Howard 2001). Jego koncepcja miasta opierała się na połączonych sieciach małych, policentrycznych przestrzeni miejskich o maksymalnej liczbie mieszkańców nie przekraczającej 32000 osób.





Riemerschmida, Heinricha Tessenowa), w Staaken koło Berlina, we Włoszech, w Grecji, Belgii, Stanach Zjednoczonych: Greenbelt, Greenhills i Greendale, a także w Polsce (np. Podkowa Leśna, Milanówek, Komorów). Ich celem zawsze było zapewnienie mieszkańcom wysokiej jakości życia (Sas-Bojarska, Walewska 2013). Idee Howarda były w późniejszym okresie rozwijane także w postaci brytyjskich programów ogólnokrajowych, jak *Urban Renaissance* oraz tworzeniu obszarów chronionych, jak na przykład *Thames Gateway* (ODPM 2005). Zdaniem Sas-Bojarskiej i Walewskiej, idea miasta-ogrodu odnosiła się do kwestii ekologicznych w kilku wymiarach, przede wszystkim łącząc, podobnie jak współczesna koncepcja zrównoważonego rozwoju, aspekty gospodarcze, społeczne i środowiskowe: zalecała przystosowanie koncepcji miasta do warunków środowiskowych, gwarantowała przemieszanie funkcji, miejsca pracy i względną zwartość zabudowy, skracając odległość od miejsca zamieszkania do miejsca pracy, zmniejszając tym samym potrzeby transportowe, zapewniała dużą ilość ogólnie dostępnych terenów zielonych i zdrowe warunki życia. Nawoływała także do oszczędnego gospodarowania zasobami wody, do wykorzystywania energii wiatru, a nawet zapewniała, popularne obecnie, miejsca upraw żywności w mieście (w spółdzielczych ogrodach warzywnych) ułatwiając handel żywnością poprzez *bliski związek producenta z konsumentem*, zmniejszając potrzeby transportowe. Zdaniem Sas-Bojarskiej i Walewskiej, miasto-ogród w prawdzie realizowało sporo aspektów rozwoju zrównoważonego w dzisiejszym rozumieniu tego słowa, jednak podstawą tych wszystkich pomysłów była chęć zapewnienia odpowiednich warunków higienicznych i korzyści ekonomicznych, a nie ekologicznych w dzisiejszym rozumieniu. Na każdym kroku podkreślany był aspekt kosztów, więc to z użyteczności miasta w kontekście potrzeby pomocy człowiekowi, a nie środowisku, wynikała struktura i zasady funkcjonowania miasta Howarda (Sas-Bojarska, Walewska 2013).

Rozwój koncepcji zielonej infrastruktury w Europie, związany był silnie z kształtowaniem terenów zieleni na obszarach urbanizowanych, aby skutecznie integrować je z gęstą tkanką miast. Widać to na przykładzie takich miast jak Amsterdam, Helsinki czy Kopenhaga. W każdym z nich system zieleni (*zielone pierścienie* Amsterdamu, *Zielone Kliny* Helsinek, *Green Finger Plan* Kopenhagi) powstał dzięki rozwijaniu tkanki miejskiej w połączeniu z szeroko dostępnymi obszarami wysokiej jakości zieleni miejskiej (Beatley 2000; C. Mell 2008). Zdaniem

Beatley'a, każde z tych miast wykorzystuje jednocześnie sieć zielonej infrastruktury do promocji dodatkowych, związanych z koncepcją, idei planistycznych, jak: integracja społeczna, rekreacja, rewitalizacja społeczna i regeneracja ekonomiczna. *Zielone pierścienie, kliny* czy *Green Finger Plan* jako narzędzia planistyczne, ułatwiają rozwój obszarów zurbanizowanych, przy jednoczesnym zachowaniu właściwego udziału funkcjonujących obszarów zieleni. W ten sposób, dzięki rozwijaniu przestrzeni łączących różne części miasta z tzw. *strefą podmiejską* (*urban fringe, suburban area*), nowo tworzone systemy pozwalają na bardziej efektywny przepływ ludzi, a także koordynację transportu, gospodarki odpadami i zarządzania zanieczyszczeniami, co obserwować można na przykładzie Helsinek (Beatley 2000, 2012).

W przeciwieństwie do Europy, rozwój koncepcji ZI w Ameryce Północnej ma swoje podstawy w ochronie krajobrazu, wynosząc korzyści ekologiczne ponad społeczne i gospodarcze, gdzie przez lata to raczej pasywny nurt konserwatorski wiodł prym. Pewna zmiana nastąpiła wraz ze wspomnianym już dziełem Ian'a McHarga, *Design with Nature* (1969), w której wprowadził on ideę *fizjograficznego determinizmu* (*physiographic determinizm*), twierdząc, że podstawą dla określenia przydatności i priorytetów zagospodarowania (lub nie) terenu powinna być analiza procesów naturalnych kształtujących dany obszar. Podkreślał potrzebę podejścia środowiskowego w planowaniu urbanistycznym i przestrzennym, wprowadzając swoją nową, autorską metodę oceny i realizacji takiego podejścia. W zawiązku z tym, że na początku lat 70' problemem było przechowywanie i przetwarzanie dużych ilości danych przestrzennych, McHarg używał jako narzędzi podkładów mapowych, ukazując wyniki analiz w formie czytelnych wizualnie diagramów i schematów. Twierdził, że *obraz jest wart tysiąca słów* (McHarg 1992). Dopiero w ostatnich latach działalność amerykańskich *Conservation Fund* i *Environmental Protection Agency* (EPA<sup>28</sup>) rozszerzyła koncepcję systemów zieleni o szerzej rozumiane wartości społeczne.

Julius Fábos i Ian C.Mell identyfikują trzy etapy rozwoju systemów zieleni w USA od Law Olmsteda i później przez jego kolejnych *sukcesorów*. Olmsted i jemu współcześni reprezentują pierwszy okres, tzw. *Boulevards and Parkways* (bulwary i parki). Etap drugi zdominowało tworzenie i rozwój tzw. *Greenways*, czyli

---

<sup>28</sup> Agencja Ochrony Środowiska – agencja federalna Stanów Zjednoczonych działająca w celu ochrony zdrowia ludzkiego oraz środowiska naturalnego

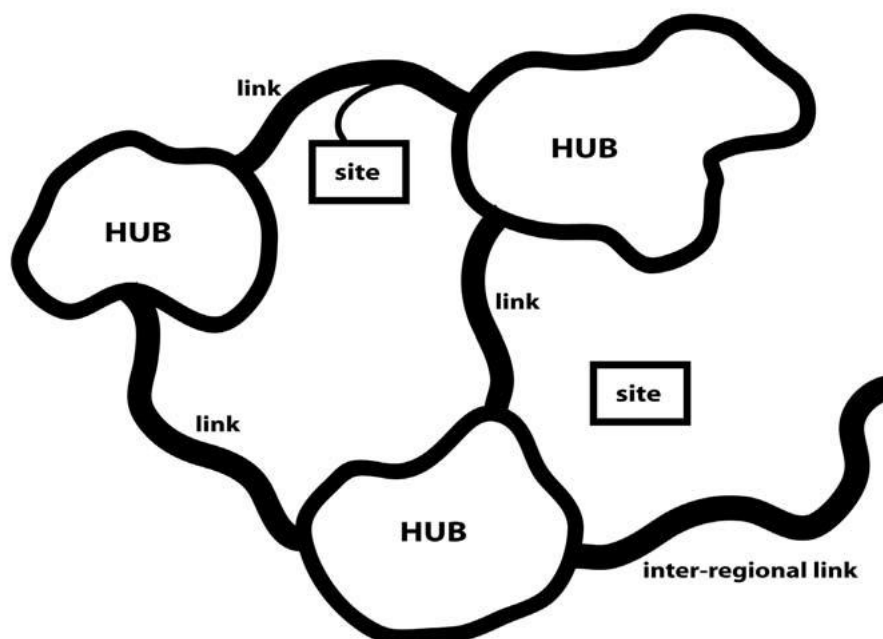
rekreacyjnych korytarzy ekologicznych, zorientowanych na łączenie zurbanizowanych terenów Ameryki Północnej z obszarami dziewiczej przyrody. Okres ostatni, współczesny, wykorzystuje koncepcje poprzedników, rozwijając ideę sieci korytarzy ekologicznych (*Greenways*) o aspekty multifunkcjonalne. Ten proces najlepiej widać na przykładzie przełomowej, zdaniem Benedicta i McMahona, inicjatywy w Maryland, początkowo opartej na sieci korytarzy ekologicznych. Dekret formalnie ustanawiający *Maryland Greenways Commission* (*Komisję ds. korytarzy ekologicznych Maryland*) opublikowano w 1991 roku, jako remedium na gwałtowne zanikanie kluczowych siedlisk naturalnych regionu jak: lasy, bagna, mokradła i łąki. Zjawisko to było następstwem gwałtownego wzrostu gospodarczego. Komisja pierwotnie miała służyć stworzeniu ogólnostanowej sieci korytarzy ekologicznych służących głównie jako przejścia do migracji dzikich zwierząt, a gdzie to możliwe, miały również stać się miejscem rekreacji oraz szlakami lokalnego, alternatywnego transportu dla miejscowej społeczności. Sieć korytarzy w Maryland planowana była także jako bufor ochronny dróg wodnych w *Zatoce Chesapeake*. Pierwotne funkcje stopniowo zostały poszerzane. Efektem rozwoju koncepcji w Maryland stało się *Green Infrastructure Assessment*<sup>29</sup> – nowoczesne narzędzie szacujące potencjał ZI regionu, stworzone w oparciu o system informacji geograficznej (*ang. Geographic Information System, GIS*) przez *Maryland Department of Natural Resources*. *Green Infrastructure Assessment* to potężne narzędzie pomagające w identyfikacji i hierarchizacji obszarów kluczowych z punktu widzenia funkcji ekologicznych, ale także ekonomicznych oraz w ich ewentualnej eksploatacji, ochronie lub odnowie. Narzędzie to znacznie poszerzyło wiedzę i praktykę w zakresie strategicznego zarządzania krajobrazem z udziałem ZI, w kontekście jego przydatności ekologicznej, ekonomicznej i urbanizacyjnej. Zdaniem Benedicta i McMahona, stało się także inspiracją dla podobnych projektów zarówno w USA jak i w innych częściach świata.

Przechodząc do przeglądu definicji ZI należy zacząć, od pierwszej sprecyzowanej ściśle definicji Marka Benedict'a i Edwarda McMahona, według których **zielona infrastruktura to sieć wzajemnie powiązanych terenów zieleni, zachowujących naturalne wartości i funkcje ekosystemów, dostarczających związane z tym korzyści populacji ludzkiej, dając ramy ekologiczne dla rozwoju i równowagi środowiskowej, społecznej i gospodarczej** (Benedict, McMahon 2002).

---

<sup>29</sup>[http://www.conservationfund.org/images/programs/files/Marylands\\_Green\\_Infrastructure\\_Assessment\\_and\\_Greenprint\\_Program.pdf](http://www.conservationfund.org/images/programs/files/Marylands_Green_Infrastructure_Assessment_and_Greenprint_Program.pdf)

Rys.10. Schemat sieci połączeń ekosystemów i krajobrazów w ramach koncepcji ZI – System: obszarów węzłowych (HUB), korytarzy/ łączników (Link), siedlisk/ działek (site) oraz połączeń/ korytarzy ponadregionalnych (inter-regional link)



Źródło: (Benedict, McMahon 2002)

Analizując koncepcję ZI Benedicta i McMahona, zilustrowaną na Rys 10., zauważyć można jej powiązania z innymi koncepcjami źródłowymi z obszarów badań ekologii krajobrazu, jak mniej popularna *biogeograficzna teoria wysp* opracowana w 1968 roku przez McArtura i Wilsona (MacArthur 2016) oraz *teoria płatów, korytarzy i matryc* z 1981 roku, za twórców której uważa się, przytaczanych już wcześniej, R.T.T. Formana i M. Gordona (Forman, Richard T. T. 1997). Benedict i McMahona stosując w swojej koncepcji termin *zielona (green)* w odniesieniu do infrastruktury zauważają pojemność i wieloznaczność tego pojęcia, zależnie od interpretacji, np. środowiskowych, ekologicznych, naturalistycznych po konotacje feministyczne czy marksistowskie. Jednak najważniejszym wydaje się być fakt kojarzenia znaczenia użycia sformułowania *zielona* w kontekście infrastruktury dla podkreślenia jej **funkcji ekologicznych**, które zielona infrastruktura może świadczyć, co rozwija omówiona wcześniej koncepcja **usług ekosystemowych**, powiązana z koncepcją ZI. Zastosowanie terminu *infrastruktura* odnosi się w przypadku Benedict'a i McMahona do ekologicznych elementów krajobrazu. Ich zdaniem koncepcja ZI nie jest kwestią

jedynie refleksji nad możliwościami planowania krajobrazu, lecz koniecznością, a użycie słowa *infrastruktura* jest wyrazem ich przekonania o potrzebie planowania elementów krajobrazu przyrodniczego z takim samym priorytetem jak systemów komunikacyjnych, sanitarnych czy innych elementów infrastruktury miejskiej.

Jack Ahern koncepcję ZI miasta rozumie jako **przestrzennie zorganizowane środowisko miejskie** tak, aby **podtrzymywać zestaw funkcji ekologicznych i kulturowych**. Zauważa, że koncepcja ZI ma swoje źródło w coraz szerszej świadomości **idei zrównoważonego rozwoju** uwidocznionej w triadzie wymiarów ekonomicznego, środowiskowego i społecznego<sup>30</sup>. Sam koncentruje się jednak na wymiarze środowiskowym zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich, szczególnie na roli konfiguracji przestrzennej środowiska miejskiego we wspieraniu kluczowych funkcji ekologicznych, co osiągnąć można dzięki ZI. Dodatkowo przedstawia ZI jako strategię osiągnięcia celów abiotycznych, biotycznych i kulturowych (Ahern 2007).

Wspomniana już w tym kontekście (w rozdziale 1.3.) Barbara Szulczewska dokonując przeglądu definicji na podstawie kwerendy i analiz A. Pirowskiego<sup>31</sup>, wyróżnia cztery podejścia do definiowania zielonej infrastruktury:

1. *sieciowe*, wiążące się z reinterpretacją koncepcji sieci ekologicznych (wspomnianych już *greenways*), dotyczące przede wszystkim tworzenia sieci funkcjonalnie powiązanych obszarów, ważnych z punktu widzenia zachowania różnorodności biologicznej;

2. *hydrologiczne*, których autorzy definiują zieloną infrastrukturę jako rozwiązania sprzyjające gospodarowaniu wodami opadowymi *na miejscu [in situ]*, ich zatrzymanie lub/i ich ewentualne wykorzystanie, np. do podlewania roślin;

3. *zintegrowane*, w których zielona infrastruktura utożsamiana jest z różnego rodzaju obszarami, pokrytymi roślinnością lub/i wodami (np. formalnymi terenami zieleni, terenami rolnymi, chronionymi, towarzyszącymi budynkom itp.) oraz strukturami (np. zielone dachy, zielone ściany, pojedyncze drzewa, aleje itp.), pełniącymi ważne funkcje klimatyczne, hydrologiczne, biologiczne, ekologiczne, społeczne;

4. Oparte na *sposobie gospodarowania* – jest to najrzadziej spotykana interpretacja, w której ZI traktuje się nie jako konkretne obszary lub/i struktury, ale

<sup>30</sup> Z angielskiego: three E's of sustainability: economy, environment and (social) equity

<sup>31</sup> A. Pirowski: Zielona infrastruktura w największych miastach europejskich – ocena i porównanie potencjału, pierwsza wersja maszynopisu pracy doktorskiej przygotowywanej pod kierunkiem dr hab. B. Szulczewskiej

jako sposób gospodarowania tymi obszarami/strukturami, którego zasadniczą cechą jest konsekwentne uwzględnianie różnorodnych funkcji: przyrodniczych, społecznych i gospodarczych.

Szulczewska podsumowując te różnorodne podejścia i analizując pułapki z nimi związane stwierdza, że istnieje brak przesłanek do ustalenia jednej, możliwej do powszechnego zaakceptowania definicji ZI (Szulczewska 2014).

Ian C.Mell w swojej rozprawie doktorskiej dokonuje bardzo złożonego przeglądu i analizy różnych definicji ZI, także w kontekście postrzegania środowiska oraz planowania przestrzennego. Podsumowując swoje badania stwierdza, że duża różnorodność ujęć i zasad stosowanych w definiowaniu ZI może być wbrew pozorom cenna w jej wdrażaniu, jednak w toku dalszego rozwoju koncepcji powinny zostać ustalone nadrzędne i uniwersalne zasady jej stosowania. Koncepcja powinna także koncentrować się na swojej użyteczności i możliwości wykorzystania w planowaniu krajobrazu. Twierdzi on, że pomimo wzrostu świadomości i opracowań z zakresu ZI nadal istnieje potrzeba dalszego rozwoju tej idei. Po zidentyfikowaniu **obszarów wspólnych** dla analizowanych definicji, jak **łączność**, **dostępność** oraz **myślenie strategiczne**, Mell opracował własną definicję, którą nazwał definicją roboczą: *Zielona infrastruktura to żywotne (resilient) krajobrazy wspierające interesy ekologiczne, ekonomiczne i społeczne (ludzkie) poprzez utrzymanie integralności oraz promowanie łączności krajobrazu jednocześnie zwiększające jakość życia, miejsca i środowiska w granicach swoich różnorodnych form krajobrazowych* (Mell 2010). Jego zdaniem tak sformułowana definicja nie ogranicza się do jednego ekonomicznego czy społecznego obszaru, pozwalając badaczowi zastosować własne podejście we wdrażaniu koncepcji ZI w planowaniu.

CABE, czyli mieszcząca się w Londynie *Commission for Architecture and the Built Environment*, jako instytucja zajmująca się promocją planowania i projektowania w myśl idei zrównoważonego rozwoju, wydała wiele publikacji bezpośrednio lub pośrednio promujących koncepcję ZI. W publikacjach tych koncepcja opisywana jest w skali architektonicznej i planistycznej, wraz z instrukcjami jak ją projektować wdrażać i utrzymywać. Tak zwane *Manuals* ukazują liczne korzyści, dzięki zamieszczonych w nich studiach przypadków. ZI jest tu **obszarem koegzystencji człowieka ze środowiskiem naturalnym**, zamiast rozwoju wbrew przyrodzie. Jest siecią terenów zieleni podtrzymujących życie, pomaga w walce ze mianami klimatycznymi, w dbaniu o zdrowie publiczne, zwiększa różnorodność biologiczną i

spójność przestrzenną i społeczną. Jest, w przeciwieństwie do infrastruktury szarej, jak rury kanalizacji deszczowej, wielofunkcyjna. Jest **zrównoważoną alternatywą dla tradycyjnych obiektów inżynierskich** oferując aktywne biologicznie zielone dachy, drzewa, obszary absorbujące i zatrzymujące nawalne opady deszczu w sieci przyulicznych rowów i muld odwadniających, ogrodów deszczowych i innych elementów systemów małej retencji. W ten sposób chroni miasta przed podtopieniami i powodzią. Jednak tak jak infrastruktura szara wymaga łączenia elementów w system. Pozwala również oszczędzać energię np. poprzez zielone dachy, aktywizuje społeczność w procesie tworzenia i utrzymywania, a co najważniejsze, umożliwia tworzenie miejsc 'z duszą', podkreślając lokalną tożsamość. Daje ludziom dostęp do natury z jednoczesnym poczuciem, że jest się jej częścią.

Według Karen Williamson z amerykańskiego *Heritage Conservancy* ZI jest krajowym systemem wspierającym życie naturalne, połączonym siecią obszarów wodnych i chronionych. Sprzyja rodzimym gatunkom roślin i zwierząt. Utrzymując naturalne procesy ekologiczne i odnawiane zasoby wodne, przyczynia się do zwiększenia zdrowotności i podniesienia jakości życia społeczeństwa (Williamson 2003).

David Rouse oraz Ignacio Bunster-Ossa stwierdzają funkcjonowanie dwóch głównych definicji. Pierwszą jest, uprzednio przytaczana, konserwatywna definicja Benedict'a i McMahona wraz z definicją *Florida Greenways Commission*, w których mowa jest o nowym podejściu do ochrony środowiska. Definicja ta podkreśla wzajemne powiązania systemów naturalnych z celami społecznymi, przyznając stanowej ZI taką samą wagę w ochronie i zarządzaniu jak infrastrukturze zbudowanej. Druga definicja jest odpowiedzią na amerykańskie ustawy i regulacje dotyczące czystości wody – *Clean Water Act* i powiązanie z nimi regulacje prawne. Za *Clean Water Act* głównie potrzeba eliminacji spływu niskiej jakości miejskiej wody deszczowej, zanieczyszczającej finalnie naturalne odbiorniki, jak strumienie rzeki czy jeziora. Według *Amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (U.S. Environmental Protection Agency – EPA)* **ZI odnosi się do systemów i obiektów imitujących naturalne procesy do infiltracji<sup>32</sup>, ewapotranspiracji<sup>33</sup>, recyklingu (czyli ponownego użycia wód opadowych) lub ich spływu w miejscu, gdzie są**

---

<sup>32</sup> wsiąkania

<sup>33</sup> suma fizycznego procesu parowania oraz parowania wody w ramach procesów fizjologicznych roślin



**generowane – in situ.** Podczas gdy definicja *Florida Greenways Commission and Conservation Fund* w swojej typologii elementów ZI podkreśla wielkoskalarne obiekty krajobrazowe, jak parki, tereny naturalne, korytarze ekologiczne, obszary rolne i leśne, EPA wyróżnia obiekty w mniejszej skali istniejące w kontekście miejskim, jak zielone dachy, drzewa, ogrody deszczowe, odwadniające i infiltracyjne rowy, niecki i muldy pokryte roślinnością, małe, 'kieszonkowe' stawy i mokradła i im podobne. Rouse i Bunster-Ossa łączą te dwa podejścia wzbogacając je spojrzeniem przez pryzmat krajobrazu - fizyczny przejaw procesów łączących środowisko zbudowane z naturalnym. Tak rozumiana ZI realizuje wielorakie funkcje, przynosząc korzyści dla zdrowia, lepszego samopoczucia ludzi i dzikiej przyrody. ZI jest w tym podejściu *trójwymiarową powłoką*, która *otacza, łączy i zaopatruje* budynki, ulice, place i inne obiekty użyteczności publicznej. Jako taka nie jest oddzielna od infrastruktury zbudowanej – szarej, lecz formuje jej podłoże. Nie ma ustalonej granicy pomiędzy nimi, zaś likwidowanie granic zmusza do całościowego i interdyscyplinarnego podejścia do planowania i projektowania infrastruktury (Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. 2013).

Gary Austin prezentuje podobne podejście doceniając także możliwość transformacji już istniejących obiektów inżynierskich należących do szarej infrastruktury w bardziej zrównoważone, odnawialne. Podkreśla również wagę wewnętrznych powiązań i łączności elementów zielonej infrastruktury zauważając, że obiekty realizowane w małej skali (jednej działki, jednego obiektu), nawet jeżeli są korzystne środowiskowo i ekologicznie, to najczęściej nie są przewidziane jako część zielonej infrastruktury, istniejąc w izolacji do sieci połączeń pozostałych, większych elementów (Austin 2014).

Brytyjski *Landscape Institute* definiuje ZI jako **sieć naturalnych i półnaturalnych terenów zieleni, rzek oraz jezior przeplatających i łączących tereny wiejskie, miasteczka i miasta**. Elementy składowe (*assets*) – od parków, jezior i lasów, do miejskich interwencji, jak zielone dachy, czy zadrzewienia przyuliczne - stanowią o istocie i wartości ZI. Natomiast funkcje jakie pełnią tak określone elementy składowe, stają się funkcjami ZI – *usługami ekosystemów* (*ecosystem services*). Właściwie planowane, projektowane i zarządzane elementy ZI mają potencjał dostarczania szerokiej gamy korzyści – od zapewniania zrównoważonych połączeń komunikacyjnych po łagodzenie i dostosowywanie do skutków zmian klimatycznych (Landscape Institute 2013).

Carol Kambites i Stephen Owen z *Countryside and Community Research Unit, University of Gloucestershire* w Wielkiej Brytanii prezentują podejście pragmatyczne. Podobnie jak Rouse i Bunster-Ossa, wyodrębniają dwie wiodące definicje ZI: definicję Benedicta i McMahona, którą kwalifikują jako podejście akademickie, zderzając ją z definicją proponowaną przez brytyjski nurt praktyczny w przewodniku: *Green Infrastructure Guide for Milton Keynes & South Midlands* opracowanego przez *Environmental Agency* w 2005 roku oraz *East Midlands Green Infrastructure Soping Study* autorstwa *The Environmental Partnership*. ZI jest tutaj definiowana jako sieć wielofunkcyjnych terenów zieleni określonych obszarowo, wewnętrznie zorganizowana i ciągła, przyczyniając się do podnoszenia jakości środowiska naturalnego i zurbanizowanego, umożliwiając życie istniejącym i nowym zbiorowiskom (roślinnym, zwierzęcym i ludzkim). Podsumowując te dwa podejścia Kambites i Owen zauważają, że ZI obejmuje powiązane sieci wielofunkcyjnych obszarów, głównie niezabudowanych, przestrzeni wspierających zarówno funkcje biologiczne jak i procesy społeczne (Kambites, Owen November/ 2006).

*Institute for European Environmental Policy (IEEP)* w swoim Raporcie z 2011 roku, za ZI uznaje sieć naturalnych i seminaturalnych powierzchni, urządzeń i terenów zieleni na obszarach wiejskich i miejskich, lądowych, słodkowodnych, morskich i przybrzeżnych, które łącznie zwiększają zdrowie oraz odporność ekosystemów, przyczyniając się do ochrony bioróżnorodności, a populacji ludzkiej służą do podtrzymywania i podnoszenia jakości usług ekosystemowych. ZI może zostać wzmocniona poprzez skoordynowane inicjatywy strategiczne, koncentrujące się na zachowaniu, przywracaniu, poprawie i dołączaniu istniejących obszarów, jak również tworzeniu nowych (IEEP 2011).

Pierre Beauchamp i Jan Adamowski także zauważają dwa nurty w definiowaniu ZI. Ich zdaniem pierwszy odnosi ją raczej do zadrzewień na obszarach miejskich ze względu na *zielone korzyści*, które świadczą [*usługi ekosystemów*]. Drugi stosuje termin ZI dla obiektów (jak urządzenia do oczyszczania wody lub zielone dachy) zaprojektowanych jako *przyjazne dla środowiska*. Sami definiując ZI najpierw określają co to ogólnie jest infrastruktura (za Mell, Roe & Davies 2011): czyli system podkonstrukcji takich jak wodociągi i rurociągi, od których zależy rozwój społeczności, podczas gdy **ZI może być odpornym/ żywotnym (resilient) krajobrazem świadczącym** wiele ekologicznych i ekonomicznych funkcji **bez narażania stabilności bazy zasobowej**. ZI jest ich zdaniem fizycznym

środowiskiem w ramach i pomiędzy miastami, miasteczkami i terenami wiejskimi. Jest połączoną siecią obszarów otwartych, wodnych oraz cech środowiska wraz z naturalnymi systemami je wspierającymi (*environmental features*). Jednak ich zdaniem do ZI można **również** zaliczyć **obiekty inżynierskie** (*hard infrastructure*), powszechnie zaliczane do tzw. twardej infrastruktury, jeżeli są budowane z poszanowaniem wytycznych środowiskowych. Koncepcja zintegrowana ZI powinna więc zawierać w sobie także wytyczne do projektowania 'zielonych' obiektów, wspierając procesy ekologiczne dzięki precyzyjnym wytycznym ideowym respektującym ekologię oraz metody naśladowania natury. Powinna jednocześnie akcentować 'zielone' podejście do rozwoju infrastruktury 'w ogóle', nie tylko zmniejszając skutki środowiskowe rozwoju lecz także dodając sens ekonomiczny w kontekście rozwoju tradycyjnego opartego na zasobach naturalnych i usługach ekosystemów (Beauchamp, Adamowski J. 2013).

Wspomniana (w rozdziale 1.3.) Alina Drapella-Hermansdorfer przytacza definicję ZI, która pojawiła się w raporcie Komisji Europejskiej z 2011 roku na podstawie 127 projektów zrealizowanych w krajach członkowskich UE, według której jest to *sieć naturalnych i seminaturalnych terenów, urządzeń oraz zagospodarowanych przestrzeni w miejskich i wiejskich obszarach lądowych, słodkowodnych, nadmorskich i morskich, które wspólnie wzmacniają ekosystemy i podnoszą ich odporność, przyczyniając się do ochrony różnorodności biologicznej oraz przysparzając korzyści ludziom poprzez utrzymanie i poprawę usług ekosystemowych*<sup>34</sup>. Drapella-Hermansdorfer poddaje następnie tę definicję krytyce twierdząc, że ma ona bardzo ogólny charakter, zatarto w niej różnice pomiędzy ZI a tradycyjnie rozumianą siecią ekologiczną<sup>35</sup> i jest w związku z tym raczej polem do dalszych poszukiwań badawczych. Sama wyróżnia natomiast trzy nurty w ujmowaniu zielonej infrastruktury:

1. *Opcja zielona*, w której płaszczyzną odniesienia są naturalne ekosystemy funkcjonujące z założenia bez ingerencji człowieka. W podejściu tym zaakceptowane zostały metody ich łączenia poprzez elementy sztucznie tworzone, jakościowo odmienne, jak zadrzewienia śródpolne, co znane jest już między innymi z działań Dezyderego Chłapowskiego w latach 1788-1879 oraz wcześniej wspomnianego

<sup>34</sup> S.Naumann, D. McKenna, K. Timo, P. Mav, R. Matt: Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission, 2011, DG Environment, Contract No. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic Institute and GHK Consulting (za Drapella-Hermansdorfer 2014)

<sup>35</sup> Sieć ekologiczna ma w polskiej praktyce planistycznej swoje odpowiedniki w koncepcjach ECO-NET Poland, czy wspomnianych wcześniej koncepcjach Systemu Przyrodniczego Miasta, Osnowy Ekologicznej miasta czy Systemu Zieleni Miejskiej.

Petera Josepha Lenné'go. W tym ujęciu ZI jest mozaikowym zespołem *quasi-naturalnych* terenów łączonych w celu wzmocnienia lub defragmentacji istniejącej sieci ekologicznej. Źródłem tego podejścia jest jej zdaniem osadzony w ekologii krajobrazu model płatów i korytarzy Formana (Dramstad et al. 1996; Forman, Richard T. T. 2014), wspierany silnie przez europejskie organizacje ochrony środowiska, a realizowany na przykład w programie Natura 2000. Wdrażanie koncepcji wspierane jest instrumentem finansowym Unii Europejskiej o nazwie LIFE+<sup>36</sup>.

2. *Opcja zielono-niebieska*, reprezentująca zdecydowanie bardziej inżynierski charakter, mimo że bazuje na naturalnych mechanizmach, to jednak sztucznie wykorzystywanych w z góry założonych celach. Będą to różne aspekty retencjonowania i oczyszczania wód, wykorzystania terenów zalewowych oraz prewencji przeciwpowodziowej. Źródło tego podejścia autorka widzi w siedemnastowiecznych Niderlandach, w których *pejzaż wodą pisany był silnie uzależniony od dzieł inżynierskich: mostów, jazów, przepustów, młynów, grobli*. Współcześnie wiąże ją z wielostronnymi *usługami ekosystemów*, świadczonych na rzecz środowiska społecznego i gospodarki, które zostaną bardziej szczegółowo opisane w dalszej części pracy. Jej zdaniem budowanie sieci ekologicznej w nawiązaniu do uwarunkowań hydrograficznych jest uzasadnione pod każdym względem, zarówno przyrodniczym, gospodarczym, jak i społecznym, a **lista usług ekosystemowych związanych z wodą jest niemal tożsama z listą usług ekosystemowych jako takich**.

3. *Opcja niebieska*, czyli infrastruktura zrównoważona, której źródeł zdaniem Drapelli-Hermansdorfer dopatrywać należy w USA, gdzie przymiotnik *green* – 'zielony' jest niejednokrotnie synonimem zrównoważenia. Powołując się na wspomnianą już wcześniej definicję EPA, odróżnia ona ZI od monofunkcyjnej kanalizacji deszczowej, odprowadzającej wodę opadową za pomocą systemu rur, gdyż ZI odmiennie zagospodarowuje wodę opadową w miejscu opadu wykorzystując roślinność i glebę oraz naturalne procesy w środowisku zbudowanym, łagodzi skutki powodzi, zarządza jakością powietrza, itp. W odróżnieniu od niejednoznacznych i nie do końca określonych poszukiwań europejskich, definicja EPA jest jej zdaniem w miarę jednoznaczna, chociaż szeroko interpretowana. Postawiono tutaj także znak

---

<sup>36</sup> LIFE – building up Europe's green infrastructure. Addressing connectivity and enhancing eco-system functions, European Commission. Environment Directorate-General, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2010 (za Drapella-Hermansdorfer 2014)

równości pomiędzy powierzchnią przepuszczalną dla wody a powierzchnią biologicznie czynną, podobnie zresztą jak w polskim ustawodawstwie. Niebieska opcja ZI ma zdaniem Drapelli-Hermansdorfer swoje odpowiedniki w wielu krajach poza USA i określana jest mianem *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), czyli projektowanie urbanistyczne zorientowane na wodę, które zostanie szerzej omówione w dalszej części pracy.

Drapella-Hermansdorfer przedstawia również własną definicję ZI, jej zdaniem adekwatną w warunkach polskiej strategii. ZI jest **spójnie kształtowaną i zarządzaną siecią terenów biologicznie czynnych** (wód powierzchniowych oraz terenów i powierzchni z nawierzchnią ziemną urządzoną w sposób zapewniający naturalną roślinność, z włączeniem tarasów, stropodachów, zieleni ulicznej itp.), która **pełni wielorakie funkcje przyrodnicze, gospodarcze i społeczne**, zapewniając jednocześnie **powiązania pomiędzy istniejącymi ekosystemami** oraz **przywracając naturalne warunki cyklu hydrologicznego** (infiltracja, retencja, ewapotranspiracja). Pełni ona istotną rolę w kompleksowym kształtowaniu krajobrazu, a jej **znaczenie jest równorzędne względem infrastruktury szarej** (technicznej i komunikacyjnej) **ze względu na wielostronność usług ekosystemowych**. Podsumowując trzy koncepcje ZI Drapella-Hermansdorfer stwierdza jednocześnie, że najbardziej odpowiednią opcją dla Polski jest opcja pośrednia, łącząca cele ochrony środowiska, z celami społecznymi, gospodarczymi i przestrzennymi. Jej zdaniem brak realizacji ZI nie jest powodowany niedostatkami istniejących przepisów, lecz raczej brakiem doświadczeń w koordynowaniu przedsięwzięć publiczno-prywatnych oraz pozyskiwaniu środków dla programów sektorowych (Drapella-Hermansdorfer 2014).

Ian C. Mell podsumowując definicje ZI w swojej pracy doktorskiej zaproponował definicję, w której ZI to *odporne i wytrzymałe krajobrazy, wspierające interesy ekologiczne, ekonomiczne oraz społeczne poprzez utrzymywanie integralności, spójności i łączności krajobrazów, podnosząc jednocześnie jakość życia organizmów żywych, jakość środowiska i przestrzeni, w obrębie różnorodnych granic krajobrazowych (resilient landscapes that support ecological, economic, and human interests by maintaining the integrity of, and promoting landscape connectivity, whilst enhancing the quality of life, place and the environment across different landscape boundaries)* (Mell 2008).

**Rys.11. Zasady, funkcje i aspekty Zielonej Infrastruktury według różnych autorów:**

	DOS TĘ- PNO ŚĆ	S I E Ć	WIELODYSZY- -PLINARNY CHARAKTER	WIELO- FUNKCYJNOŚĆ	WIELE KORZYŚCI	PLANO- WANIE	S K A L A	EKOLOGIA (SUSTAINABILITY)	WODY OPADOWE
Conn		+				+		+	
Konijnendijk		+		+	+				
Turner		+			+			+	+/-
Selman		+						+	
Weber		+				+		+	
Williamson		+		+		+		+	
Benedict & McMahon	+	+		+	+	+	+	+	
Dapella-Hermansdorfer		+		+		+	+	+	+
Mell	+	+	+	+		+	+	+	
Beauchamp & Adamowski		+		+	+	+		+	+
IEEP	+	+		+				+	
Kambites & Owen		+		+		+	+	+	+
Landscape Institute		+		+	+			+	+
Austin	+	+		+		+	+	+	+
Rouse & Bunster-Ossa	+	+	+	+	+		+		+
CABE	+	+		+			+	+	+
TCPA		+	+			+			
Davies et. Al.		+		+		+			
Weber		+	+			+			
EPA		+		+	+			+	+
ODPM				+	+	+		+	

Źródło: opracowanie własne: J.Rayss

Jedni autorzy twierdzą, że ZI, zwana czasem także infrastrukturą krajobrazową, zawiera w sobie zielone, błękitne i architektoniczne (techniczne i kubaturowe) elementy krajobrazu i powinna być postrzegana jako zjawisko wspierające cyrkulację obiektów i energii w przestrzeni. Inni, jak np. Böheme, twierdzą, że różnorodne pojęcia jak *ekologiczny, krajobraz, zieleń*, mogą być postrzegane jako semantyczne metafory podkreślające i pobudzające przepływ energii, wody, surowców i ludzi poprzez system i w jego ramach. W rzeczywistości stosowanie różnych określeń dla ZI i jej elementów niekoniecznie umniejsza **podstawowe jej znaczenie: łączność, dostępność i strategicznie połączony system** - sieć wewnętrznych połączeń, które budują ideę ZI. Zintegrowane podejście do krajobrazu i zarządzania nim, wydaje się być logiczną konsekwencją wdrażania idei ZI. Podsumowując zasady, funkcje i aspekty ZI według różnych autorów, ukazane w tabeli na rys. 11., zauważalne staje się, że praktycznie w każdym przypadku podkreślany jest sieciowy charakter ZI. Zdecydowana większość autorów kładzie nacisk na jej wielofunkcyjny charakter oraz wymiar ekologiczny. Część uwzględnia ZI jako przedmiot planowania. Znaczna liczba autorów uwzględnia także wody opadowe jako istotny element kształtowania ZI.

Jednak żaden z autorów nie wskazuje możliwości wykorzystania zintegrowanych systemów zarządzania i zagospodarowywania wodami opadowymi do budowania kompleksowej sieci ZI w mieście. Dostępność, wielofunkcyjność oraz różnorodna skala zastosowania także nie ma większego znaczenia dla przeważającej liczby autorów. Analizując jednak definicje i zasady ZI ukazane w rozdziale, uwidacznia się jej **potencjał do kreacji nowych, wielofunkcyjnych elementów, tworzonych z zamierzeniem włączania w sieć ZI.** Elementy te **stanowią mogą wielofunkcyjne, dostępne** dla mieszkańców **przestrzenie miasta**, tworzone w **różnej skali** tak, aby nadać im także **walor ekologiczny**, co możliwe jest przy zapewnieniu **wielodyscyplinarnego zespołu projektantów** zaangażowanych w ten proces.

#### 2.4. Zielona Infrastruktura a współczesne koncepcje rozwoju miast.

Cele pracy wymagają omówienia roli jaką ZI może odegrać w kontekście współczesnych koncepcji planistycznych, czemu poświęcony jest niniejszy podrozdział. Według Krystyny Solarek, dokonującej w swojej publikacji *Współczesne koncepcje rozwoju miasta* przeglądu i podsumowania koncepcji urbanistycznych, współczesna urbanistyka boryka się dziś z wieloma problemami, z których szczególnie niepokojącym zjawiskiem jest **rozpad miast**, rozumiany jako żywiolowo **postępujący proces dezintegracji przestrzennej** – niekontrolowany rozwój przedmieść oraz powiązana z nim degradacja śródmieść i szereg innych zjawisk temu towarzyszących. Jej zdaniem liczne negatywne zjawiska, jakie zaszły w miastach w ciągu ostatnich kilkadziesiąt lat, są wynikiem realizacji koncepcji, które miały służyć ich naprawie. W swojej analizie koncentruje się ona na dwóch, wcześniej już w tej pracy wspomnianych, a jej zdaniem najszerzej oddziałujących ideach: Koncepcji Miast – Ogrodów oraz Karcie Ateńskiej.

Koncepcja Miasta – Ogródu, zdaniem Solarek, wywołała lawinę rozmaitych konsekwencji. Według niej, dla miejskiej dezintegracji najważniejszą, jest budowanie nowych jednostek osadniczych poza istniejącymi miastami. Twierdzi ona, że o ile zgodnie z modelem Howard 'a budowane byłyby pełne struktury miejskie, wizję tę można by uznać jako pierwowzór koncepcji rozwoju policentrycznego. Niestety trudno znaleźć takie przykłady (Solarek 2011). Gzell stawia tezę, że to w pracy Howarda narodziła się współczesna wersja społecznego udziału w budowie miasta

(Gzell 2013). Tą 'idealną' koncepcję realizowano jednak najczęściej szczątkowo, traktując ją zaledwie jako inspirację dla określenia formy zagospodarowania osiedli mieszkaniowych, nie uwzględniając najważniejszych zasad, jak np. tworzenie przestrzeni publicznych i podstawowych usług sprzyjających powstawaniu zintegrowanych społeczności lokalnych, proporcji terenów o różnym przeznaczeniu, wielkość nowych jednostek osadniczych, itp.

Powstanie Karty Ateńskiej, która przez Piotra Lorensa i Mieczysława Kochanowskiego, została określona jako pierwsza i jedyna pełna propozycja doktryny urbanistycznej – modernizmu (Lorens 2009; Kochanowski 2013), zawierającej wyraźne wskazówki co do kształtowania formy przestrzeni. Wdrażanie Karty skutkowało poważnymi przeobrażeniami struktur urbanistycznych. To, co zdaniem Solarek najmocniej wpłynęło na struktury miejskie, wiązało się ze wskazywaną w Karcie koniecznością odejścia od tradycyjnej formy miasta i **podziale na wyraźne strefy funkcjonalne** oraz **rozluźnienie zabudowy**. Przeobrażenie struktury pogłębiała zasada **izolowania za pomocą terenów zieleni** wszystkich **funkcji konfliktowych**, a także **kontrastowanie nowych elementów** zabudowy miejskiej do struktury zastanej i **do krajobrazu naturalnego**. Zdaniem Kochanowskiego, podstawą sukcesu modernizmu, który zdominował przecież całą niemal urbanistykę XX wieku, było doskonałe osadzenie go w realiach czasu jego powstawania, w jego radykalnej krytyce XIX-wiecznego miasta przemysłowego z jego nędzą społeczną, techniczną, estetyczną i w potrzebach oraz aspiracjach kształtującego się po pierwszej wojnie światowej nowoczesnego społeczeństwa, które nie mogło już akceptować swojego środowiska przestrzennego. Jednocześnie jest to pierwsze w historii podzielenie miasta, rozbicie jego tradycyjnej jedności, a właściwie podważenie samej idei miasta. Według Kochanowskiego symptomatycznym jest fakt, że moderniści niechętnie używają słowa *miasto* posługując się raczej takimi określeniami jak *struktura funkcjonalno-przestrzenna*, *jednostka*, *układ*, itp. (Kochanowski 2013). Skutkami wdrażania Karty były m.in. anonimowość przestrzeni miejskich, zanik związków sąsiedzkich, wywołanie wzmożonych przemieszczeń ludności, zajmowanie coraz większych terenów pod zabudowę, czyli rozpraszanie i rozlewanie się miast. **Zaletą** była natomiast tendencja do **traktowania zieleni jako elementu poprawiającego warunki życia** w mieście, jednak traktując ją **dość powierzchownie**, raczej w kategoriach estetycznych, niż ekosystemowych, bez wykorzystania wielofunkcyjnego potencjału jaki stoi za



współczesną koncepcją ZI. Zatrącenie ludzkiej skali w projektowaniu, ekspansja miast i jednoczesna degradacja ich śródmieść doprowadziły do końca fascynacji funkcjonalizmem i modernizmem. Zdaniem Kochanowskiego o krytyce i odrzuceniu modernizmu zdecydowały przyczyny obiektywne: jego nieewolucyjność i swoisty dogmatyzm oraz deformacje założeń modernistycznych dokonywane w praktyce realizacyjnej, które opinia publiczna zapisywała na rachunek doktryny (Kochanowski 2013). Powszechna krytyka kierunków urbanizacyjnych na świecie nasiliła się już na początku lat 60' XX wieku<sup>37</sup>, a krytyka koncepcji stała się początkiem epoki współczesnego planowania (Solarek 2011). Zdaniem Michała Stangla w tym właśnie okresie należy doszukiwać się źródeł współcześnie rozwijanej i promowanej koncepcji **miasta zwartego** (ang. *compact city*), określanego też jako *miasto krótkich odległości* (*city of short distances*). Koncepcja ta powstała jako alternatywa dla rozpraszania zabudowy. Określenie *compact city* wprowadzili w 1973 r. dwaj matematycy George Dantzig i Thomas Saaty, poszukujący modelu bardziej **wydajnego wykorzystania zasobów** w stosunku do rozlewających się przedmieść (Stangel 2013).

W USA krytyka modernizmu znalazła wyraz w ruchu tzw. **Nowego Urbanizmu** (**NU, *New Urbanism***), który rozpropagowali w latach 80-tych XX wieku architekci: Elizabeth Plater-Zyberk i Andreas Duany. Kochanowski opisując NU zauważa, że promuje on jako swój wzorzec - dawne miasteczko istniejące bardziej w nostalgicznych wyobrażeniach niż w rzeczywistości. Charakteryzuje się ono tradycyjną, klasycyzującą siatką ulic i niewysoką zabudową mieszkaniową nasyconą różnymi formami architektonicznymi. Całość wyposażona jest jednak we wszelkie nowoczesne rozwiązania techniczne. Zdaniem Lorensa i Martyniuk-Pęczek, NU oznacza nie tylko odkrycie na nowo tradycji planistycznej i architektonicznej z przełomu XIX i XX wieku, lecz także wiąże się z określonymi, promowanymi przez jego zwolenników, zasadami budowy miast stawiając jednocześnie na organizację społeczności lokalnych. Ruch *New Urbanism* stawia sobie, według nich za cel rewitalizację przedmieść (w szczególności tych będących wynikiem rozwoju niekontrolowanej suburbanizacji) i miast poprzez odpowiednie, nowatorskie (a właściwie *nowo-stare*), podejście do projektowania urbanistycznego, związane z *kształtowaniem dobrej struktury miejskiej*. Czyni to przy założeniu, że stworzenie i

<sup>37</sup> kiedy to ukazały się istotne opracowania, będące podstawą dyskusji o przyszłości miast, jak *The image of the city* (1960) i *A Theory of Good City Form*, Kevina Lynch'a, *Death and Life of Great American Cities* (1961) Jane Jacobs, *Life Between Buildings* (1971) Jana Gehl'a, *A pattern language: Towns, Buildings, Construction* (1977) Christophera Alexandra czy *The Language of Post-Modern Architecture* (1984) Charlesa Jencks'a

wprowadzenie w życie zestawu określonych zasad projektowych przyczyni się do likwidacji większości problemów trapiących obecnie struktury miejskie (Lorens, Martyniuk-Pęczek 2013). Według Kochanowskiego NU pozostaje w szczególnych relacjach z modernizmem, gdyż wprawdzie w deklaracjach programowych krytykuje go, jednak jego cechy i zasady są albo przejęte po modernizmie, albo są przeciwieństwem swoich modernistycznych odpowiedników. Przejmuje społeczną retorykę modernizmu, adresując ją do zamożniejszej klienteli (Kochanowski 2013). NU proponuje także, według Lorensa i Martyniuk-Pęczek, powrót do wielu typów zabudowy, gdzie szczególne znaczenie ma, wcześniej wspomniana, idea miasta-ogrodu. Ich zdaniem istnieje więź pomiędzy pierwszymi realizacjami *Hampstead Garden Suburb*, *Letchworth Garden City* etc. a sztanदारowymi realizacjami NU, jakimi są *Seaside* i *Poundbury*. Lorens i Martyniuk-Pęczek stwierdzają także, że z uwagi na szczególne zainteresowanie problematyką kształtowania struktur przedmiejskich, 'nowi urbaniści' powinni być raczej nazywani 'nowymi suburbanistami', a cały ruch *New Sub-Urbanism*, w związku ze **skutecznym wykorzystywaniem zasad NU przy kształtowaniu struktur mieszkaniowych budowanych od zera**, w sytuacji kiedy próby przeniesienia ich do procesów **restrukturyzacji centrów miast nie przynoszą większych efektów** (Lorens, Martyniuk-Pęczek 2013). Solarek zauważa, że początkowo ruch NU opisywany był w literaturze jako **Postmodernizm** lub **Kontekstualizm**, propagujący historyzujące formy zabudowy, odwołując się do tradycji neoklasycznego planowania miejskiego, czego przykładem mogą być liczne projekty jednego z propagatorów NU Leona Krier'a. Formalny zapis priorytetów NU znajduje się w *Karcie Programowej Nowego Urbanizmu*, przyjętej w 1996 roku podczas IV Kongresu Nowego Urbanizmu, która opublikowana została oficjalnie w 2001 roku, a przetłumaczona i wydana w Polsce w roku 2005 pod nazwą *Karta Nowej Urbanistyki* (KNU) (Choynowski, Mycielski 2005; III Kongres Urbanistyki Polskiej Poznań, 6 września 2009). Twórcy KNU opowiadają się za **rewaloryzacją istniejących centrów miejskich** oraz samych miast w spójnych regionach metropolitalnych, za **przekształceniem rozproszonej zabudowy podmiejskiej we wspólnoty sąsiedzkie** tworzące różnorodne dzielnice, za **ochroną środowiska naturalnego** oraz zastanego **dziejstwa kulturowego**. Uznają, że rozwiązania przestrzenne same w sobie nie rozstrzygną problemów społecznych i ekonomicznych, jednak wyznaczać powinny spójne i wspomagających je ramy. Postulują także restrukturyzację polityki społecznej i praktyk rozwojowych



tak, aby różnicować dzielnice pod względem pełnionych funkcji oraz grup mieszkańców, a wspólnoty te projektować z myślą o pieszych, transporcie publicznym i ruchu samochodowym, gdzie elementem kształującym miasta są obszary publiczne i instytucje wspólnotowe wyraźnie przestrzennie określone i powszechnie dostępne. Przestrzenie miejskie powinny być kształtowane przez **projektowanie architektoniczne i krajobrazowe eksponujące lokalną historię, klimat, ekologię oraz tradycję budowlaną** (Choynowski, Mycielski 2005), co jest zasadniczo zbieżne z zasadami tworzenia ZI miasta.

Równoległe z obywatelskim ruchem NU, zapoczątkowanym przez architektów, a później promowanym przez naukowców i projektantów, Europejska Rada Urbanistów (ERU) przyjęła w maju 1998 r. na międzynarodowej konferencji w Atenach *Nową Kartę Ateńską*, aktualizowaną co 4 lata, przetłumaczoną na język polski w roku 2003. Karta ta, w przeciwieństwie do swojego pierwowzoru, nie postuluje nowych, rewolucyjnych (ani żadnych innych) wzorców urbanistycznych, lecz ideę **Miasta Spójnego**. Nowa Karta i jej aktualizacje ogniskują się na mieszkańcach i użytkownikach miast oraz ich potrzebach w szybko zmieniającym się świecie. Promuje ona wizję **miasta spójnego** w czasie, zachowując jego *ciągłość historyczną* a także **spójnego społecznie, ekonomicznie i środowiskowo**. Według Nowej Karty Ateńskiej urbaniści mają między innymi chronić i wzbogacać ulice, place i bulwary, prowadzić do rehabilitacji zdegradowanych fragmentów tkanki miasta, tworzyć unikalny krajobraz miejski, wyrażający jego *genius loci*, **chronić wszystkie znaczące elementy przyrody i dziedzictwa kulturowego oraz sieci terenów otwartych** (European Council of Town Planners (ECTP) 2003), co jest zgodne z wcześniej przytoczonymi zasadami ZI.

Zdaniem Kochanowskiego współcześnie, przy braku doktryny *stricte* urbanistycznej, tzn. zawierającej zbiór zasad określających strukturę i formę zagospodarowywanych przestrzeni oraz służące temu środki, mamy dwie inne doktryny, pośrednio na nie oddziaływujące: **filozofię zrównoważonego rozwoju** oraz, wywiedzioną z ekonomii i gospodarki wolnorynkowej, **doktrynę liberalną**. Jego zdaniem, w odróżnieniu od doktryny modernistycznej, która czerpiąc obficie z dorobku nauk społecznych wypowiadała się przecież bezpośrednio w problematyce budowy miast, dwie wyżej wymienione należą do innych sfer problemowych, na sferę budowy miast oddziałując pośrednio (Kochanowski 2013). Pośrednio oddziałują także na koncepcje związane z kształtowaniem zieleni, w tym koncepcję ZI. Nina

Juzwa i Adami Gil twierdzą, że współczesne wyobrażenia o mieście, w którym *chcielibyśmy żyć* mieszczą się pomiędzy idyllicznymi, 'ekologicznymi' miastami-ogrodami Howarda z jednej strony, a technologiczną, technokratyczną megastruktura bliską idei prezentowanej przez futurystów i idealistów pierwszych lat XX wieku. Pomędzy tymi skrajnościami sytuuje się idea miasta zrównoważonego, która nadal leży w sferze politycznych i planistycznych idei i dążeń (Juzwa, Gil 2013). Podobnego zdania jest Michał Stangel, który w swoim przeglądzie współczesnych nurtów urbanistycznych, zawartym w pracy *Kształtowanie współczesnych obszarów miejskich w kontekście zrównoważonego rozwoju* wyraża pogląd, że to współczesny paradygmat rozwoju cywilizacyjnego, czyli **właśnie rozwój zrównoważony, staje się istotnym elementem nowego paradygmatu i nowej doktryny urbanistycznej**. Według badań Stangla, w literaturze anglojęzycznej pojawiło się wiele określeń, takich jak: *sustainable urbanism, ecological urbanism, green urbanism, eco-urbanism*, których polskie tłumaczenia – *zrównoważona urbanistyka, ekologiczna urbanistyka, zielona urbanistyka* czy odpowiednio *urbanizm* – mogą być nieostre i dyskusyjne. Istotą rozwoju zrównoważonego jest **racjonalne wykorzystanie zasobów i maksymalizacja korzyści społecznych, ekonomicznych i środowiskowych z działalności ludzkiej**. Rozwój taki w ujęciu urbanistycznym, dotyczy sposobów kształtowania formy przestrzennej nowych obszarów zabudowy, w sposób **maksymalizujący potencjał miejsca** i dający wartość dodaną pod względem społecznym, ekonomicznym i środowiskowym. Tak sformułowana doktryna urbanistyczna staje się klamrą łączącą architekturę, planowanie i projektowanie urbanistyczne, które w większym stopniu odnosi się do problematyki zrównoważonego rozwoju, prężności ekonomicznej, zdrowia i bezpieczeństwa publicznego, ekosystemów, zarządzania zasobami naturalnymi, zielonego, ekologicznego budownictwa, energooszczędności, dostępności i mobilności, a także proekologicznego rozwoju ekonomicznego. Z tego ujęcia wynika **holistyczne podejście do problematyki rozwoju miast** w trzech skalach: policentrycznej struktury regionów metropolii i miast, tkanki miejskiej i sieci komunikacyjnej dzielnic, sąsiedztw oraz mikroskali: kwartału, budynków, pierzei i przestrzeni publicznej. Zdaniem Gzella, holistyczne podejście jako podstawa tworzenia modelu idealnego miasta XXI wieku wynika z holistycznej natury samego terminu *rozwój zrównoważony*. Przy czym w jego opinii nie ma znaczenia czy w stosunku do otaczającego świata zajmujemy pozycję antropocentryczną, czy ekocentryczną

(Gzell 2013). Według Stangla, wspomniany wcześniej **model miasta zwarteo** uznawany jest powszechnie za zgodny z zasadą zrównoważonego rozwoju – zarówno w teorii urbanistyki (Stangel 2013, za m.in. Jenks i in., 1996; Burton, 2000; Dempsey, 2010 i in.), jak i w dokumentach strategicznych, dotyczących rozwoju miast (m.in. w polityce miejskiej promowanej w Unii Europejskiej). W ten sposób, w odniesieniu do formy miasta, koncepcja zrównoważonego rozwoju oznacza powrót do wartości tradycyjnej zwartej tkanki miejskiej. Dzieje się to w opozycji do miasta modernistycznego, którego funkcjonowanie opiera się na indywidualnej motoryzacji, złożonego, w uproszczeniu, z wolno stojących obiektów i rozlewających się przedmieść. Natomiast zwarta tkanka kształtowanej zabudowy miasta zrównoważonego, wraz z przemieszaniem funkcji, przynosi nie tylko efekty ekonomiczne w postaci zmniejszenia zużycia energii, lecz także korzyści społeczne, jak wzrost bezpieczeństwa na ulicy, stymulowanie relacji społecznych, itp. Stangel, podobnie jak wcześniej wspomniani Böhme i Drapella-Hermansdorfer, zauważa, że **współczesne miasto stało się naturalnym środowiskiem życia człowieka**. Model *zrównoważonej urbanizacji*, wyrażony m.in. w politykach miejskich Unii Europejskiej, postuluje **racjonalny rozwój terenów zurbanizowanych z poszanowaniem terenów cennych przyrodniczo**, na podstawie dostępności transportem publicznym, postulując przekształcenia terenów zdegradowanych na nowe funkcje, uzupełnianie luk w istniejącej zabudowie i kontynuowanie obszarów zabudowanych przyległych do istniejącej zabudowy. Zrównoważone miasto to takie, które umożliwia zrównoważony styl życia mieszkańców i optymalne wybory w różnych aspektach życia. Zdaniem Stangla, zrównoważony model funkcjonowania w mieście nie polega na rewolucji czy narzucaniu ludziom jednego modelu życia, ale na tworzeniu wyboru różnych opcji i warunków do wybierania opcji bardziej wygodnych, racjonalnych, dopasowanych do potrzeb i możliwości, a przez to proekologicznych. W odniesieniu do rozwoju nowych struktur osiedleńczych, postulaty zrównoważonej urbanistyki nawiązują do tradycji gęstej, kwartałowej zabudowy, charakterystycznej dla śródmieść miast europejskich, co oznacza kształtowanie gęstej, zwartej struktury zabudowy z przemieszaniem funkcji mieszkalnych i usługowych, z dobrym dostępem do infrastruktury, zieleni publicznej oraz umożliwiającej wygodne poruszanie się pieszo, rowerem czy komunikacją zbiorową. Nowe zespoły zabudowy powstawać natomiast powinny w ramach dogęszczania istniejących struktur oraz jako w miarę niezależne, samowystarczalne, wielofunkcyjne zespoły, gdzie można realizować

wiele potrzeb życiowych lokalnie. Dlatego szeroko rozpowszechnioną implikacją zastosowania idei zrównoważonego rozwoju do przestrzeni miejskiej jest, według Stangla, właśnie koncepcja **miasta zwartego**. Odnosząc w ten sposób założenia miasta zwartego do koncepcji ZI szczególnie cennymi cechami elementów ZI jest ich wielofunkcyjność i dostępność, a także możliwa różnorodna skala wdrażania. Dzięki temu zwarta struktura miasta, dzięki zastosowaniu ZI, wzbogacona zostać może w obiekty zaspakajające jednocześnie zarówno potrzeby czysto funkcjonalne (np. komunikacyjne, parkingowe), jak i społeczne (integracja, rekreacja, walory estetyczne) oraz ekologiczne zapewniając tym samym zgodność miasta zwartego z paradygmatem rozwoju zrównoważonego. Zarówno **Miasto Zwarte**, jak i zbliżona koncepcja *Miasta Oszczędnego*, to koncepcje będące pochodną koncepcji **Ekopolis**, czyli **miasta - ekosystemu**, stworzonej przez zespół holenderskich naukowców i praktyków (Tjallingii 1995), a opisywanej także przez Barbarę Szulczewską. *Ekopolis* wywodzi się z teorii ekosystemu, uwzględniającej cztery zasadnicze mechanizmy jego funkcjonowania:

- zasilanie w materię i energię,
- eksport materii,
- zdolność utrzymywania odporności na czynniki zewnętrzne
- zdolność kumulowania energii i materii.

Według strategii *Ekopolis* rozwiązywanie zewnętrznych i wewnętrznych problemów miasta koncentruje się na świadomym sterowaniu przepływami (strumieniami) materii i energii (Szulczewska 2002). Koncepcja *miasta zwartego* ma zatem, zdaniem Solarek, swoje odbicie w głównym nurcie idei NU, wspierane przez teorię ekosystemu i wizję *Ekopolis*. Solarek twierdzi również, że promowanie idei miasta zwartego wydaje się być szczególnie uzasadnione w Polsce, gdzie niezwykle ważne staje się powstrzymanie bądź odpowiednie ukierunkowanie wielu jednocześnie toczących się negatywnych procesów, jak rozlewanie się zabudowy w strefach podmiejskich, degradacja licznych opuszczonych terenów, nieczytelność przestrzeni publicznych, zanikanie wyrazistych struktur miejskich, przy jednoczesnym zaniku więzi sąsiedzkich i aktywności obywatelskich (Solarek 2011). Postulat ten wydaje się rozwiązaniem logicznym, również z perspektywy ZI (co opisano powyżej). Jednak polskie miasta w dużym stopniu charakteryzują się niedostatkiem terenów zieleni, zarówno w wymiarze ilościowym jak i jakościowym. Realizując koncepcję *miasta zwartego* trudno wyobrazić sobie radykalne zwiększanie obszarowe terenów

zieleni. Należałoby się raczej skoncentrować na zwiększaniu ich jakości, zarówno w wymiarze czysto ekologicznym, jak i przez wprowadzanie dodatkowych funkcji np. rekreacyjnych. Równolegle można także zwiększać ilości funkcji terenów publicznych o funkcje ekologiczne i ekosystemowe oraz łączeniu ich w celu uzyskania funkcjonalnego systemu, do czego narzędzi dostarcza koncepcja ZI.

Szulczewska zestawia i kontrastuje koncepcję *miasta zwarteo* z koncepcją **miasta zielonego**. Według niej jest to drugi nurt w tworzeniu teoretycznych podstaw planowania rozwoju miasta, w którym ma zastosowanie teoria ekosystemu. Ma ona jednocześnie wiele wspólnego z koncepcją rozwoju rozproszonego osadnictwa, zatopionego w zieleni i miast okresu modernizmu, których założenia wyrażały się w idei strefowania i rozdzielania poszczególnych stref systemowo zaprojektowanymi terenami zieleni. Uwaga koncentruje się w tej koncepcji przede wszystkim na odpowiedniej relacji pomiędzy terenami zabudowanymi i tymi, które pełnią funkcje przyrodnicze. Istotne jest **bogate wyposażenie miasta w tereny biologicznie czynne** i kształtowanie rozbudowanych systemów terenów otwartych. Samo **miasto** jest rozpatrywane jako **mozaika ekosystemów** tworzących hierarchicznie zorganizowane układy ekologiczne, a cechą jest ekologiczna charakterystyka przestrzeni miasta. Ma to przełożenie na stosowanie w konkretnych opracowaniach planistycznych terminów i pojęć jak: *system przyrodniczy miasta*, *system ekologiczny miasta*, *sieć ekologiczna*, *osnowa ekologiczna*, a także, zdaniem Szulczewskiej, *zielona infrastruktura*. W ten sposób Szulczewska sytuuje koncepcję ZI odnosząc ją do modernistycznej koncepcji *miasta zielonego* (kontrastującej w założeniach z późniejszą koncepcją *miasta zwarteo*). Jej zdaniem zaletą koncepcji *miasta zielonego* jest nie tylko korzystny wpływ na funkcjonowanie przyrody, ale znaczenie, jakie ma ona w tworzeniu warunków życia mieszkańców metropolii (Szulczewska 2002; Szulczewska, Kaliszuk Ewa 2005). Warto zadać sobie pytanie, w jaki sposób przełożyć osiągnięcia modernizmu z zakresu ekologii na współczesne koncepcje rozwoju miast, gdyż obserwując i podsumowując współczesny stan badań w tym temacie, to właśnie modernistyczne podejście dominuje w polskiej literaturze poświęconej *systemom zieleni* miast<sup>38</sup>. Mimo to Jacek Sołtys, podobnie jak Andrzejewski, Przewoźniak i Baranowski, obserwuje we współczesnym planowaniu przestrzennym i gospodarowaniu przestrzenią niedostatek ochrony środowiska.

---

<sup>38</sup> Co omówione zostało w rozdziale 2.3.

Obrazem tego jest **nieprzestrzeganie** od dawna obecnych w literaturze przedmiotu **zasad jak:**

- **ciągłość** ekosystemów w czasie i przestrzeni;
- **różnorodność** nisz ekologicznych i adekwatności między warunkami abiotycznymi a tworzonymi systemami ekologicznymi;
- **zwartość** obszarów chronionych i stopniowanie ich poziomu ochrony;
- pierwszeństwo **racjonalizacji** wykorzystania już zainwestowanych przestrzeni przez ekspansję terytorialną;
- **minimalizacja konfliktów** wywołujących negatywne skutki środowiskowe;
- zmniejszenie potrzeb przewozowych, przez **wielofunkcyjność** obszarów i łączenie funkcji komplementarnych;
- ustalanie kierunków rozwoju zainwestowania, z **uwzględnieniem** ich **konsekwencji** dla obszarów już zainwestowanych;
- **dostosowanie obciążeń** środowiska przyrodniczego **do** jego naturalnej **odporności**;
- objęcie **ochroną** prawną najbardziej **wartościowych struktur** przyrodniczych;
- **nieprzekraczanie progu odnawialności** zasobów odnawialnych i minimalizowanie zużycia zasobów nieodnawialnych (Sołtys 2007; Andrzejewski; Baranowski 2001; Przewoźniak 2001; Sołtys 2010).

Pomimo powszechnej znajomości ww. zasad, Sołtys zauważa liczne ich naruszanie, w szczególności przez ingerencję w ekosystemy o wysokich wartościach, ważnych ze względu na pełnioną funkcję osnowy ekologicznej, ingerencję w funkcjonowanie bądź całkowite przerwanie korytarzy ekologicznych, osłabianie ekosystemów przez zmiany lub intensyfikację zagospodarowania lub użytkowania, zaburzenie stosunków wodnych itp. Jego zdaniem, najpoważniejsze ingerencje powoduje przede wszystkim rozbudowa systemów transportowych. Oprócz tego zauważa się wiele wadliwych lokalizacji zainwestowania, w tym zabudowę lotniskową, rozpraszanie osadnictwa wiejskiego, szczególnie w strefach podmiejskich. Szukając przyczyn tych zjawisk, Sołtys wymienia następujące, jego zdaniem obiektywne, cechy systemów przestrzennych:

- ograniczoność przestrzeni,
- różnorodność interesów i hierarchii wartości,
- konfliktogenność struktur przestrzennych,



- niedoskonałość rynku, jako regulatora, w tym brak reprezentantów interesów przyszłych pokoleń (Sołtys 2011).

Oprócz obiektywnych cech przestrzennych, będących źródłem problemów z niedostateczną ochroną, Sołtys zauważa także:

- nadmiernie liberalne postawy władz gmin,
- wady i luki systemu prawnego w zakresie gospodarki przestrzennej i ochrony środowiska,
- wady merytoryczne planów i nierespektowanie uwarunkowań przyrodniczych i kulturowych,
- bezsilność planistów wobec nacisków, przez słabość argumentacji wynikającą często z niedostatecznej świadomości wartości przyrodniczych i prośrodowiskowych zasad gospodarki przestrzennej, zarówno planistów jak i mieszkańców, których tworzone plany dotyczą (Sołtys 2010, 2011).

Podsumowując swoje poszukiwania rozwiązań wyżej wymienionych problemów Sołtys uważa, że dobre prawo powinno być narzędziem pomocniczym, a głównym motywem racje merytoryczne, świadomość, wartości i przekonania, co wymaga długiego procesu edukacyjnego. Za wieloma rozwiązaniami proekologicznymi, stają także jego zdaniem, argumenty ekonomiczne i społeczne, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Zauważa także, że pożądana jest pełniejsza integracja planowania rozwoju strategicznego i planowania przestrzennego, poprzez między innymi wdrażanie metod planowania strategicznego. Najważniejsze znaczenie w poprawie sytuacji mają tu jego zdaniem:

- **oparcie na systemie** celów bazujących na **wartościach**, ich **systemie hierarchii** i zależnościach między nimi;
- traktowanie **specyfiki zasobów przyrodniczych regionu** jako atutu i ich wykorzystywanie w sposób zachowujący ich trwałość;
- uwzględnianie **obiektywnych procesów i zmienności** otoczenia w diagnozowaniu, prognozowaniu i formułowaniu sposobów działania;
- wzbogacenie planowania struktury przestrzennej o **ujęcia dynamiczne**;
- **szerokie wariantowanie i prognozowanie**, na przykład przy użyciu scenariuszy, wielorakich skutków poszczególnych wariantów i ich kompleksowa ocena.
- **ujęcie systemowe**, ułatwiające uwzględnianie rozległych zależności, nie tylko na poziomie strategicznym ;



- **uspołecznienie planowania przestrzennego**, uwzględniające uprzednie uproszenie treści planów, ich syntezę, uwypuklenie tego co wymaga ocen, dyskusji, rozstrzygnięć, co jest ułatwione przy integracji planowania przestrzennego ze strategicznym (Sołtys op. 2009, 2007).

Zdaniem autorki niniejszej dysertacji, zastosowanie strategii ZI jako narzędzia planistycznego umożliwi uwzględnienie wszystkich powyższych postulatów.

Oprócz wyżej omawianych dróg, którymi może podążać współczesny rozwój miast: **Miasta Zwartego** i **Miasta Zielonego**, istnieją także poglądy odmienne, bądź uzupełniające obie koncepcje. Spotkać się można z poglądem, że niezależnie od przyjmowanych doktryn formalnych, najcenniejsze jest zarysowanie się **Trzeciej Drogi** w rozwoju urbanistyki i stopniowe wdrażanie coraz lepszych rozwiązań przyjaznych środowisku (Solarek 2011; Szulczewska 2002). Z jednej strony obserwuje się, opisane przez Lorensa i Martyniuk-Pęczek, nurty klasycyzujące, których celem jest nie tylko poprawa wizualna przestrzeni (w tym jej „estetyzacja”), ale przede wszystkim polepszenie warunków życia mieszkańców miast, gdzie nie chodzi jedynie o wygląd zewnętrzny poszczególnych układów czy założeń, ale o hierarchiczne usytuowanie układu struktury, w tym przestrzeni publicznych i budowli. W konsekwencji, **celem nadrzędnym** jest tu **tworzenie uporządkowanego systemu przestrzennego oraz układu kompozycyjnego**, prowadzące do nadania właściwej rangi poszczególnym elementom programu miejskiego. W ramach takiego systemu, poszczególnym przestrzeniom miejskim przypisywane jest określone znaczenie, co z kolei przyczynia się do ułatwienia orientacji w przestrzeni, zdolności jej odczytania i w konsekwencji do sprawnego w niej poruszania się (Lorens, Martyniuk-Pęczek 2013). Z drugiej strony, w projektowaniu urbanistycznym (i architektonicznym) szerzej i dosłowniej zaczynają być stosowane zasady ekofilozofii, zakładające konieczność równowagi między elementami biotycznymi i abiotycznymi. Zdaniem Solarek urbanistyka oparta na ekologii, każdy element struktury zurbanizowanej (jak miasto, zespół zabudowy, czy budynek) traktuje jak organizm, współistniejący ze swoim naturalnym otoczeniem (Solarek 2011). Tak rozumiane miasta ekologiczne, zdaniem Juzwy i Gila, sprzyjają ograniczeniu zapotrzebowania na zasoby, zapewniają zdrowsze środowisko życia człowieka oraz minimalizują negatywny wpływ na ekosystemy. W szczególności:

- są **zwarte** i jednocześnie **różnorodne** – zróżnicowane funkcjonalnie;
- bazują na **odnawialnych** źródłach energii (wodnej, wiatrowej, słonecznej);

- **ograniczają zużycie surowców** nieodnawialnych;
- zmniejszają zużycie energii aż do zerowego bilansu energetycznego;
- ograniczają transport indywidualny na korzyść transportu publicznego;
- redukują ilość i stosują **recykling** odpadów;
- **zmniejszają zapotrzebowanie na wodę** (np. poprzez wykorzystanie wód deszczowych, recykling wody: woda szara lub uzyskiwanie wody pitnej z odsolonej wody morskiej);
- uzyskują żywność z upraw ekologicznych (Juzwa, Gil 2013).

Pierwszymi, pilotażowymi realizacjami *ekomiast*, które spełniać mają powyższe wytyczne, stały się inwestycje na małą skalę, jak miasteczko Schwabach w Niemczech, lub realizowane są fragmentarycznie, jak w przypadku Kurytyby w Brazylii. Znane są także europejskie działania podejmowane w skali osiedli lub dzielnic (budowa nowych założeń), jak na przykład opisywane w dalszej części pracy Augustenborg czy Bo01 z Malmö. Zdarzają się również działania w większej skali, niezwiązane ze zmianą istniejącej tkanki urbanistycznej, jak miasto Erlangen w Bawarii czy Trondheim w Norwegii. Realizowanych jest także wiele badań, w kierunku całkowitego zastąpienia paliw kopalnych i energii atomowej odnawialną energią wiatrową, słoneczną i wodną, co umożliwi realizację samowystarczalnych założeń urbanistycznych nieemitujących CO<sub>2</sub>. (Juzwa, Gil 2013; Sas-Bojarska, Walewska 2013). W ostatnich latach powstały także liczne realizacje urbanistyczno–architektoniczne, w których wdraża się współczesne myślenie ekologiczne, powiązane z najnowszymi technologiami. Przykładem mogą być budynki inteligentne (proj. J. Nouvell, M. Botta), czy obiekty uzupełniane zielenią, na przykład projekty Friedensreich’a Hundertwassera, czy bardziej współczesne, jak *Bosco Verticale* z Mediolanu zaprojektowane przez Stefano Boeri<sup>39</sup>. Projekty tego typu nazywane są często wspólną nazwą **Green Architecture** - *Zielona Architektura*. Zdaniem Solarek wśród krajów Unii Europejskiej najistotniejszy jest w tym względzie dorobek niemieckich projektantów, którzy zrealizowali różne niskoenergetyczne, pasywne, zero- i plus-energetyczne nowe osiedla, a w budynkach i całych osiedlach wprowadza się tam aktywne technologie słoneczne (Solarek 2011).

Podsumowując kierunki i nurty współczesnej urbanistyki i planowania przestrzennego oraz problemy z którymi borykają się współczesne miasta, stwierdzić można, że koncepcja ZI jest potencjalnie cennym planistycznym narzędziem

---

<sup>39</sup> zrealizowane w 2016

wdrożeniowym. Należy jednak rozważyć, czy zasady i metody stojące za koncepcją ZI są zgodne z zasadami *miasta zwartego*, czy bardziej *miasta zielonego*? Według Zachariasz, elementy ZI powinny tworzyć układy dostępne, funkcjonalne, wygodne dla wszystkich użytkowników, oceniane przez łączność i ciągłość, bezpieczeństwo i różnorodność (Zachariasz 2014). Planowanie ZI jest więc procesem projektowania **wielofunkcyjnych krajobrazów**, którego ważnym elementem jest także **ekonomia**. Ekonomiczny aspekt ZI, którą z założenia tworzyć mają ekosystemy<sup>40</sup>, porusza uzupełniająca dla ZI (wspomniana wcześniej) koncepcja *usług ekosystemów*. Ukazuje ona ekonomicznie przeliczalne korzyści, które podobnie jak elementy infrastruktury zbudowanej, szarej, może przynosić nam również infrastruktura ożywiona, zielona. Korzyści płynące z tworzenia ZI, pokrywają się więc z tymi, które czerpiemy ze zdrowej zieleni miejskiej, drzew, krzewów i roślin pozostałych. W tym, oprócz oczywistych walorów ekologicznych, zdrowotnych i estetycznych, warto wymienić także (dużo łatwiej przeliczalne na wartości finansowe) korzyści jak: wzrost wartości gruntów, ZI jako bodziec dla rozwoju turystyki czy tworzenie i ochrona dobrej koniunktury na obszarach zainwestowanych (tzw. *working lands*). Ahern, podobnie jak Benedict i McMahon, **opisując ZI** w kontekście planowania krajobrazu, bazuje na naukowo popartych **zasadach ekologii krajobrazu**, podkreślając potrzebę **łączności**, jej **hierarchiczny układ** i potrzebę analizy **w różnych skalach**. Jednak, jego zdaniem, aby zasady te z powodzeniem stosować w urbanistyce i planowaniu przestrzennym muszą być one powiązane i odniesione do wytycznych planistycznych (Ahern 2007). W związku z tym proponuje on pięć wytycznych dotyczących planowania i projektowania miejskiej ZI w oparciu o zasady ekologii krajobrazu:

1. zdefiniowanie koncepcji przestrzennej;
2. myślenie strategiczne;
3. 'zazielenianie' istniejącej infrastruktury (technicznej);
4. planowanie obszarów wielofunkcyjnych;
5. naukę w działaniu (Ahern 2007).

Rouse i Bunster-Ossa, rozwijając koncepcję ZI, przedstawiają 6 zasad, które powinna ona spełniać w każdej skali i w różnych jej aspektach. Są to: wielofunkcyjność (*multifunctionality*), łączność (*connectivity*), siedliskotwórczość (*habitability*), żywotność (*resiliency*), unikalna tożsamość (*identity*) a także zwrot z inwestycji (*return on investment*) (Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. 2013).

---

<sup>40</sup> niezależnie czy jest to sieć ekosystemów mniejszych, czy jeden miejski ekosystem

Zauważają przy tym, że ZI zakłada wprowadzanie różnych typów obszarów, w zależności od tego, czy mówimy o skali miejskiej, podmiejskiej czy wiejskiej. Różne typy mają jednak płynne granice, tworząc swoiste kontinuum. Widzą tu analogię do modelu planistycznego *rural-to-urban transect planning* promowanego przez twórców NU: Duany Plater-Zybek & Co. Ich przekrój urbanistyczny, zilustrowany na rys. 12., składa się z sześciu stref zwiększającej się gęstości zaludnienia z powiązаныmi z nimi standardami planistycznymi: T1 - tereny otwarte (*Rural Preserve*) ze strefą naturalną, T2 - strefa wiejska (*Rural Reserve*), T3 - strefa podmiejska (*Sub-Urban*), T4 - strefa miejska (*General Urban*), T5 - strefa śródmiejska (*Urban Center*) oraz T6 - ściśle centrum (*Urban Core*). Przewidziana jest także strefa specjalna – SD. Rouse i Bunster-Ossa stosują tę analogię do ZI.

**Rys.12. Model planistyczny Nowej Urbanistyki: *rural-to-urban transect planning* - miejsko-podmiejski przekrój urbanistyczny promowany przez twórców: Duany Plater-Zybek & Co.**



Źródło: opracowanie graficzne: K.Russek, A.Kempa, na podstawie: (Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. 2013)

Ich zdaniem planiści mogą odegrać istotną rolę w integrowaniu koncepcji ZI we wszystkie szczeble planowania, od wizji, koncepcji i planów strategicznych po mechanizmy realizacyjne w postaci regulacji prawnych tworzonych w różnej skali – na szczeblu ogólnokrajowym, wojewódzkim, metropolitalnym, miejskim i miejscowym (Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. 2013).

Austin widzi w ZI **szansę na pogodzenie proekologicznej postawy ekocentrycznej z dominującą w planowaniu przestrzennym postawą antropocentryczną**. Może się to stać dzięki stworzeniu przez planistów i projektantów zasad i praktyk bazujących na wiedzy i informacji wypracowanych przez

ekologię miasta i badania ekosystemów, które wprowadzane będą do systemów ZI w różnych skalach (Austin 2014). Możliwe jest to dlatego, że koncepcja ZI jest podejściem holistycznym, wymagającym transdyscyplinarnej współpracy, opartym na wcześniej opisanej koncepcji usług ekosystemów. W swoim artykule z konferencji w Belfaście, pod tytułem *Zrównoważenie, przestrzeń i sprawiedliwość społeczna (Sustainability, Space and Social Justice)*, Mell zadaje pytanie: *czy ZI może sprostać potrzebom zmieniającego się środowiska miejskiego?* Starając się odpowiedzieć na to pytanie zauważa, że ZI jest programem, który może integrować różnorodne, nierzadko rozproszone, programy ekologiczne, polityczne i społeczne. Ponadto zakładana w procesie planowania elastyczność dostarcza wartościowych opcji i możliwości planistycznych dla rekonstrukcji, rewitalizacji i rekultywacji zdegradowanych obszarów miejskich i podmiejskich (*urban-fringe locations*). Wreszcie proces planowania ZI może zapewnić mechanizm rozwijania niezbędnego dialogu pomiędzy planistami, deweloperami i społeczeństwem, co powinno wesprzeć budowanie zintegrowanego i zrównoważonego środowiska (Mell 18-20 marca 2008). Mell widzi szansę w ZI jako narzędziu wspierającym podstawowe cele i wyzwania, które stawia sobie współczesna urbanistyka i planowanie przestrzenne, jak zmiany klimatyczne, wykluczenie społeczne oraz trwały i zrównoważony rozwój. Warunkiem tego jest jednak pewne zaangażowanie się jednostek tworzących koncepcję ZI w system planowania. Jego zdaniem aktywne zaangażowanie specjalistów i planistów myślących w kategoriach zielonej infrastruktury jest jednym z najważniejszych aspektów, będących podstawą rozwoju tej koncepcji (Mell 18-20 marca 2008).

ZI oferuje możliwość dostosowania do różnorodnych scenariuszy planistycznych, co stanowić powinno część adaptacyjnego procesu projektowania terenów zieleni. ZI oferuje także pragmatyczny i uniwersalny mechanizm planowania, który jest niezbędnie potrzebny w pracach związanych z ciągle zmieniającym się środowiskiem. Istnieje jednak **potrzeba promowania jednolitej koncepcji** ZI, czym jest i jakie można za jej pośrednictwem osiągnąć cele, gdyż jak widać w analizach powyższych, istnieje nadal wiele niejasności i rozbieżności w koncepcji, miejsc, które wymagają rozwinięcia. W rezultacie jednak ta różnorodność umożliwia koncepcji zaoferowanie praktycznej odpowiedzi planistycznej dla nieustannie zmieniających się krajobrazów zurbanizowanych. ZI powinna więc być skonstruowana jako **adaptacyjny proces planowania**, który umożliwia planistom wykorzystanie pojawiających się z czasem okazji opracowania lub modernizacji elementów ZI w

ramach istniejących krajobrazów. Jest to szczególnie ważne w miastach postindustrialnych, w których krajobrazach uwidaczniają się lata zaniedbań. Ich częstym skutkiem przestrzennym są wykluczające się wzajemnie obszary miast i przedmieści. Obecnie koncepcja ZI wciąż ‘cierpi’ z powodu fragmentarycznego rozwoju w ramach różnych dyscyplin naukowych. Jednak coraz większa liczba praktyków zaczyna rozumieć i uznawać wartość ZI widząc w tej koncepcji możliwość promocji jednolitego, uniwersalnego zestawu idei (Mell 2008, 2010, ; Williamson 2003; Weber et al. 2006; Szulczewska 2014; Town and Country Planning Association 2008; TEP 2005; Town and Country Planning Association 2008; Firehock 2010). Zdaniem Benedicta i McMahona kluczem do sukcesu podczas tworzenia ZI jest między innymi **integracja ZI w proces planowania** na różnych szczeblach administracyjnych (lokalnych, regionalnym, itd.) i społecznych, łączenie elementów zieleni w różnych skalach i granicach administracyjnych, lecz także informowanie i poszukiwanie zaangażowania obywateli w trakcie projektowania i planowania, budowanie partnerstwa pomiędzy interesariuszami a nawet ‘sprzedaż’ społeczności korzyści płynących z ZI, uświadamianie potrzeby projektowania sieci ZI. W ten sposób zarządzanie ZI zakłada 3 podstawowe zagadnienia, które należy tu krótko omówić: *zarządzanie ekosystemami*, *zarządzanie zlewnią* i *zarządzanie adaptacyjne*. Te metody zarządzania mogą być stosowane zarówno wobec fragmentu ZI, jak i mogą zostać włączone do całościowego zarządzania wszystkimi jej komponentami, czyli całą siecią. Gdzie:

- Zarządzanie ekosystemami (*ecosystem management*), rozpoznaje i wspiera połączenia życiowe wszystkich elementów (biotycznych i abiotycznych), wzorców i procesów. Niezależnie od wielkości pojedynczego obszaru objętego zarządzaniem ekosystemowym, może on być zarządzany jako *system* przy założeniu, że nawet niewielkie elementy są ze sobą połączone, tworząc większą całość. Wyróżnia się tutaj 10 najważniejszych zasad związanych z zarządzaniem ekosystemowym:
  - Wszystkie poziomy systemów naturalnych są **połączone**, a koncentrowanie się na jednym z nich jest niewystarczające;
  - **Zarządzanie ekologiczne** musi odbywać się niezależnie od granic administracyjnych czy politycznych, w ramach całych krajobrazów, w długim okresie czasu, w ziemi, wodzie i powietrzu;



- **Integralność ekologiczną** można osiągnąć jedynie dzięki ochronie i odtwarzaniu procesów, które utrwalają różnorodność, wzorce i funkcjonowanie ekosystemów;
  - Niezbędne jest kompleksowe i długoterminowe **gromadzenie, zarządzanie i stosowanie** danych biofizycznych
  - Krytycznym elementem jest **ocena efektywności zarządzania** na każdym zakończonym etapie, co pomaga śledzić sukcesy i uczyć się na porażkach;
  - **Zarządzanie adaptacyjne** jest podstawą koncepcji, gdzie zarządzanie jest procesem uczenia się, który pozwala na modyfikację strategii zarządzania w oparciu o powodzenie lub niepowodzenie ostatnich strategii;
  - Wymagana jest **integracja współpracy** na wszystkich szczeblach administracji rządowej i sektora prywatnego, gdyż ekosystemy przekraczają granice administracyjne;
  - Z powodu znanych z historii tendencji do tworzenia biurokratycznych podziałów władzy i programów konieczne są **zmiany organizacyjne** w agencjach zarządzających zasobami Zi;
  - Należy rozważyć, że to **ludzie** są kluczowymi mieszkańcami ekosystemów Zi;
  - W związku z tym to **ludzkie wartości** odgrywają kluczową rolę w tworzeniu i rozwijaniu celów i wdrażaniu zarządzania ekosystemowego.
- Zarządzanie zlewnia/ zarządzanie zlewniowe (watershed management), w której zlewnia (inaczej dział wodny) definiowana jest za amerykańskim naukowcem i geografem Johnem Wesley Powellem, jako powierzchnia gruntów w ograniczonym systemie hydrologicznym, w którym wszystkie organizmy żywe są ze sobą nierozzerwalnie połączone przez wspólny ciek wodny, a w której częścią zbiorowości stali się, zgodnie z prostą logiką, osiedli w niej ludzie<sup>41</sup>. Ponieważ zlewnia jest najczęściej krajobrazem samowystarczalnym, nierzadko podążającym za naturalnymi granicami, może służyć jako cenny system organizacyjny dla projektowania i zarządzania Zi. Podejście wymaga zmiany paradygmatu na temat myślenia o zaopatrzeniu w wodę na obszarach miejskich, traktując system zlewni i ew. problemy środowiskowe w nim się pojawiające jako jedną całość. Wstępne wyniki pokazują, że dzięki opartemu na

<sup>41</sup> Benedict, McMahon 2006 za New Concepts in Watershed Management. *American Society of Agronomy Special Publication 4* (Madison, WI: Soil Science Society of America, 1969):55–65



współpracy podejściu w projektowaniu krajobrazów miejskich funkcjonujących jako mini-zlewnie odnieść można ogromne korzyści ekonomiczne, środowiskowe i społeczne.

- zarządzanie adaptacyjne (*adaptive management*) to podejście uświadamiające, że naukowcy i zarządzający gruntami nie wiedzą wszystkiego o funkcjonowaniu ekosystemów i dlatego nie mogą mieć pewności jak najlepiej nimi zarządzać. *Adaptive* odnosi się do nauki o systemach społecznych i ekologicznych w trakcie zarządzania nimi. Zarządzanie adaptacyjne stosuje do przyszłych działań i decyzji wiedzę na temat tego jak system zareagował/ odpowiedział na decyzję/ działanie aktualne. Celem jest tutaj więc **nauka na podstawie doświadczeń**, aby zredukować niepewność związaną z wpływem przyszłych działań. W podtekście zarządzania adaptacyjnego jest więc zamysł, że działania zarządzające są eksperymentem, od którego oczekuje się wiedzy zwrotnej użytej następnie w procesie iteracyjnym. Każda nowa decyzja jest więc eksperymentem w serii eksperymentów, z których każdy opiera się na jednej lub większej ilości hipotez na temat kluczowych systemów ekologicznych (Benedict, McMahon 2001, 2002; Ahern 1995, 2007).

Wszystkie trzy wyżej wymienione strategie zarządzania mogą pełnić kluczową rolę w kierowaniu ZI. Najlepsze z nich identyfikują obszary najbardziej potrzebujące odbudowy i innych działań zarządzających i dopasowują je do dostępnych metod zarządzania. W ten sposób ZI pozwala na kompleksowe i holistyczne zarządzanie różnymi krajobrazami i obszarami miast. Podejście ekosystemowe i zarządzanie zlewniowe umożliwiają właścicielom ziemskim, zarządcom gruntów i innym osobom powiązanych z gruntami łączyć działy wodne i eco-regiony tak, aby przyniosło to najwięcej korzyści obszarom najbardziej potrzebującym odnowy i zarządzania. Jest to więc cenne narzędzie planistyczne umożliwiające realizację postulatów zrównoważonego rozwoju, *miasta zwartego* a także *miasta zielonego*.

Znając zarówno zasady głoszone wspólnie w dziedzinie urbanistyki i planowania przestrzennego oraz zasady przyświecające idei ZI widać, że może ona stać się odpowiedzią na postulaty NU, miasta zrównoważonego rozwoju, miasta zwartego, może stać się **trzecią drogą**, narzędziem pozwalającym wdrażać pozornie sprzeczne idee zarówno *miasta zielonego* jak i *miasta zwartego*. Dzięki elastyczności zasad i założonej z góry adaptacji może się dostosowywać do indywidualnych wymogów konkretnej sytuacji. Wdrażanie idei *miasta zwartego* wymaga, na przykład

pogodzenia się z tym, że niektóre tereny otwarte w mieście będą zabudowywane, a lokalne koncentrowanie zabudowy, mające na celu stworzenie jej wyrazistej struktury, będzie wymagało stosowania odpowiednio wyższych wskaźników intensywności zabudowy. Dzięki temu możliwe jednak jest systemowe kształtowanie wielofunkcyjnych terenów zieleni, rozdzielających zespoły zainwestowania miejskiego. Odnosząc przedstawione idee rozwoju miast do warunków polskich, koncepcja NU, w ramach której kształtowane jest miasto zwarte, może być ratunkiem dla polskich stref podmiejskich i zdegradowanych przestrzeni miast. Z kolei pewne elementy koncepcji *Miasta Zielonego*, w których priorytetem jest prawidłowy system ekologiczny (w tym układ terenów zieleni miejskiej) mogą być kluczowe w kształtowaniu wielkich obszarów aglomeracji miejskich, dzięki ustanowieniu standardów wyposażenia w zieleń terenów mieszkaniowych. ZI jako koncepcja holistyczna i wielodyscyplinarna, w całości praktycznie zgodna z zasadami zawartymi w obu koncepcjach miast, daje adekwatne do sytuacji narzędzia ich wdrażania, co ilustruje rys. 13. Narzędzia te stosować można na wszystkich etapach wdrażania koncepcji: od etapu planowania i kształtowania w różnych skalach do efektywnego zarządzania. Możliwe jest to przy jednoczesnej ochronie i odtwarzaniu obszarów cennych, zachowując i uwzględniając funkcje ekologiczne, ekonomiczne i społeczne, zgodnie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju.

Koncepcja ZI powinna być postrzegana jako współczesny obszar badawczy i wdrożeniowy w ramach planowania przestrzennego, gdyż, pomimo że korzysta z wielu koncepcji zaczerpniętych z ekologii krajobrazu, planowania i geografii, przenosi te pomysły w celu opracowania całościowego i dynamicznego podejścia do planowania krajobrazu. Wg Mella, ZI opisuje w sposób bardziej strategiczny, pozytywny i dynamiczny możliwości analizy, promocji, rozpowszechniania i zwiększania różnego rodzaju terenów (Mell 2008). Powinna być rozumiana jako proces, który może być stosowany dla rozwijania nowych obszarów poszukiwań badawczych jednocześnie zapewniając potencjalne finansowanie przez rządowe i pozarządowe organizacje prośrodowiskowe, dzięki swojej zdolności do łączenia i realizacji wielu, nierzadko sprzecznych ze sobą celów rozwojowych. Istotę koncepcji ZI można ocenić badając zarówno różnorodność jej interpretacji, jak i wzrost naukowej i praktycznej wiedzy z nią powiązanej. Działania takie jak: projekty zarządzania krajobrazem, inicjatywy polityczne, badania naukowe przyczyniły się do stworzenia wielu kluczowych zasad dla koncepcji ZI.

Rys.13. Zielona Infrastruktura w kontekście koncepcji *miasta zwarte* i *miasta zielonego*



Źródło: opracowanie własne J.Rayss

Mimo różnorodności w podejściu, kluczowymi elementami koncepcji są zawsze multifunkcjonalność, zdolność łączenia i łączność pomiędzy różnymi ekologicznymi elementami, a także integracja z większymi obszarami i wspieranie układów sieciowych. Upowszechnianie tych wartości następuje dzięki szeregowi platform badawczych rozwijających, wspierających i upubliczniających koncepcję ZI. Znaleźć można coraz więcej konferencji, warsztatów oraz platform internetowych ją promujących, co jest coraz częściej stosowanym narzędziem w procesie planowania miasta.

## 2.5. Podsumowanie

Według Gzella, zmierzamy dziś do *Nowego Planowania*, polegającego na podkreślaniu różnic interesów aktorów miejskiej sceny w taki sposób, że w wyniku sumy procesów powstaje całość heterogeniczna. Zadaniem jest więc tu raczej tworzenie wielu przystających do siebie łańdów niż jednego łańdu 'ponad wszystko'. To *Nowe Planowanie* pojawia się, kiedy urbanista, myśląc o przyszłości miasta, pamięta, że podlega ono *ciągłemu stawaniu się* i przemienianiu wraz ze zmianami otoczenia. Dlatego zdaniem Gzella i planowanie miasta powinno być coraz to inne, uzupełniane nowymi procedurami, metodami i narzędziami. One również powinny ulegać zmianom, bo to co nazywamy *ciągłością planistyczną* odnosi się do wyników ich stosowania, nie do samego planowania (Gzell 2013). Termin *Nowe Planowanie* ma w tym przypadku określić zmiany w urbanistyce zmierzające do **dywersyfikacji przestrzeni** w zgodzie z rosnącym zapotrzebowaniem. *Nowe Planowanie* Gzella jest w ten sposób zbieżne z założeniami *planowania adaptacyjnego* ZI, a sama ZI cennym narzędziem planistycznym *Nowego Planowania*, oferującym sposoby omawiania i wdrażania programów zrównoważonego rozwoju w sposób ciągły i spójny. Dotąd, pomimo wzrostu świadomości paradygmatu zrównoważonego rozwoju od czasów opublikowania Raportu Burtlanda, równoważenie środowiska nadal nie zawsze postrzegane jest jako konieczność. Częściej postrzegane jest w kategoriach czegoś 'przegadanego', 'zużytego'. ZI jako element bardziej konkretny stać się może narzędziem dla tworzenia i rozwoju lepszych przestrzeni do życia, przez projektowanie bardziej adekwatne środowiskowo i społecznie. Może włączać w praktykę planowania i projektowania miasta idee zrównoważonego rozwoju i zrównoważonego środowiska, gdzie powiązania pomiędzy zrównoważeniem a ZI skoncentrują się na podtrzymywaniu ekologicznych, ekonomicznych i społecznych funkcji krajobrazu. ZI staje się w ten sposób odpowiedzią na postulaty poszukiwania form zagospodarowania przestrzeni umożliwiających trwałą i zrównoważoną koegzystencję systemów osadniczych z przyrodniczymi (Markowski, Markowski op. 2009; Markowski, Drzazga op. 2009), na postulat zintegrowanego zarządzania systemami przyrodniczymi miast, zrównoważonej eksploatacji potencjału przyrodniczego i stymulowanie jego odnawialności (Przewoźniak op. 2009). ZI jest zgodna z naczelną zasadą harmonizowania struktury i funkcji przyrodniczych z antropogenicznymi składowymi systemu (Chmielewski 2012). Dzięki ZI odrzucamy

modernistyczną zasadę fragmentaryczności, dzięki czemu możemy w pełni docenić wartość natury w mieście, rozpatrując ją zgodnie z zaleceniami Spirn, czyli jako wewnętrznie powiązany system, w którym struktury miejskie i ludzkie mogą ewoluować wspólnie z naturą (Spirn 1984). Koncepcja ZI i metody jej wdrażania mają także potencjał rozwiązania wielu wymienionych przez Sołtysa problemów (patrz rozdział 2.4), z którymi boryka się współczesne planowanie przestrzenne i urbanistyka (Sołtys 2007, op. 2009). Tworzenie ZI jest procesem, który dzięki identyfikacji obszarów priorytetowych wymagających ochrony, jednocześnie ma potencjał godzenia różnorodnych interesów. Dając wytyczne mające zastosowanie dla przyszłego wzrostu, rozwoju przestrzennego oraz decyzji związanych z ochroną i konserwacją krajobrazu, sprzyja zarówno wzrostowi populacji i rozwijaniu kapitału społecznego, jak i ochronie zasobów naturalnych. Takie strategiczne podejście do ochrony środowiska może zaprocentować wyższą wartością projektów i umożliwić zwiększoną przewidywalność ich skutków, co jest korzystne zarówno dla inwestorów jak i osób, instytucji i organizacji zajmujących się ochroną przyrody. ZI jest koncepcją holistyczną, integrującą osiągnięcia pokrewnych dyscyplin naukowo-inżynierskich jak inżynieria sanitarna, drogowa, hydrologia, ekologia, zarządzanie ekosystemami, ochrona środowiska, planowanie i urbanistyka itp. Jak wykazano w tym rozdziale, jest kolejnym etapem rozwoju relacji człowiek – natura, gdzie nurt konserwatorski ochrony przyrody ewoluował w stronę nurtu twórczego. ZI promuje w ten sposób korzystną koegzystencję człowieka z przyrodą na obszarach zurbanizowanych, gdzie **człowiek** wykorzystując współczesną wiedzę **może tworzyć pełnowartościowe ekosystemy, nie koniecznie wykluczając** w tych obszarach **inne funkcje miejskich**. ZI jest wielofunkcyjna, a także dostępna (zarówno dla ludzi jak i zwierząt). Jest elastyczna, dzięki metodom zarządzania jak zarządzanie adaptacyjne i zarządzanie zlewniowe. Może także dzielić lub łączyć w zależności od potrzeb. Jest koncepcją holistyczną, stosowaną różnych skalach w zależności od potrzeb: skali lokalnej, krajobrazowej, działów wodnych, regionalnej i krajowej, niezależnie od lokalnych jurysdykcji i granic politycznych. Koncepcja daje także ramy dla finansowania i zarządzania ochroną terenów zieleni. Podobnie jak drogi, systemy kanalizacyjne, szpitale i inne elementy infrastruktury stworzonej w celu zaspokajania krytycznych potrzeb społecznych, ZI jest nierozzerwalnie związana ze zdrowiem i rozwojem społeczeństw.

## CZEŚĆ NIEBIESKA

### ROZDZIAŁ 3. WODA W MIEŚCIE - PODSTAWY TEORETYCZNE I STUDIUM PRZYPADKÓW

#### 3.1. Ewolucja relacji miasto-woda

##### Rys historyczny w kształtowaniu relacji

Ludzie od wieków zdawali sobie sprawę ze swojej zależności od wody oraz z jej zmiennego, dwoistego charakteru: siły życiodajnej i niszczycielskiej zarazem. Woda była dobrem bezcennym, tak pięknym jak użytecznym, inspirującym, źródłem wyrazu artystycznego w każdej kulturze. Była centralnym punktem religijnych ceremonii, jak chrzest, obmywanie wodą, praktyk kulturalnych i towarzyskich (termy, łaźnie greckie i rzymskie), budulcem społeczeństwa. Decydowała o przetrwaniu cywilizacji. Amerykańska architekt krajobrazu Anne Whiston Spirn, opisując unikalne cechy wody zauważa: *jest paradoksalna, ustępliwa, lecz pełna mocy, przezroczysta, lecz pełna blasku. Góry zmienia w równiny, wycina wąwozy, gładzi kamienie, szukając poziomu wypełnia doliny tworząc płaskie, błyszczące powierzchnie. Na morskim horyzoncie kreśli poziomą linię, która ułatwia orientację. Płyynie, nawet jako lód, spływając w dół lawinami pomiędzy skalistymi szczytami gór. Rozpuszcza, wchłania, niesie, rozrzedza inne materiały; jest łącznikiem pomiędzy ziemią, niebem a tkanką żywą. Przezroczysta, przybiera kolor nieba, zawieszonych w niej osadów, skały na dnie. Oczyszcza* (Hurley, 2009, za Spirn 1998).

Nadmiar wody od wieków niszczył, a jej niedostatek doprowadzał do rozpadu cywilizacji. W *cywilizacjach potamicznych*<sup>42</sup> (czyli cywilizacjach rzecznych), zwanych również *cywilizacjami hydraulicznymi*<sup>43</sup> (czyli rolniczymi, gdzie czynnikiem dominującym była funkcja irygacyjna) gospodarka wodna stanowiła podstawę rozwoju (Ocioszyński, Tadeusz 1968; Pancewicz 2004). Zdaniem Kowalczaka, jednym z takich przykładów była cywilizacja Sumerów zamieszkująca w latach 7000-1800 r.p.n.e Mezopotamię, oparta na wielkich systemach nawadniających. Stanowiły one podstawę produkcji rolniczej. Cywilizację Sumerów do upadku doprowadziło przeeksploatowanie środowiska i zasolenie gleb, a co za tym idzie katastrofa systemów nawadniających. Inny przykład znaleźć można na terenie Ameryki Środkowej. Cywilizacja Majów (2500-900 r. p.n.e.) dla celów produkcji rolnej wprowadziła do środowiska ogromne zmiany, jak wycinki znacznych powierzchni

<sup>42</sup> Nazwa pochodzi od greckiego *potamos* czyli rzeka (Ocioszyński, Tadeusz 1968)

<sup>43</sup> Według Karla Wittfogla takie cywilizacje rolnicze, jak Mezopotamia, Egipt, Indie czy Chiny (Pancewicz 2004)

lasów, osuszanie bagien, budowanie tarasów, systemów nawadniających. W tym przypadku także nadmierny rozrost liczby ludności doprowadził do przeeksploatowania systemu, co w połączeniu z długotrwałą suszą doprowadziło do upadku cywilizacji (Kowalczak, 2007). Według Diamonda nadmierna eksploatacja środowiska doprowadziła do kryzysu również społeczność zamieszkującą Wyspy Wielkanocne oraz cywilizację Angkoru, w której królestwo Khmerów istniało od IX do XV wieku. Wyniki badań wskazują że dokładną przyczyną upadku była w tym przypadku niewydolność systemu wodnego w okresie suszy na skutek rosnącego zapotrzebowania na wodę stale zwiększającej się populacji miasta (Diamond, Lang 2008; Kowalczak 2011).

Ciekawe wyniki daje również analiza skali i jakości zastosowania rozwiązań z zakresu odwadniania miast w starożytności. Geiger i Dreiseitl opisują między innymi studnie głębokości wielu metrów, służące w okresie świetności Babilonu, czyli 3000 lat p.n.e., do infiltracji<sup>44</sup> wód deszczowych oraz ścieków z kuchni i łaźni. Podobne rozwiązania w zbliżonym okresie stwierdzono w Mohenjo-Daro, na terenie obecnego Pakistanu. Powszechnie znane są też rozwiązania stosowane na ulicach starożytnego Rzymu, gdzie wody deszczowe wsiąkały w grunt dzięki luźnemu powiązaniu ciosów kamiennych. Pojemność retencyjną dla wody tworzyły wysokie krawężniki, a do przejścia przez jezdnię służyły ustawione specjalnie w tym celu wyższe kamienie. W Rzymie wody deszczowe wykorzystywano także np. w atriach domów, gromadząc wodę w cysternach dzięki specjalnemu ukształtowaniu dachów, a także w systemach otwartych rynsztoków, rynien i kanałów odwadniających i nawadniających. Do dzisiaj takie rozwiązania widać np. w Pompejach (Geiger & Dreiseitl, 1999), czy Heraklionie (rys. 14.). Zdaniem Kowalczaka za problemami Państwa Rzymskiego z okresu 50 r. p.n.e. do 450 r. n.e. w postaci trudności w zaopatrzeniu w żywność także stały kłopoty z dostępnością wody, a dokładnie zmiany reżimu hydrologicznego zlewni na skutek działalności człowieka, w szczególności wylesiania ogromnych obszarów (Kowalczak 2011).

Wiek X to początek rozwoju urbanizacji na większą skalę w Europie. Z jednej strony średniowieczne miasta lokowane są w oparciu o dostępność wody, preferując lokalizacje nadrzeczne, umożliwiające zaopatrzenie ludności w wodę. Także

---

<sup>44</sup> **Infiltracja** – kierowanie spływu wody deszczowej poniżej poziomu gruntu siłą grawitacji w głąb skorupy ziemskiej np. do wód powierzchniowych, również przesiąkanie. **Infiltracja podziemna** - są to studnie i rowy chłonne, skrzynki rozsączające, komory drenażowe oraz przewody drenarskie, którymi spływy wód opadowych po początkowym zmagazynowaniu w systemie przedostają się do gruntu (Burszta-Adamiak 2011).

sprzyjające rozwojowi żeglugi i handlu oraz wyspecjalizowanych rzemiosł zajmujących się ich obsługą. Z drugiej strony warunki życia w miastach są trudne. Zdaniem Kowalczała nieutwardzone ulice stawały się w miastach miejscem odbioru ścieków i odpadów, co wiązało się nie tylko z odorem, lecz także z zanieczyszczeniem wód podziemnych, poprzez infiltrację nieczystości w warstwy gleby. Dodatkowo deszcze zmywały zanieczyszczenia do niewłaściwie chronionych ujęć wód podziemnych i cieków płynących przez miasto. Sytuację pogarszało także systematyczne wylesianie dużych obszarów okolic miast w związku z rosnącym zapotrzebowaniem na drewno oraz rozwojem rolnictwa. Zdaniem niemieckich hydrologów doprowadziło to do wzrostu zjawisk powodziowych, jak ta na ziemiach niemieckich z XIV wieku (Kowalczak 2011).

**Rys.14. Ruiny pałacu w Knossos, pochodzącego z okresu 2000–1400 p.n.e. (kultura minojska), fragmenty otwartego systemu odwodnieniowego**



Źródło: fot.: J.Rayss

Okres rozwoju europejskiego osadnictwa, to także wykorzystanie wody w układzie kompozycyjnym miast. Lucyna Nyka jako przykład takich rozwiązań podaje Brugię, którą w XI wieku otaczała obronna fosa, w XIII wieku wzbogacona o kolejną okalającą rozbudowujące się miasto szerszym kręgiem. W wieku XVI natomiast sieć kanałów została ponownie rozbudowana i zagęszczona, tak, że drogą wodną dotrzeć można było do kolejnych obszarów w głębi zabudowy (Nyka 2013). Nyka zauważa



także zasadę kształtowania struktur wielu miast w ścisłym związku z wodą. Działo się to najczęściej poprzez osuszanie mokradeł znajdujących się w sąsiedztwie rzek i zakładaniu umocnionych nabrzeży. Jako przykłady takich miast Nyka podaje Londyn, Hagę, a także Gdańsk (Nyka 2013). Jednak zdecydowany wzrost znaczenia wody w układzie kompozycyjnym miasta przynosi okres od XVI do XVII wieku, kiedy to powszechnie wznoszone są w Europie pierścienie bastionowych fortyfikacji miejskich. Ich elementem są wytyczone opływy przylegających do nich fos. W ten sposób woda wplataną zostaje w strukturę urbanistyczną wielu miast jak Amsterdam, Kopenhaga, Dordrecht, Petersburg, Toulon, czy Gdańsk. Woda nierzadko wyznaczała wręcz system ulic, a także wzbogacała strukturę miasta o obiekty inżynierii wodnej, jak groble, kanały, śluzy i pompownie. Nyka stawia tezę, że miasta były wówczas w istocie wielkimi projektami wodnymi (Nyka 2013).

Wiek XIX przynosi diametralną zmianę w podejściu do wizualnej obecności wody w strukturach miasta. Gwałtowny rozwój przemysłu i niekontrolowany rozrost obszarów miejskich, a co za tym idzie wzrost zanieczyszczenia wód skutkowało, oprócz niedogodności estetycznych i zapachowych, przede wszystkim licznymi problemami zdrowotnymi mieszkańców. Zanieczyszczona ściekami na obszarze miasta woda, stawała się trudna do zniesienia. W niej upatrywano źródeł problemów. Na szeroką skalę rozbudowywano więc systemy miejskiej kanalizacji, które w związku z rozrastającą się w tempie geometrycznym miejską populacją, stawały się niewydolne i były źródłem zanieczyszczenia i skażenia miejskiego środowiska. W związku z licznymi publikacjami z zakresu nauk medycznych i biologicznych, które się wówczas pojawiły, udowadniającymi związek pomiędzy wodą i chorobami, kontrola nad przepływem wody z mieszkań przejęta została przez miejskie władze publiczne. Przekonanie to łączono z przeświadczeniem, że sanitarystyka środowiska miejskiego może być najefektywniejsza tylko w przypadku zminimalizowania kontaktu wody z przestrzenią miasta. Jak zauważa Hurley, choć poprawa zdrowotna mieszkańców miast dzięki nowym systemom została osiągnięta, w związku z ich wprowadzeniem narastał niestety proces degradacji środowiska. Ścieki, które usunięto z miast, kierowane były **na zewnątrz**, do rzek, jezior i innych zbiorników wodnych, najczęściej bez żadnych zabiegów oczyszczających. Zdarzało się także, że odbiorniki ścieków były jednocześnie źródłami wody dla kolejnych miast w dziale wodnym. Czasem były siedliskiem ryb i innych zwierząt stanowiących źródło pokarmu dla mieszkańców, lub miejscem rekreacji, w którym kąpiący narażeni byli na

kontakt z zanieczyszczoną wodą (Hurley, 2009). Wraz z rozwojem nowoczesnych systemów podziemnej kanalizacji sanitarnej, zaczęto także stopniowo eliminować ze struktury miasta także elementy rozbudowanych systemów wodnych. Według Nyki masowe zasypywanie kanałów miejskich nastąpiło po roku 1850 (Nyka 2013). Zdaniem Meyera natomiast dodatkową przyczyną eliminacji wody z planów miast był fakt, że utraciła ona w znacznym stopniu znaczenie jak o infrastruktura transportowa w wewnątrzmięskiej skali (Hooimeijer et al. 2009). Zdaniem Szczepańskiego (Szczepański, 2007), likwidacja widocznej obecności wody w Gdańsku w XIX i XX wieku doprowadziła do zatracenia jego indywidualnego charakteru. Pierwotnie większość kluczowych funkcji miejskich opierała się właśnie na wodzie. Transport związany był głównie z portem i jego obsługą. System miejskich fortyfikacji oparty był na fosach. Energetyka bazowała na systemie młynów i stawów. System wody pitnej, systemy miejskiego drenażu, (szczególnie ważne w miastach deltowych), fontanny, wodopoje i łaźnie, liczne miejsca kąpeli (do czego często wykorzystywane były systemy odwadniających kanałów miejskich przepływające gęstą siecią przez miasto), mosty, to elementy wynikające z trwałej obecności wody w strukturze miasta, które stopniowo zanikały (Szczepański 2000, 2007, 3/22/2010).

### **Krytyczne spojrzenie na współczesne relacje**

Podczas kiedy tradycja wykorzystywania wody jako bazy dla kształtowania układu miast trwała tysiąclecia, jej aktualne 'zesłanie do podziemia', w system ukrytych, **szczelnych** rur, ma tradycję sięgającą zaledwie XVIII wieku i epoki przemysłowej. Historyczna, uprzednio omówiona, dychotomia pomiędzy miastem a naturą widoczna jest szczególnie w formie gospodarowania wodą w mieście, a konkretnie w infrastrukturze technicznej. Infrastruktura ta, w postaci podziemnej kanalizacji deszczowej, a także ukrytych pod ziemią na obszarze miast licznych cieków wodnych (zmienionych nierzadko w tzw. kolektory deszczowe) przechwytuje wodę i przesyła dalej 'na zewnątrz'. Płynąca woda schowana w takim systemie rur jest **niewidoczna i niedostępna dla mieszkańców**, traktowana jako ściek. Nawet w miastach graniczących z dużymi obszarami wodnymi lub poprzecinanych siatką naturalnych rzek i strumieni, jak Gdańsk, hydrologiczny związek pomiędzy opadami atmosferycznymi a dostępnymi zasobami wody użytkowej jest praktycznie niewidzialny i nierozpoznawalny. Forma większości zaprojektowanych obszarów miejskich nie uwzględnia faktu, że miasta w swym funkcjonowaniu opierają się na

procesach naturalnych, jak retencja wody i jej przepływy. Są od nich całkowicie uzależnione. Dodatkowo, przez **uszczelnianie**, miasta 'odbierają' wodę również przyrodzie, naruszając naturalny obieg wody, zmieniając nieodwracalnie sytuację hydrogeologiczną. Woda opadowa, która niegdyś wsiąkała w glebę, naturalnie zasilając zbiorniki wód podziemnych, nawadniając i rzeźbiąc lokalną topografię, dzisiaj wpływa w szczelny system rur kanalizacji burzowej, niejednokrotnie połączonych z systemem kanalizacji sanitarnej. Obecnie jedynie symboliczna część z całej objętości wody deszczowej, która opada na powierzchnie miasta, zasila rezerwuary słodkich wód podziemnych przez proces infiltracji. Opady atmosferyczne infiltrują w głąb gruntu poprzez pory powietrzne w strukturze gleby. W związku z tym w sytuacji, kiedy nawierzchnia jest uszczelniona, utwardzona lub mocno skompresowana, woda zamiast infiltrować odpływa powierzchniowo, trafiając najczęściej w sytuacji miejskiej do kanalizacji deszczowej. Wprawdzie znaleźć można coraz częściej pojedyncze przykłady zbierania wody deszczowej do podlewania ogrodów, czy nawet dla celów konsumpcyjnych, jednak nadal nie jest to powszechne zjawisko. Dodatkowo wiele gmin zaopatruje swoich mieszkańców w wodę z działów wodnych znacznie oddalonych od granic swoich miast. W dzisiejszych czasach, kiedy globalne społeczeństwo to w większości mieszkańcy miast, rośnie presja na urbanizację i zabudowę działów wodnych, co w związku z zanieczyszczeniami mającymi źródło w infrastrukturze miejsko-przemysłowej oraz zanieczyszczeniami zbieranymi przez wody opadowe z utwardzonych nawierzchni terenów zurbanizowanych, grozi pogorszeniem jakości wód podziemnych a co za tym idzie - wody pitnej (Kozerski, 2001, Lidzbarski, 2001).

Podstawową cechą obszarów zurbanizowanych jest przewaga **szczelnych nawierzchni** utwardzonych, co jest zgodne z indywidualnym wzorcem użytkowania i zagospodarowania gruntów. Wg Hurley procent pokrycia terenu powierzchniami nieprzepuszczalnymi jest powszechnie używany jako wskaźnik zagospodarowania terenu i procesu niekontrolowanej urbanizacji. W związku z zanieczyszczeniem wody opadowej, która spłukuje zanieczyszczenia z nawierzchni utwardzonych (szczególnie dróg i ulic) wskaźnik ten jest negatywnie skorelowany z jakością wód płynących. Hurley przytacza badania Schueler'a (Hurley 2009, za Schueler et al. 2009), który dowiódł, że środowisko, jakość wody, i wskaźniki biologiczne stwierdzające warunki zdrowotne cieków wodnych, spadają zdecydowanie, jeżeli stopień ilości nieprzepuszczalnych nawierzchni w dziale wodnym wzrasta powyżej 10%. W



miastach, w których procent powierzchni nieprzepuszczalnych znacznie przekracza 25%, degradacja cieków wodnych jest tak znacząca, że przywrócenie naturalnych siedlisk staje się ogromnym wyzwaniem (Hurley 2009, za Schueler et al. 2009). Dodatkowo 'tradycyjna', szara infrastruktura wodno-kanalizacyjna pomija w swojej formie, konstrukcji i estetyce lokalną rzeźbę terenu, klimat czy aspekty lokalnego dziedzictwa kulturowego. Krawężniki, rynny, rynsztoki i wpusty kanalizacyjne zazwyczaj niewiele różnią się od siebie, niezależnie od regionu świata, w którym są zainstalowane.

### **Współczesne uwarunkowania prawne kształtowania relacji**

Warto na koniec zauważyć za Jadwigą i Andrzejem Królikowskimi, że polskie przepisy prawne z zakresu gospodarki wodnej i ochrony środowiska, znowelizowane w ostatnich latach w związku z dostosowywaniem do przepisów Unii Europejskiej, wyraźnie wymagają, aby wody opadowe traktowane były jako element zrównoważonego rozwoju miasta, z wykorzystaniem metod maksymalnie naśladujących spływ i retencję deszczu w warunkach zbliżonych do naturalnych. Wskazują oni potrzebę rozbudowy, rehabilitacji oraz modernizacji istniejących systemów kanalizacyjnych. Ramowa Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej z 2000 roku (Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej; Dz.U.UE L z dnia 22 grudnia 2000 r.) podaje, że podstawowym sposobem zagospodarowania wód opadowych powinno być pozostawienie ich na terenach zagospodarowanych, lub takich, na których podejmowana jest działalność inwestycyjna, bez odpływu z tych terenów. Obszar opracowań prawnych dotyczących ochrony środowiska obejmuje około 70 dyrektyw, uzupełnianych 21 rozporządzeniami. Podejście takie ma na celu zahamowanie negatywnego wpływu tradycyjnych, szczelnych metod postępowania z wodami opadowymi w środowisku. Z podstawowych zasad takiego podejścia można wymienić: stosowanie najlepszych dostępnych technologii, dostępność do informacji o środowisku, zapobieganie zanieczyszczeniom lub unieszkodliwianie ich u źródła oraz odpowiedzialność zanieczyszczającego za szkodę (Królikowska & Królikowski, 2012). W polskich przepisach zasady te odzwierciedlone są w 15 różnych aktach prawnych, w tym między innymi w Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz.U.01.62.627 z późniejszymi zmianami, tekst jednolity Dz.U.06.129.902, zmiana

1.01.2008, tekst jednolity Dz.U.08.25.150), Ustawie z dnia 18 lipca 2001 roku Prawo wodne (Dz.U.01.115.1229, z późniejszymi zmianami, tekst jednolity Dz.U.05.239.2019), Polskiej Normie PN-S-02204. Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg, 1977 i Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (tekst jednolity Dz.U.10.185.1243). Wymienione akty prawne obowiązujące w UE (w tym w Polsce) już od kilku lat, w praktyce wyraźnie wskazują potrzebę nowego podejścia do gospodarowania wodami deszczowymi. Rys. 15. ukazuje różnorodne formy inżynieryjnego podejścia do miejskiego drenażu według Aherna. W tym ujęciu w rozwiązywaniu problemów niekorzystnego bilansu wodnego na obszarach miast, z pożytkiem zarówno dla przyrody jak i dla mieszkańców, pomaga inżynieria ekologiczna. W niej znaleźć możemy metody proekologicznego zarządzania wodami opadowym, które omówione zostaną w dalszych rozdziałach.

**Rys.15. Inżynieryjne sposoby podejścia do miejskiego drenażu według J. Aherna**

<b>Tradycyjne obiekty inżynieryjne</b> Budowane w jednym celu (np. kontrola przeciwpowodziowa) Brak wartości ekologicznych Brak możliwości rekreacji	<b>Inżynieria środowiska</b> Dwufunkcyjna (np. ochrona przeciwpowodziowa i estetyka) Fragmentaryczne wartości ekologiczne Rekreacja możliwa lub nie	<b>Inżynieria ekologiczna</b> Wielofunkcyjne Średnie lub wysokie wartości ekologiczne i zminimalizowana fragmentacja Nacisk na funkcje rekreacyjne
		
		

**WARTOŚĆ EKOLOGICZNA**  
**WARTOŚĆ SPOŁECZNA**

Źródło: oprac. graficzne na podstawie (Ahern 2007): K.Russek, A.Kempa

### 3.2. Wpływ urbanizacji na zasoby wodne. Sytuacja Polski na tle uwarunkowań globalnych

Zmiany klimatyczne, kurczące się zasoby naturalne oraz postępujący 'boom' demograficzny to podstawowe globalne wyzwania współczesnego świata, które szczególnie uwidaczniają się na terenach miejskich. Wszystkie te problemy są ze sobą powiązane, a ich wspólnym mianownikiem jest woda. Według prognoz Piotra Kowalczyka, w ciągu następnych 30 lat populacja światowa wzrosnąć może o około 2,2 miliarda ludzi, z czego prawie wszyscy urodzą się w miastach – ok. 2,1 mld. Jego zdaniem proces urbanizacji będzie rozwijać się bardzo gwałtownie, szczególnie w pierwszej połowie XXI wieku. Już w roku 2006 liczba ludności wiejskiej i miejskiej wyrównała się. W krajach rozwijających się nastąpi to najprawdopodobniej w roku 2020, a w okolicach roku 2050 70% ludności Europy, Ameryki Północnej i Ameryki Łacińskiej stanowić będą mieszkańcy miast (Kowalczyk 2011; White 2010). W jaki sposób wyzwania te łączą się z wodą i jaki ma to wpływ na obszary zurbanizowane? W pierwszej kolejności omówione zostaną zmiany klimatyczne oraz kwestia zasobów wodnych w ujęciu światowym i Polskim, w drugiej części podrozdziału natomiast poruszone zostaną kwestie wpływu urbanizacji na zasoby wodne.

#### 3.2.1. Zmiany klimatyczne oraz kwestia zasobów wodnych w ujęciu światowym i polskim

Zgodnie z badaniami profesora Zbigniewa Kundzewicza, aktualne modele klimatyczne są zbieżne co do kierunków zmian temperatury, przewidując globalne ocieplenie do końca XXI wieku. Zakres ocieplenia w horyzoncie do roku 2100 dla różnych scenariuszy rozwoju i emisji, przewiduje wzrost temperatury od 1,1°C<sup>45</sup> do nawet 6,4 °C<sup>46</sup> w porównaniu z okresem 1980-1999, zależnie od scenariusza, jeżeli nie uwzględną się działań sprzyjających ochronie klimatu (Kundzewicz 2011). Kundzewicz wskazuje także liczne argumenty na poparcie tezy, że to działalność człowieka jest bezpośrednim skutkiem tak gwałtownych zmian. Zwraca uwagę szczególnie na wyraźny wzrost atmosferycznego stężenia gazów cieplarnianych, czyli wzrost stężenia:

<sup>45</sup> W najbardziej korzystnym scenariuszu - szybko bogacącego się świata postindustrialnego, w którym przemysł ma mały udział w wytwarzaniu dochodu narodowego, a energia dzięki nowym technologiom jest oszczędnie zużywana i pochodzi głównie z czystych źródeł temperatury podniosą się w zakresie 1,1–2,9°C (Kundzewicz 2011)

<sup>46</sup> Najmniej korzystny scenariusz zakłada, że rozwój gospodarki światowej przebiega szybko, ale głównie w oparciu o spalanie tradycyjnych paliw kopalnych. Gdyby ziścił się ten scenariusz, temperatura globalna do końca wieku wzrosłaby w zakresie 2,4–6,4°C w porównaniu z końcówką zeszłego stulecia (Kundzewicz 2011).

- dwutlenku węgla na skutek wzrostu spalania węgla, ropy i gazu, a także przez redukcję możliwości sekwestracji<sup>47</sup> węgla przez roślinność w wyniku masowego i stałego wylesiania
- metanu, którego źródłem jest masowa produkcja ryżu, hodowla zwierząt oraz wzmożone topnienie zmarzliny (lodowców);
- podtlenku azotu, którego źródłem jest przemysłowe rolnictwo.

Niestety oprócz samego wzrostu temperatury, zmiany klimatyczne skutkują także zmianą wszystkich innych elementów sprzężonych w systemach klimatycznych i systemach zasobów wodnych, również tych związanych z zasobami fizycznymi, biologicznymi i społecznymi. Schemat powiązań pomiędzy systemami wpływającymi na klimat i zasoby wodne według Kundzewicza i Kowalczaka zilustrowany został na rysunku nr 16. Ich zdaniem powiązane ze sobą system klimatyczny oraz podaż i popyt zasobów wodnych skorelowane są także bezpośrednio z emisją gazów cieplarnianych oraz z ilością ludności na Ziemi, ich stylem życia, gospodarką oraz stosowaną przez ludność technologią. Zagospodarowanie przestrzenne jest bezpośrednio powiązane z ilością zasobów wodnych, a zapotrzebowanie na żywność wpływa na zasoby wodne pośrednio.

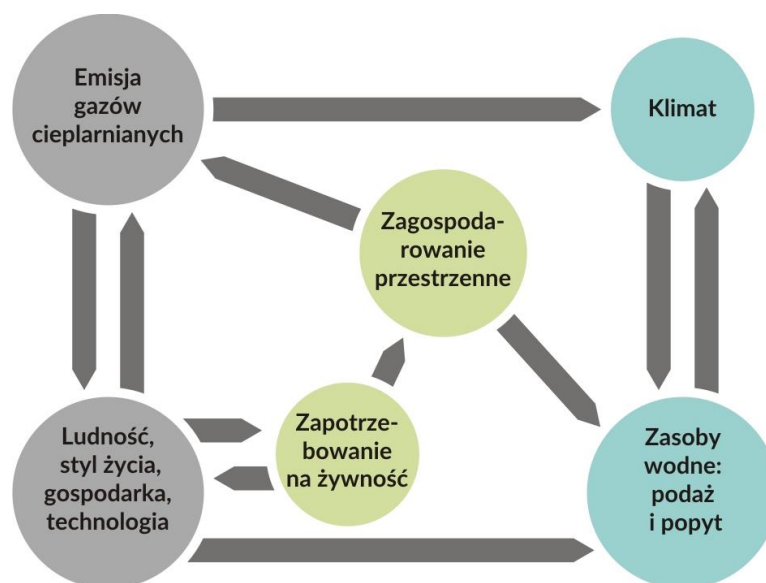
W przypadku prognoz dotyczących opadów atmosferycznych i zmiennych od nich zależnych, gdyż one są najbardziej interesujące z punktu widzenia niniejszej dysertacji, to zdaniem Kundzewicza przewidywania zmian, przy zastosowaniu różnych modeli klimatycznych, są obarczone znacznie większą dozą niepewności. W wysokich szerokościach geograficznych i krajach tropikalnych modele zgodnie symulują kierunek zmian przewidując wzrost opadów, natomiast w niektórych obszarach podzwrotnikowych i obszarach o szerokościach średnich, jak np. w Basenie Morza Śródziemnego, przewidują spadek opadów. Między nimi leżą jednak obszary o znacznej niepewności przewidywań (Kundzewicz 2011; Romanowicz et al. 2014). Ekspert nie są do końca zgodni co do tempa wzrostu poziomu mórz i oceanów, związanego ze wzrostem globalnej temperatury. Jednak nawet ostrożne kalkulacje powinny budzić poważne obawy. W latach 1993-2003 globalny wzrost poziomu morza wyniósł 3,1mm (+/- 0,7mm) rocznie, a wywołany był głównie rozszerzalnością cieplną wody oraz w mniejszym stopniu, kurczeniem się kriosfery<sup>48</sup>. Jednak na koniec XXI wieku przewiduje się wzrost poziomu mórz i oceanów o 18 cm,

<sup>47</sup> wylapania, przejścia, związania (na podstawie Słownik Języka Polskiego PWN <http://sjp.pwn.pl>)

<sup>48</sup> powłoki lodowej na powierzchni Ziemi w postaci lodowców, lądolodów, wieloletniej zmarzliny i śniegów (na podstawie Słownik Języka Polskiego PWN <http://sjp.pwn.pl>)

a skrajnie nawet o 59 cm powyżej poziomu z lat 1980-1999, w zależności od scenariusza. Wyliczenia te nie uwzględniają jeszcze możliwości radykalnego przyspieszenia topnienia lodolodów Grenlandii i Antarktydy, co nie jest wprawdzie wysoce prawdopodobne w XXI wieku wedle większości ekspertów, jednak możliwe. Istnieją także prognozy sugerujące znacznie wyższy wzrost poziomu mórz już za kilkadziesiąt lat (Parry et al. 2007; Kundzewicz et al. 2005; Kundzewicz 2008, 21 października 2008). Podniesienie się poziomu oceanów będzie skutkowało poważnymi zmianami na terenach nadbrzeżnych, które nierzadko są obszarami gęsto zaludnionymi. Woda morska zaleje nisko położone obszary deltowe, jak na przykład wybrzeża Holandii, Bangladeszu, małe wyspy na Pacyfiku i na Oceanie Indyjskim, narażając je ponadto na powodzie sztormowe. Zwiększa się także ryzyko inwazji słonej wody do głębinowych zasobów wodnych miast przybrzeżnych<sup>49</sup> (Kundzewicz 21 października 2008, 2008; Jaworska-Szulc, Kozerski 2007). Zmiany globalnej pokrywy śnieżnej, lodu i wiecznej zmarzliny wiążą się z konsekwencjami dla ekosystemów naturalnych i ludzi zależnych od wód płynących zasilanych dzięki topnieniu kriosfery. Zmiany klimatyczne to także ekstremalne zjawiska pogodowe, jak fale upałów, susze, intensywne i nawałne opady, powodzie i tropikalne cyklony.

**Rys.16. Uproszczony schemat powiązań między systemami wpływającymi na klimat i zasoby wodne według Kundzewicza i Kowalczaka**



Źródło: opracowanie graficzne K.Russek, A.Kempa, J.Rayss na podstawie: (Kundzewicz, Kowalczak 2008)

<sup>49</sup> Dobrym przykładem może tu być Gdańsk, który aktualnie korzysta z głębinowych ujęć wody dla pokrycia zapotrzebowania na wodę swoich mieszkańców. Inwazja wód słonych byłaby w tym przypadku katastrofalna.



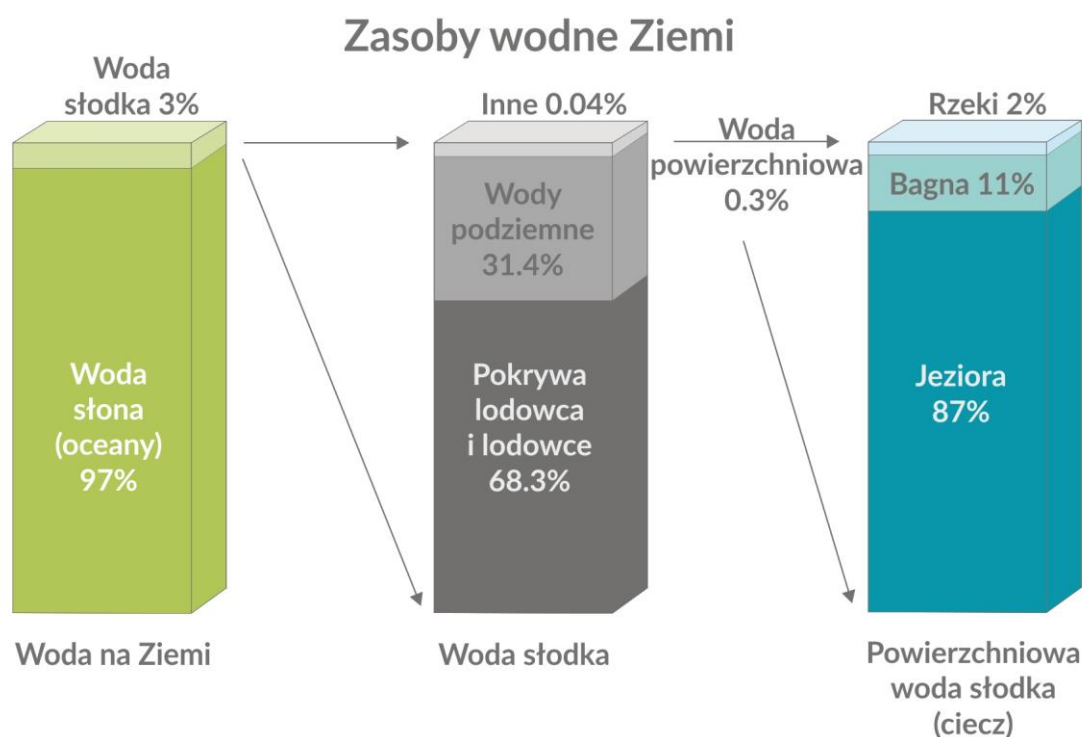
Niektóre konsekwencje zmian klimatu w opinii Kundzewicza są nieuniknione, nawet w przypadku niskich poziomów ocieplenia, jak: blaknięcie koralów na rafach koralowych, zmiany zasięgu występowania gatunków fauny i flory, ryzyko suszy i braku wody na suchych obszarach tropikalnych, ryzyko pożarów lasów czy szkody na wybrzeżach spowodowane wzrostem poziomu mórz. Istotnym jest, że wszystkie ze scenariuszy uwzględniają brak skoordynowanej polityki klimatycznej, gdyż bardzo trudno dojść do światowych ograniczeń emisji tak, aby ich przestrzeganie dało się wyegzekwować. Natomiast w związku z dużą bezwładnością systemu klimatycznego, dwutlenek węgla, który już został 'dostarczony' do atmosfery i nadal do niej dociera, będzie przez długie dekady wzmocniał efekt cieplarniany (Kundzewicz 2011; Kundzewicz et al. 2005; White 2010). Nie ma więc innego wyjścia, jak przygotować się na zmiany i dostosować do nich, robiąc wszystko, żeby je w miarę możliwości ograniczyć.

Jak już zostało wspomniane wcześniej, jedną z najważniejszych konsekwencji zmian klimatu (istotną z punktu widzenia niemiejszej dysertacji) są **zmiany w ilości i intensywności opadów**. Z jednej strony intensywność opadów wzrośnie, z drugiej wzrośnie także zagrożenie suszą, czyli globalny rozkład opadów ulegnie przejaskrawieniu (Romanowicz et al. 2014; Kundzewicz 2011). W ten sposób obszary dotąd wilgotne staną się jeszcze bardziej wilgotne, a te borykające się z suszą – bardziej suche. Już w ostatnich latach, według Kowalczyka i Kundzewicza, stwierdzono wzrost sum opadów w Skandynawii i zachodniej części Rosji, natomiast w strefie suchych i półsuchych klimatów podzwrotnikowych (np. północna część Afryki) – spadek. W związku z tym przewiduje się wzrost dostępności wody w wysokich szerokościach geograficznych nawet o 10-40%, a zmniejszenie w suchych klimatach szerokości geograficznych średnich oraz suchych tropikach o 10-30%. Warto przy tym zauważyć, że ziemskie zasoby wody są niezmiennie od zarania dziejów, czyli zgodnie z obserwacją Kowalczyka, *pijemy tę samą wodę, którą piły dinozaury. Dowcip polega na tym, by ilość, którą dysponujemy, tak przerabiać, uzdatniać i wielokrotnie zużywać, byśmy mogli napić się jej więcej* (Kowalczyk 2011), bo jest nas coraz więcej i mamy coraz większe potrzeby. Coraz więcej państw boryka się z niedoborami wody. Patrząc na naszą planetę z ujęć kosmicznych widzimy błękitną planetę i wydawać by się mogło, że zasoby wodne to główne bogactwo Ziemi. Niestety ponad 97% tego bogactwa<sup>50</sup>, to zasoby wody słonej, a kolejne prawie

<sup>50</sup> dokładnie 97,41% wg Szymkiewicz, Gąsiorowski 2010

2% to woda słodka niedostępna, bo 'zamrożona' w lodowcach <sup>51</sup>. Ludzkości pozostaje więc ok 0,6% wody słodkiej w postaci wód gruntowych (0,592%), wód jezior i mórz wewnętrznych (0,0148%), wilgoci glebowej (0,00505%), wilgoci atmosferycznej (0,00094%), rzek (0,00012%) i tej, stanowiącej część organizmów żywych (ok 0,00008%) (Szymkiewicz, Gąsiorowski 2010) – czyli niewiele (schemat na rys. 17. ilustruje niniejszą problematykę). Zgodnie z badaniami Kowalczaka niedobory wody dotyczą coraz większą liczbę państw. W ostatnim pięćdziesięcioleciu XX wieku liczba krajów, w których zasoby wody nie przekroczyły 500 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok<sup>52</sup> wzrosła z dwóch do dwunastu, natomiast liczba państw przeżywających tzw. *stres wodny*, czyli chroniczny brak wody lub zasobów do zarządzania wodą, wzrosła z dziesięciu do ponad trzydziestu państw<sup>53</sup>. Bez względu na sposoby oceny zasobów wodnych w skali całego świata Kowalczak podkreśla tendencje do zmniejszania się zasobów wodnych w przeliczeniu na osobę.

**Rys. 17. Zasoby wodne Ziemi**



Źródło: opracowanie graficzne A.Kempa, J.Rayss na podstawie: (Szymkiewicz, Gąsiorowski 2010)

<sup>51</sup>dokładnie 1,984% wg Szymkiewicz, Gąsiorowski 2010

<sup>52</sup> Zasoby wodne o wielkości 500 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok to wg Kowalczaka minimalny poziom, który umożliwia ich zarządzaniem

<sup>53</sup> Warto tutaj dodać, że wyniki dotyczące poziomu zasobów wodnych państw są często sprzeczne ze stereotypowym ich postrzeganiem - państwa o bardzo małej gęstości zaludnienia, mają przy stosunkowo niewielkich zasobach wodnych dobrą dostępność wody w przeliczeniu na mieszkańca - np. Australia powszechnie znana ze swojego pustynnego charakteru a w krajach o wyższych średnich zasobach znajdują się regiony dotknięte ich deficytem, zróżnicowanym czasowo i przestrzennie - np. w Brazylii, lub są bardzo gęsto zaludnione - jak Indie.

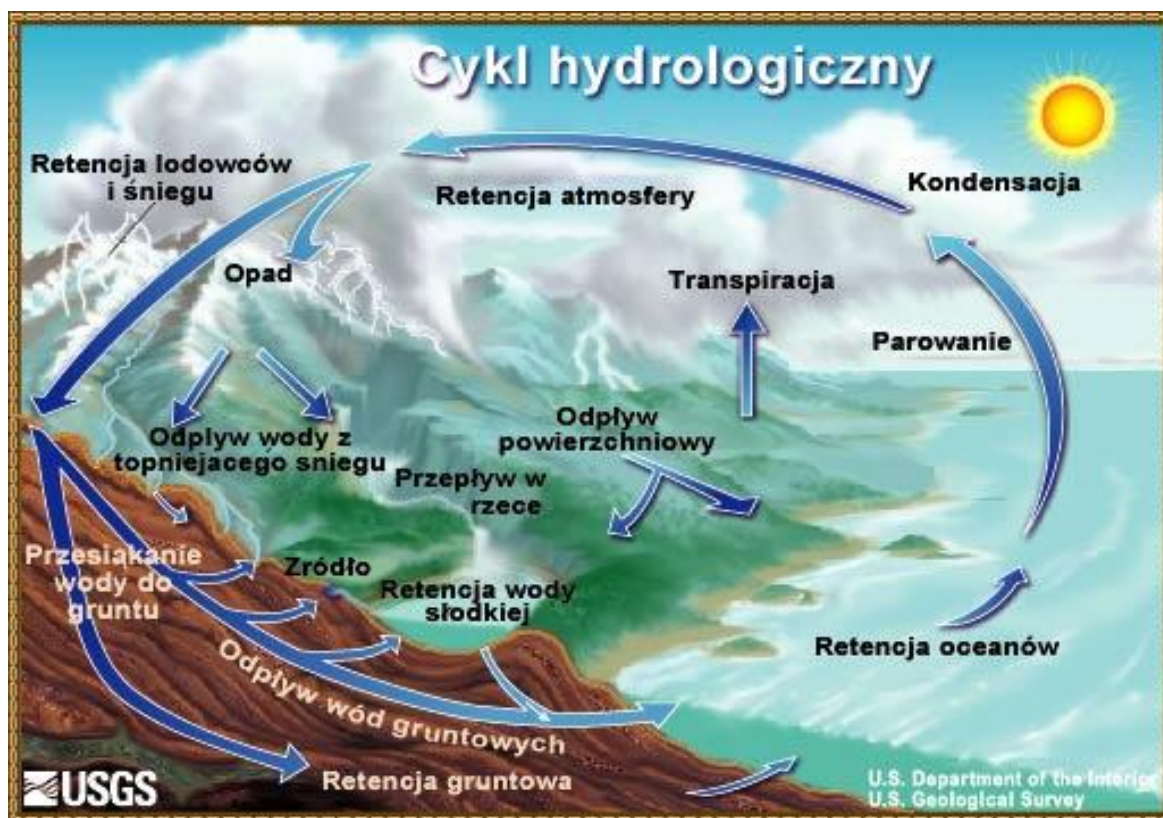
Analiza prognoz dostępu do wody do roku 2050, przeprowadzona przez Kowalczaaka, wykazuje pogłębienie się niekorzystnych tendencji oraz spadek zasobów wodnych poniżej zdolności zarządzania nimi, czyli poniżej 500 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok w kolejnych krajach<sup>54</sup>. Kowalczak przyczyn takich prognoz upatruje w braku zasobów wodnych wynikający z naturalnych cech fizyczno-geograficznych obszarów, zmianach zasobów wodnych wynikających z wahań intensywności obiegu wody oraz **zanieczyszczeniu** wód ograniczającym możliwe społeczne, ekonomiczne i środowiskowe znaczenie ich zasobów. Podobnie jednak we wzroście zapotrzebowania na wodę wynikającym ze wzrostu liczby ludności i powiązanych z tym **rozwoju urbanizacji**, a także w podniesieniu się poziomu życia, a co za tym idzie, zwiększeniu się zapotrzebowania na wodę w przeliczeniu na 1 mieszkańca. Na koniec do przyczyn zalicza tendencje do zmian średnich i ekstremalnych przepływów rzecznych, stanów wód w rzekach i jeziorach i stanów wód podziemnych, które mimo niepewności wyników przypisywane są globalnym zmianom klimatu (Kowalczak 2007). W tej sytuacji należy szukać pilnie rozwiązań, które sprzyjać będą w dłuższym horyzoncie czasowym zwiększaniu zasobów wodnych, co w sytuacji niezmiennych ilości ogólnych ziemskich zasobów wodnych wydaje się trudne. Z pomocą przychodzi tutaj *cykl hydrologiczny*, który opisuje zjawisko krążenia wody pomiędzy atmosferą litosferą i hydrosferą (rys. 18.). Dzieje się tak przede wszystkim dzięki energii słonecznej, ciśnieniu atmosferycznemu oraz sile ciężenia, a także dzięki działalności człowieka, który może cykl przyspieszyć lub zwolnić. Zwolnienie cyklu poprzez retencję wody (czyli okresowe przetrzymanie), jest szczególnie istotne z punktu widzenia walki ludzkości o zasoby wodne. Nie jest tu jednak korzystna retencja mórz i oceanów oraz retencja wody w kriosferze, gdyż jest ona dla nas trudnodostępna. Szczególnie ważna jest natomiast retencja gruntowa (czyli ta w litosferze) oraz retencja wody słodkiej (retencja rzek, jezior a przede wszystkim bagien i mokradeł). Cennych narzędzi w tym względzie dostarczają nam proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi, które zostaną omówione szeroko w rozdziale 3.3.

---

<sup>54</sup> we wszystkich krajach północnej części Afryki (z wyjątkiem Maroka), w Somalii oraz w Izraelu, Arabii Saudyjskiej, Omanie, Jemenie, Zjednoczonych Emiratach Arabskich, Kuwejcie i Katarze. Trudna sytuacja występować może również w Pakistanie, Indiach, Iranie, Myanmarze oraz Turkmenistanie. Zmniejszenie zasobów wodnych dotknie zatem głównie Afrykę i część Azji. Względnie stabilna sytuacja pozostanie natomiast w obu Amerykach, Australii i Europie, źródło: Kowalczak 2011



Rys. 18. Cykl hydrologiczny.



Źródło: USGS

### 3.2.2. Zasoby wodne Polski

Zasoby wody wodne Polski, w porównaniu do innych krajów UE są niewielkie (Rys. 19.). Według Eurostatu, pod względem zasobów wody słodkiej na mieszkańca, Polska ze średnimi zasobami na poziomie poniżej 1700 m<sup>3</sup>/rok/mieszkańca plasuje się na czwartym miejscu od końca listy krajów europejskich. Więcej wody ma ponad 20 krajów, za nami natomiast są tylko Czechy (1600 m<sup>3</sup>/rok/mieszkańca), Cypr (400 m<sup>3</sup>/rok/mieszkańca) i Malta (100 m<sup>3</sup>/rok/mieszkańca). Z kolei według Aquastatu<sup>55</sup> w latach 2013-2014 w przeliczeniu na jednego mieszkańca zasoby wodne Polski wyniosły 1567m<sup>3</sup>/mieszkaniec/rok. W okresach, kiedy kraj nawiedzają susze, wskaźnik ten spada nawet poniżej 1000 m<sup>3</sup>/rok/osobę. Średnie zasoby wody przypadające na jednego mieszkańca Europy wynoszą 4560 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok, a za próg odnawialnych zasobów wodnych uznaje się wskaźnik wynoszący 1700 m<sup>3</sup>/rok/osobę.

<sup>55</sup> <http://www.fao.org/nr/water/aquastat>

**Rys. 19. Zasoby wodne w wybranych krajach OECD**

Kraje	Zasoby wód [mln m <sup>3</sup> ]	Zasoby wód na jednego mieszkańca [m <sup>3</sup> ]
Niemcy	182 000	2 218
Grecja	7 2000	6 866
Hiszpania	111 133	2 797
Francja	19 1000	3 265
Irlandia	52 198	15 568
Włochy	175 000	3 040
Finlandia	110 000	21 319
Szwecja	179 000	20 200
Wielka Brytania	160 630	2 694
Republika Czeska	15 977	1 556
Litwa	24 500	6 635
Turcja	234 300	3 443
Islandia	170 000	59 9941
Norwegia	369 000	51 504
<b>Polska</b>	<b>63 100</b>	<b>1 633</b>

Źródło: T. Poskrobko. *Ochrona Biosfery*. PWN. Warszawa 2007, za: *Ochrona Środowiska ...*, 2003

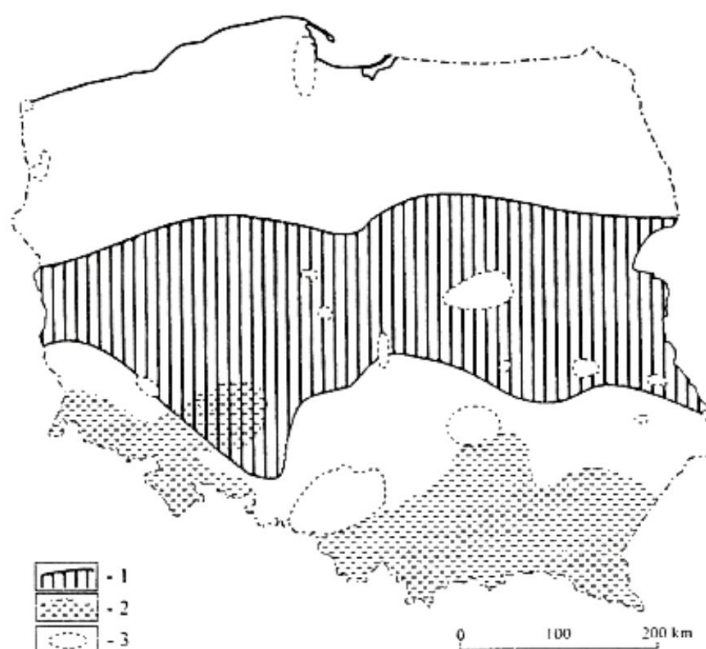
Paradoksalnie więc w lepszej sytuacji od Polski, jeśli chodzi o zasoby wodne, jest Etiopia, Iran czy Syria, a w literaturze przedmiotu Polskę czasami nazywa się *Egiptem Europy*. Aktualnie sytuację hydrologiczną kraju, zdaniem prof. Kundzewicza, ratuje pogarszająca się sytuacja demograficzna kraju oraz stosunkowo małe parowanie wody, znacznie mniejsze niż na przykład w Portugalii czy Hiszpanii. Jeżeli jednak, zgodnie z przewidywaniami, średnia temperatura w Polsce wzrośnie na skutek zmian klimatycznych, parowanie nasili się. Dla obszaru Polski modele przewidują wzrost średniej rocznej temperatury na poziomie 3-3,5 °C, przy czym temperatura zimy wzrosnąć może o 3,5–5°C (więcej na terenie Polski wschodniej), a lata o 3-3,5 °C (więcej w południowej części Polski, mniej w północnej). Kundzewicz zauważa, że aktualnie już niekorzystnie wygląda sytuacja w Wielkopolsce, gdzie od dawna przez większość sezonów letnich więcej wody paruje niż opada na ziemię, zmniejszając w ten sposób zasoby wody glebowej, co doprowadzić może do *suszy glebowej*<sup>56</sup>. Problematykę tę rozwijają Grażyna Porębska i Maciej Sadowski określając ją jako problem stepowienia dużych obszarów kraju. Ich zdaniem pojęcie stepowienia występowało już wcześniej w związku z wytrzebieniem w XVIII i XIX wieku Puszczy Noteckiej oraz nadmiernej eksploatacji wód podziemnych w Wielkopolsce, co przy

<sup>56</sup> niedobór wody dostępnej dla roślin

tradycyjnie małych opadach w tej części kraju (450–500 mm rocznie) musiało doprowadzić do rozwoju takich zjawisk. Obecnie jednak według ich obserwacji, zjawisko stepowienia obserwowane jest także na Pomorzu, Kujawach i południowo-wschodniej Polsce. W południowej i środkowej Polsce poziom wód podziemnych jest z przyczyn naturalnych niski (rys. 20.). Ulega on dalszemu obniżaniu przede wszystkim w wyniku braku spójnej gospodarki wodą oraz eksploatacji surowców naturalnych, a zwłaszcza węgla brunatnego metodą odkrywkową (rys. 21.). Doprowadziło to do zmniejszenia dostępności wody dla gospodarki, a zwłaszcza rolnictwa i ekosystemów naturalnych.

### Rys. 20. Obszary naturalnego niedoboru wód w Polsce:

Gdzie zgodnie z legendą: 1 (kreskowanie pionowe) – wody powierzchniowe, 2 (drobne kreskowanie poziome) – wody podziemne, 3 (pola obwiedzione linią kropkowaną) – intensywny pobór wód podziemnych



**Rys. 1.** Obszary naturalnego niedoboru wód w Polsce [Kleczkowski 2001]:  
1 – powierzchniowych, 2 – podziemnych, 3 – intensywny pobór wód podziemnych  
**Fig. 1.** Areas of natural water deficiency in Poland

Źródło: (Porębska, Sadowski 2007)

Nakłada się na to dodatkowo fakt, że gleby w Polsce są w większości glebami lekkimi, o małej retencji wód opadowych, a wprowadzanie nowych, intensywnych systemów produkcji roślinnej zmniejsza zasoby wód glebowych. W rezultacie w

okresach bezdeszczowych obserwuje się obumieranie i zasychanie roślin oraz znaczne wzmożenie erozji wietrznej. Obszary objęte intensywną erozją wietrzną pokrywają się z obszarem niedoboru wód podziemnych (Porębska, Sadowski 2007).

### Rys. 21. Obszary eksploatacyjnego niedoboru wód podziemnych

Gdzie zgodnie z legendą: 1 (obszary obwiedzione czarną linią) – wykorzystanie zasobów powyżej 75%, 2 (obszary szare obwiedzione linią przerywaną) – najintensywniejsza eksploatacja, 3 (czarna menzurka) – pobór wód dla celów konsumpcyjnych i przemysłowych i na obszarach odwadniania kopalń (symbol górnika), 5 (odwrócony symbol górnika) – obszary zaniechanego odwadniania kopalń, 6 – kopaliny: C – węgiel kamienny, CbB – węgiel brunatny (Turów i Bełchatów), 8 (kółko) – ujęcia wód podziemnych



**Rys. 2.** Obszary eksploatacyjnego niedoboru wód podziemnych [Kleczkowski 2001]:  
 1 – wykorzystanie zasobów – powyżej 75%, 2 – najintensywniejsza eksploatacja,  
 3 – pobór wód dla celów konsumpcyjnych i przemysłowych na obszarach odwadniania kopalń, 4 – obszary odwodnienia kopalń, 5 – obszary zaniechanego odwadniania kopalń, 6 – kopaliny: C – węgiel kamienny, CbB – węgiel brunatny (Turów i Bełchatów), 8 – ujęcia wód podziemnych.

Źródło: (Porębska, Sadowski 2007)

Również problemy z wodą opadową w konsekwencji zmian klimatu są dla Polski, zdaniem prof. Kundzewicza, niepewne. Wprawdzie według większości modeli klimatycznych, same wartości opadu rocznego nie powinny ulegać dramatycznym zmianom, jednak towarzyszyć im będzie duża, niekorzystna zmiana w sezonowości. Zimą zamiast śniegu padać może gwałtowny deszcz, czego konsekwencją mogą

być zimowe powodzie, natomiast latem, kiedy woda jest najbardziej potrzebna, będzie jej znacznie mniej, bo mniej jej spadnie a z powodu wyższej temperatury będzie silniej parowała. Dodatkowo same opady będą znacznie intensywniejsze a pomiędzy nimi wystąpią długie okresy posuchy (Kundzewicz, Kowalczak 2008; Romanowicz et al. 2014, 2014; Kundzewicz 2011). Na większości obszarów kraju nastąpi więc problem niedoborów wody, a na obszarach silnie zurbanizowanych nasili się zjawiska powodzi i podtopień po deszczach nawalnych. Z tego jasno wynika, że Polska powinna pilnie podjąć działania zmierzające z jednej strony do ochrony istniejących zasobów wodnych. Z drugiej natomiast strony należy dążyć do intensyfikacji działań w celu retencji wody w okresach jej nadmiaru, tak aby można było korzystać z niej w okresach deficytu. W tym celu stosować można zrównoważone metody zarządzania wodami opadowymi, tak aby minimalizować spływy powierzchniowe, a ogólnokrajowe systemy tzw. dużej retencji (czyli gł. wielkie, wodne zbiorniki retencyjne) wspierać renaturyzacją, ochroną bagien i mokradeł a także retencją małą, lokalną, tworząc w ten sposób także ZI miast.

### **3.2.3. Wpływ urbanizacji na zasoby wodne**

Współczesne miasta generują największe potrzeby wodne, szczególnie wody najwyższej jakości, głównie na potrzeby konsumpcji swoich mieszkańców. Same procesy urbanizacyjne natomiast wywołują zmiany w środowisku przyrodniczym skutkujące pośrednio lub bezpośrednio w dostępności i jakości zasobów wodnych, do których zdaniem Kowalczaka zaliczyć należy:

- zmiany warunków odpływu wód, co prowadzi do zanikania wód powierzchniowych i obniżania się stanu wód podziemnych;
- nasilenie się procesów erozyjnych, powodujących niestabilności gruntów, często na obszarach o większym zróżnicowaniu terenu, jak osunięcia, osuwiska i lawiny ziemne;
- zmiany klimatu miasta, w szczególności występowanie wysp ciepła, wzrost temperatury powietrza;
- zmiany w pokrywie roślinnej, zwiększenie ilości gatunków obcych, zmniejszenie różnorodności biologicznej;
- wzrost zanieczyszczenia powietrza;
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych (Kowalczak 2011).



Są to problemy i wyzwania dla współczesnych projektantów miejskich. Szczególnie istotne z punktu widzenia niniejszej dysertacji dla architektów krajobrazu i urbanistów, którzy swoją pracą mogą albo pogłębiać, albo minimalizować powyższe zmiany. Minimalizując mogą mieć pośrednio korzystny wpływ także na zasoby wodne. Wpływ obszarów miejskich na wybrane czynniki środowiskowe ilustruje rys. 22. Problematyka wodna obszarów zurbanizowanych jest o tyle złożona, że sama wysokość opadów atmosferycznych na obszarach miasta cechuje się dużym zróżnicowaniem, szczególnie w przypadku opadów o dużym natężeniu. Kowalczak notuje, że w trakcie występowania tego typu deszczów występują znaczne różnice w wielkości opadu chwilowego oraz sum opadów w dłuższym czasie, mierzone w różnych punktach miasta. Na przykład w okresie występowania ulewnych deszczy, które doprowadziły do powodzi w Warszawie, Gdańsku, Gdyni i Poznaniu latem 2009 roku wysokość opadów w rejonach miast dotkniętych powodzią oszacowano na poziomie 25-40 mm w pół godziny, podczas gdy w innych dzielnicach odległych o zaledwie kilka kilometrów, w tym samym czasie nie odnotowano żadnego opadu. Wynika to z obszarowej i czasowej zmienności opadów atmosferycznych oraz znacznego zróżnicowania pokrycia terenu na obszarach zurbanizowanych. Dodatkowo w wyniku urbanizacji i utwardzania nawierzchni ulegają zmianie właściwości fizyko-chemiczne gleby, zwiększając jej pojemność cieplną i przewodnictwo cieplne co wpływa na magazynowanie ciepła w dzień i jego wypromieniowywanie w nocy<sup>57</sup>. W związku z tym miasto ogrzewa się i ochładza znacznie wolniej niż jego otoczenie. Największe różnice pomiędzy miastem i jego otoczeniem obserwuje się w godzinach wieczornych i nocnych. Nad obszarami miast tworzy się zatem obszar cieplejszego i bardziej suchego powietrza, a zwiększona liczba *jąder kondensacji*<sup>58</sup> w postaci zawieszonych pyłów i innych zanieczyszczeń w powietrzu powoduje, że nad miastem częściej powstają chmury, częściej występuje opad atmosferyczny, jest mniejsza liczba dni pogodnych, częściej pojawiają się mgły oraz następuje zmniejszenie prędkości wiatru. Dodatkowo dużą rolę w kształtowaniu się wysp ciepła odgrywają miejskie pyły, absorbujące krótkotrwałe promieniowanie słoneczne. Nagrzane, miejskie powietrze przyczynia się do tworzenia tzw. *prądów*

<sup>57</sup> Dla porównania gleba to średnio: 0,25-0,3 W/mK, a beton, kostka brukowa: 0,9-1,3 W/mK

<sup>58</sup> Jądra kondensacji to mikrokryształki różnych soli, niektóre zanieczyszczenia organiczne, jony gazów i inne mikroskopijnych rozmiarów cząstki stałe zawieszane w powietrzu atmosferycznym. Na jądrach kondensacji osiadają produkty kondensacji pary wodnej w postaci kropelek wody lub kryształków lodu. Powstałe wokół jąder kondensacji kropelki wody lub kryształki lodu, po osiągnięciu odpowiednich rozmiarów, spadają na ziemię w postaci opadów atmosferycznych. Źródło: <http://www.imgw.pl>

wstępujących<sup>59</sup>, mających udział w powstawaniu chmur i opadów atmosferycznych. Natomiast wystąpienie opadów burzowych jest efektem tworzenia się chmur pochodzenia konwekcyjnego, co jak wykazano wyżej, występuje znacznie szybciej i częściej nad obszarami zurbanizowanymi (Kowalczak 2011).

**Rys. 22. Wpływ miasta na wybrane czynniki środowiskowe**

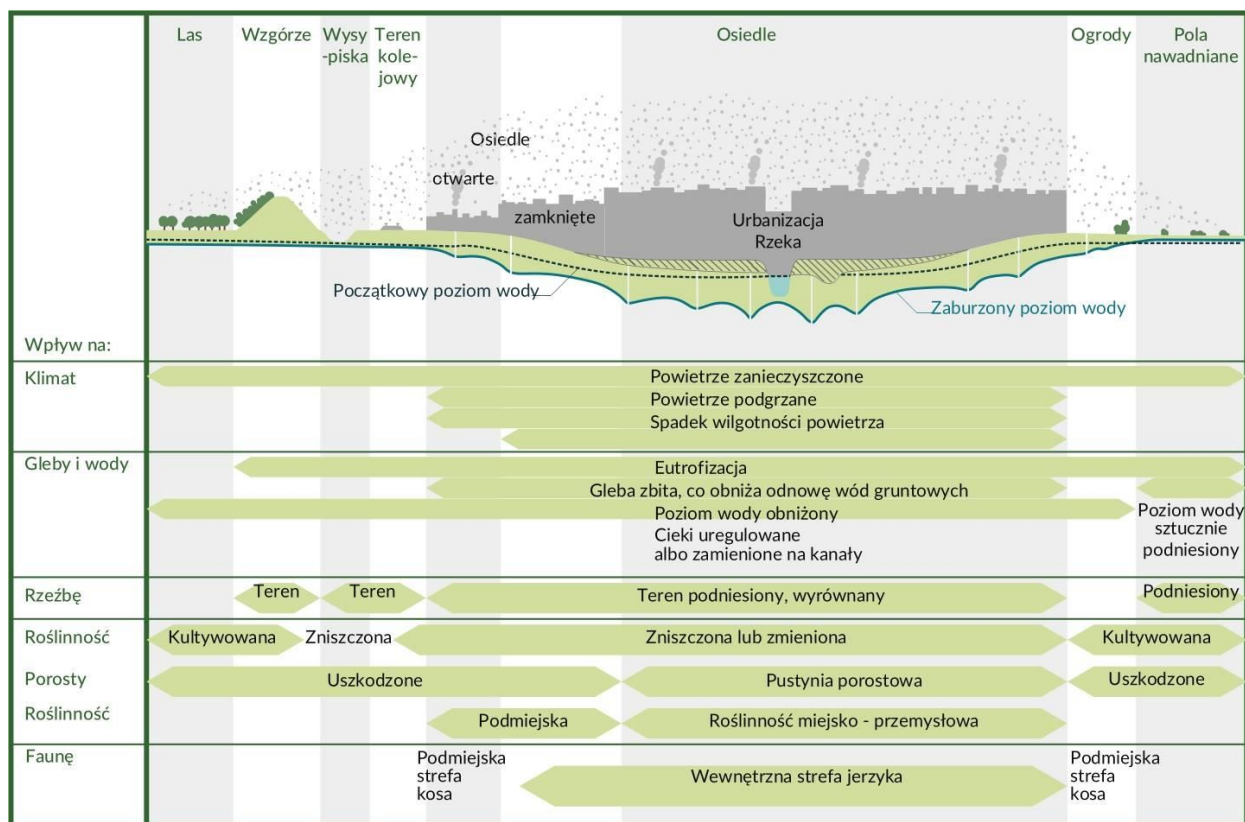
MIEJSKIE REGIONY EKOLOGICZNE	XII	X	IX	IV	III	II b	II a	I	V	VI	VII	VIII	XI	XIII	
	Relikty natury	Tereny rolnicze	Tereny wiejskie	Ogrodki	Tereny zielone	Dzielnice	Zabudowa	Śródmieście	Tereny specjalne	Ugórze	Tereny kolejowe	Obiekty	Relikty terenów	Biotopy wilgotne	
<b>CZYNNIKI EKOLOGICZNE</b>															
Klimat	Zanieczyszczenie powietrza														
Temperatura średnia roczna	<10°	10-10,5°	<10°		10-10,5°		>10,5°		10 - 10,5°					<10°	
Wilgotność powietrza		obniżona					obniżona					obniżona			
Wymiana powietrza							zmniejszona					zmniejszona			
Rzeźba							sztuczne nasypy i wyrównania								
Wody i gleby							zeutrofizowane								
Gleby							+ zabudowane						częściowo silnie zabudowane	zabudowane	
							antropomorficzne (horticzole i inne)					+ bogate w Ca industriale			
Stopień zabudowy (%)	0	0 - 20	40 - 60	20 - 40	0 - 20	40 - 60	60 - 80	80 -	40 - 60	0 - 20	60 - 80	80 -	0 - 20	0	
FLORA - liczba gatunków na ha	10 - 29	10 - 49	> 69	10 - 49	10 - 29		30 - 49	<10	30 - 69	> 69	30 - 69	10 - 69	> 69	10 - 49	
FAUNA - frekwencja gatunków <sup>59</sup>	3 - 4	2	3 - 4	3	2	3	1 - 2	1	3 - 4	5	4 - 5	5	5	5	

Źródło: opracowanie graficzne K. Russek, A. Kempa na podstawie: (Richling 2008)

Z rys. 22. wyraźnie wynika, że dla obszarów zurbanizowanych szczególnie cenne są wszelkie relikty natury oraz wilgotne biotopy, sprzyjające redukcji negatywnego wpływu miasta na lokalny mikroklimat, a także wody (szczególnie gruntowe, także płynące) i glebę. Natomiast rys. 23. wskazuje, że bardzo istotnym negatywnym skutkiem urbanizacji jest także opadanie lustra wód podziemnych pod obszarami miejskimi, gęsto zabudowanymi i pokrytymi szarą infrastrukturą.

<sup>59</sup> Prąd wstępujący, to pionowy ruch powietrza (ruch konwekcyjny) występujący w warunkach obniżonego ciśnienia atmosferycznego. Powietrze w tym prądzie unosi się wzwyż (w przeciwieństwie do prądu zstępującego). Opady atmosferyczne występują tylko przy prądach wstępujących. Źródło: Geografia – bogactwo przyrodnicze Ziemi. (Wład op. 2002)

**Rys. 23. Wpływ miasta na wybrane czynniki środowiskowe – Wyidealizowany przekrój przez wielkie miasto**



Źródło: opracowanie graficzne K. Russek, A. Kempa na podstawie: (Richling 2008)

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na to zjawisko jest także przeeksploatowanie, a docelowo obniżenie stanu zasobów wód podziemnych, co z kolei skutkuje także obniżeniem zasilania cieków i zbiorników wodnych powiązanych z nimi a nawet ich zanikaniem, spadkiem wielkości przepływów w ciekach, lokalnym przesuszeniem gruntów, degradacją obszarów wodno-błotnych i tym podobnym. Proces obniżania się lustra wód podziemnych na obszarach zurbanizowanych jest także związany z obniżonym ich zasilaniem w związku z uszczelnieniem powierzchni zlewni. Następstwem tego jest potrzeba zasilania miast w wodę z coraz odleglejszych źródeł, co wiąże się z rosnącymi kosztami. Dodatkowe przyczyny tego zjawiska to kompresja i uszczelnianie gleby, regulacja i likwidacja cieków wodnych, znikomy udział terenów zieleni<sup>60</sup>, sztucznie podnoszony i wyrównywany poziom gruntu, a także drenaż towarzyszący fundamentowaniu budynków i układaniu infrastruktury podziemnej. Obniżenie lustra wód podziemnych wpływa również na obszary sąsiadujące z miastem skutkując gorszymi warunkami wodnymi na okolicznych

<sup>60</sup> Ważne są tu szczególnie drzewa i krzewy, które dzięki procesom fizjologicznym w dużym stopniu regulują poziom wód gruntowych

polach uprawnych, które wymagają coraz częściej sztucznego nawadniania. Jak widać ZI, oferując wprowadzanie na tereny miast zieleni także w formie wilgotnych biotopów, może więc stać się pomocna w rozwiązywaniu tego typu problemów.

W przeciwieństwie do naturalnego systemu obiegu wody w przyrodzie, Kowalczak wyróżnia na obszarach zurbanizowanych dwa **systemy: wewnętrzny i zewnętrzny**. **System wewnętrzny** jest całkowicie antropogeniczny, związany z systemem zaopatrzenia miasta wodę (wodociągi) i odprowadzaniem ścieków do wód powierzchniowych (kanalizacja). System ten ma duży wpływ na przekształcenie obiegu wody w układzie zlewniowym. **System zewnętrzny** obiegu wody w mieście natomiast składa się:

- z **podsystemu powierzchni nieprzepuszczalnych**, charakterystycznego dla obszarów o zabudowie zwartej, znacznie przekształcającego naturalny obieg wody, gdzie ewapotranspiracja<sup>61</sup> i retencja podziemna jest bardzo silnie ograniczona, a odpływ wody następuje głównie za pośrednictwem systemu kanalizacji;
- oraz z **podsystemu powierzchni przepuszczalnych**, właściwych dla obszarów biologicznie czynnych w mieście, nawiązujący do naturalnego obiegu wody.

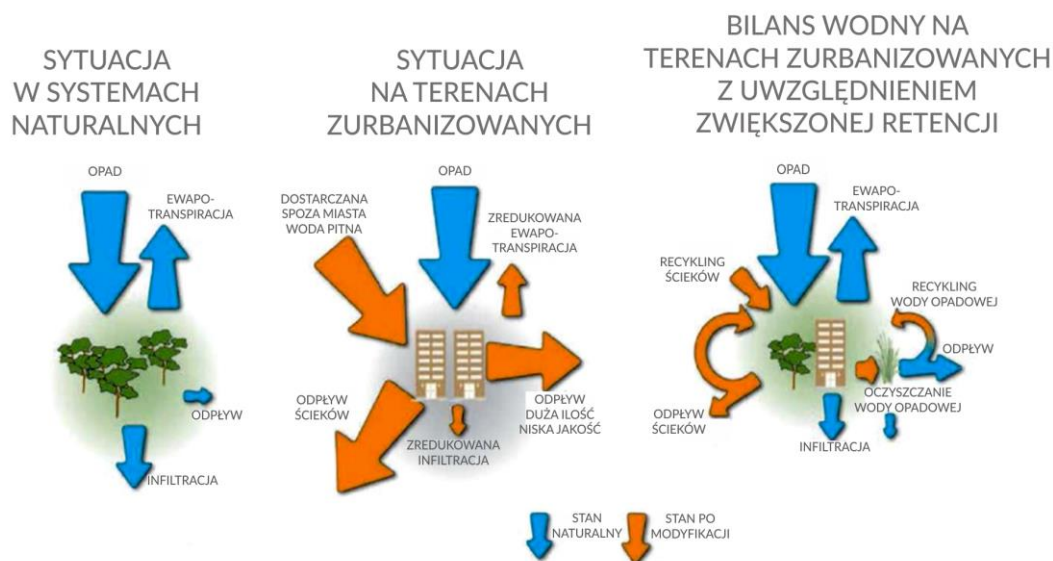
W konsekwencji praktycznie wszystkie czynniki kształtujące odpływ wody z obszarów zurbanizowanych ulegają modyfikacji. Wielkość zlewni<sup>62</sup> ulega zmianie na skutek budowy sieci kanalizacyjnej, co dzieje się często poprzez odwadnianie obszarów spoza naturalnej zlewni. Szorstkość zlewni ulega zdecydowanemu zmniejszeniu, a w konsekwencji na skutek uszczelnienia powierzchni, zmniejszenia obszarów zieleni, projektowania dróg wzdłuż osi naturalnego odpływu wód, zmniejszenia pojemności retencyjnej obszarów zurbanizowanych oraz wzrostu gęstości sieci odwadniającej (jak kanalizacja, odwodnienia budowli i dróg), dochodzi do ogromnego **skrócenia czasu koncentracji odpływu wody z obszarów zurbanizowanych**. W jednej chwili ogromne ilości wody, które w obszarze naturalnym w większości wsiąknęłyby w glebę, odpływają **jednocześnie** (kumulując się dodatkowo) do finalnego odbiornika (patrz schemat na rys. 25.).

<sup>61</sup> Ewapotranspiracja to summaryczne ujęcie procesu fizycznego parowania wody (czyli ewaporacji) oraz transpiracji, czyli przyswajania i odparowywania wody w ramach fizjologicznych procesów życiowych roślin

<sup>62</sup> Zlewnia (hydrologia) to obszar, z którego wody spływają do jednego wspólnego odbiornika (rzeki, jeziora, bagna), źródło: <http://encyklopedia.pwn.pl>

**Rys. 24. Zmiana równowagi bilansu wodnego na obszarach zurbanizowanych**

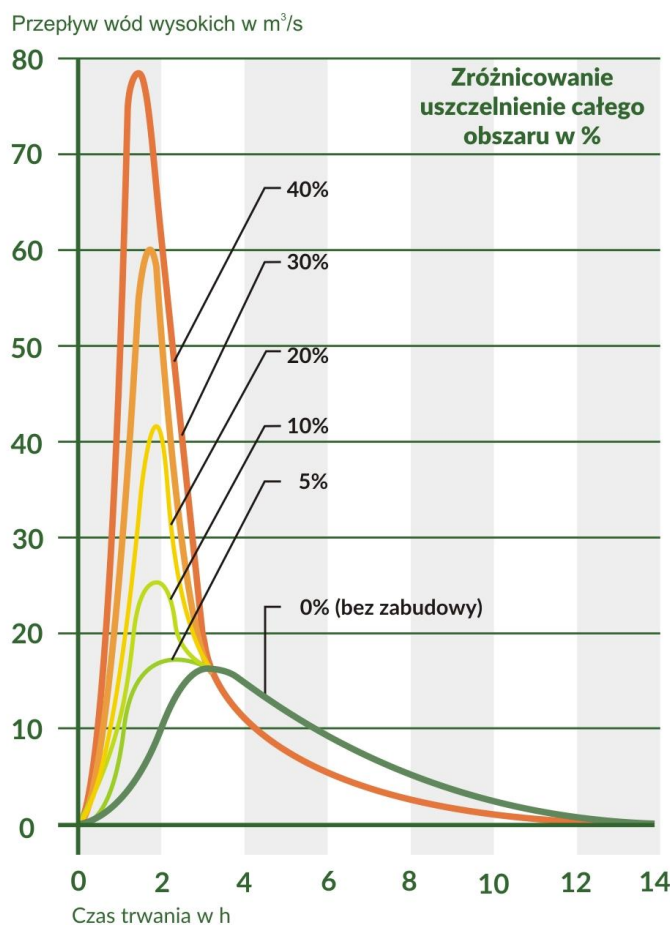
ZMIANA RÓWNOWAGI POMIĘDZY OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI I RETENCJĄ WODY NA TERENACH ZURBANIZOWANYCH POWODUJE ZWIĘKSZENIE ILOŚCI WODY ODPROWADZANEJ DO CIEKÓW WODNYCH



Źródło: <http://waterbydesign.com.au/whatiswsud/>.

W ten sposób obszary zurbanizowane borykają się z poważnie naruszoną równowagą bilansu wodnego, co ilustruje rys. 24. Konsekwencją tego jest wzrost zagrożenia powodziowego. Woda płynąc szybciej, większą masą, staje się żywiołem trudnym do kontrolowania, niosącym za sobą wzrost ryzyka powodziowego, dodatkowo dużo łatwiej ulega zanieczyszczeniu, zbierając z nawierzchni utwardzonych różne substancje i zanieczyszczenia. Są to zarówno odchody zwierząt i pyły, jak i substancje ropopochodne i tym podobne. W ostatnich latach XX wieku uznano i zanotowano, że zanieczyszczone w ten sposób wody deszczowe zagrażają czystości polskich rzek (Łyp 2005, op. 2008).

**Rys. 25. Kształt i wielkość przebiegu fali wysokich wód na obszarach o różnym stopniu uszczelnienia gruntu**

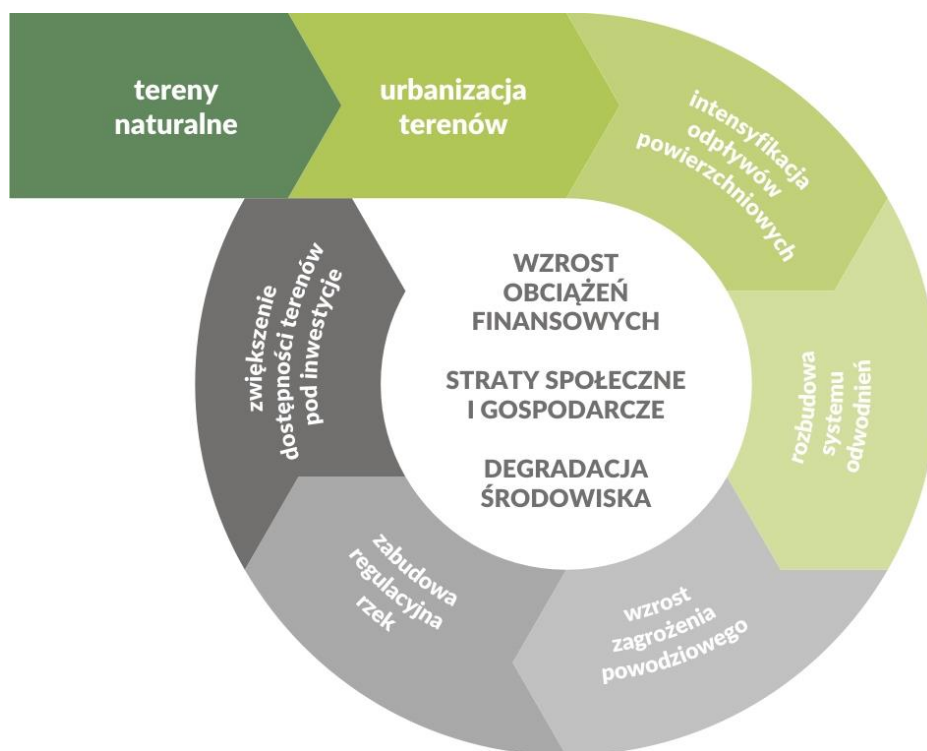


Źródło: opracowanie graficzne K. Russek, A. Kempa na podstawie: (Geiger et al. 1999)

Procesy te, jako sekwencja zdarzeń przyczynowo skutkowych, nakręcają niejako ‘spirale’ wzrostu potrzeb ochrony przeciwpowodziowej (co ukazuje rys. 26.). Urbanizacja terenów naturalnych niesie za sobą wzrost ilości powierzchni uszczelnionych, czego konsekwencją jest intensyfikacja odpływu wód opadowych z obszaru zainwestowania. Zwiększony odpływ ujmowany jest w rozbudowany system odwodnień, w którym projektowane rury kanalizacyjne mają coraz większe przekroje. Konsekwencją takich działań jest wzrost ryzyka powodziowego w związku z maksymalizacją odpływu do finalnego odbiornika ścieków deszczowych, jakim najczęściej są cieki wodne. Zwiększone ryzyko powodziowe jest niwelowane poprzez zabudowę regulacyjną cieków i inne inwestycje przeciwpowodziowe, co zwiększa finalnie dostępność terenu dla inwestycji i umożliwia dalszą urbanizację. Tak nakręca się spirala działań skutkująca wzrostem obciążeń finansowych, stratami gospodarczymi i społecznymi a także degradacją środowiska.



**Rys. 26. Systemowe ujęcie problemu urbanizowania terenów w aspekcie gospodarki wodami opadowymi – spirala wzrostu potrzeb ochrony przeciwpowodziowej**



Źródło: opracowanie graficzne K.Russek, J.Rayss, A. Kempa na podstawie (Kowalczak 2011; Słyś 2013; Januchta-Szostak 2012b)

Kolejnym problemem jest fakt, że w warunkach polskich ścieki deszczowe wprowadzane do rzek, były i są oczyszczane tylko w niewielkim zakresie. W przypadku niektórych wskaźników, zanieczyszczenia ścieków deszczowych przekraczają nawet ilość zanieczyszczeń w ściekach sanitarnych, co wpływa na okresowe pogorszenie stanu czystości wód finalnych odbiorników takich ścieków, destabilizując równowagę biologiczną rzek i jezior (Słyś 2008). Jest to szczególnie groźne w przypadku jezior, które z racji braku stałego i dynamicznego przepływu wody, mają dużo mniejsze możliwości samooczyszczania. Wody opadowe, stanowią zaś tę część wszystkich zasobów wodnych która dzięki ciągłemu, naturalnemu obiegowi wody, zapewnia odnawialność wód powierzchniowych i podziemnych, dlatego powinny podlegać ochronie przed degradacją. Powinny być także odpowiednio zagospodarowywane jako cenny i powszechnie dostępny substytut wody wodociągowej (Słyś 2013). Dla Kowalczaka największym marnotrawstwem jest budowa kosztownych systemów kanalizacji deszczowej, mających na celu odwadnianie w jego opinii *usychających z powodu braku wody miast* (Kowalczak 2007). Jego zdaniem sposób traktowania wód opadowych w miastach jest

paradoksalny. Natura dostarcza wodę w miejsce, w którym mamy określone potrzeby wodne. W odpowiedzi budujemy kosztowne i bardzo efektywne systemy kanalizacji deszczowej, których **jedynym zadaniem jest jak najszybsze wyrzucenie wody do zlewni**. Jeżeli dodatkowo te niezwykle sprawnie działające systemy odwadniające powodują na cieku odprowadzającym wodę z miasta tworzenie się powodziowej fali wezbraniowej, to dostrzec można tu brak logiki. Dlatego zdaniem Kowalczaka podstawowym problemem i zadaniem do wykonania na najbliższe lata jest wypracowanie sposobów efektywnego zagospodarowania i ponownego użycia wody z opadów atmosferycznych, a także przewyciężenie ewentualnych trudności technicznych i ekonomicznych związanych z jej magazynowaniem (Kowalczak 2011). Takie rozwiązania zostaną zaprezentowane w kolejnych rozdziałach.

Wpływ urbanizacji na gospodarkę wodną i środowisko, którego głównymi przejawami jest: uszczelnienie nawierzchni, zmiana naturalnego kierunku spływu, brak miejsca dla wody oraz wzbogacenie wód opadowych w różnego rodzaju substancje przynosi skutki środowiskowe przede wszystkim w czterech obszarach: w braku zasilania wód podziemnych, zmniejszaniu ilości zasobów wodnych, obniżeniu się lustra wody oraz zanieczyszczeniu zasobów wodnych (co ilustruje schemat na rys. 27.).

**Rys. 27. Podsumowanie wpływu urbanizacji na gospodarkę wodną i środowisko**



Źródło: opracowanie własne J.Rayss, opracowanie graficzne: J.Rayss, K.Russek, A. Kempa



W samym mieście wiąże się to z problemami ilościowymi wody, szczególnie opadowej (raz jest jej za dużo, po deszczu, raz za mało), jakościowymi (zanieczyszczenie wody opadowej na obszarach zurbanizowanych, a tym samym zanieczyszczenie odbiorników wód opadowych), szybkością, z którą woda opadowa spływa z terenów zabudowanych (co skutkuje erozją, zmywaniem skarp, a nawet osuwiskami). Odpowiedzią na te problemy są omówione w następnym rozdziale (3.3.) metody proekologicznego zarządzania wodami opadowymi, które za główne cele stawiają sobie zagospodarowywanie wody opadowej najbliżej miejsca opadu (*in situ*), zmniejszając wielkość spływu powierzchniowego, szybkość z jaką woda płynie, oczyszczając ją i retencjonując, a także umożliwiając jej recykling.

### **3.3. Metody projektowania zrównoważonej infrastruktury miasta z zakresu architektury krajobrazu i urbanistyki**

Koncepcja zrównoważonego rozwoju, to współczesny globalny paradygmat rozwojowy. Pojęcie zrównoważonego rozwoju i 'zrównoważenia' ogólnie, to współczesne 'słowa-klucze'. Służą do opisywania różnorodnych, zwłaszcza nowych, sposobów postępowania, metod działania i zasad funkcjonowania. Odniesienia takie znaleźć można w ramach wielu dyscyplin. Mamy współcześnie do czynienia ze zrównoważonym budownictwem, zrównoważonym rolnictwem, zrównoważoną ekonomią, finansami, zrównoważonymi osiedlami, a nawet zrównoważonymi funduszami. Rodzi to wiele niejasności i wypacza nierzadko istotę angielskiego pojęcia *sustainable*, które jest źródłem całego zamieszania. Bo o ile *sustainable* jest tłumaczone po prostu jako 'zrównoważone' to już *sustain*, czyli angielski czasownik źródłowy, ma wiele znaczeń. Warto je znać, rozumieć i wybrać właściwe, aby w pełni rozumieć pojęcie *sustainable* odniesione do krajobrazu, miasta, zarządzania wodą opadową. Wydaje się, że ma ono znacznie szerszy obszar znaczeniowy. *Sustain* znaczy mniej więcej tyle co 'podtrzymywać', 'przetrzywać coś', 'wypełniać należycie rolę'. Jeżeli mówimy więc o *Sustainable Landscape Design*, lub *Sustainable Urban Design*, lub o *Sustainable Drainage Systems*, to mamy na myśli rozwiązania finalne, które są w stanie trwać bez większych ingerencji z zewnątrz, które same podtrzymują swoje funkcjonowanie. Są zaprojektowane w należyty sposób, co zapewnia im właściwe, zgodne z zasadami natury, działanie. Aby uniknąć przekłamań i błędów w tłumaczeniu, oraz opisowego tłumaczenia sformułowań, które

najpełniej ujęłoby w języku polskim istotę terminów angielskich, kluczowe terminy pozostawione zostaną w pracy w wersji oryginalnej, przetłumaczone dodatkowo w nawiasach.

Na świecie badaniem i opisem metod z zakresu *Sustainable Urban Design*, zajmuje się wielu badaczy, wśród nich wymienić można: Meijer'a, Dubbelinga i Marcelisa (2010), Farr'a (2008), Benedict'a i McMahon'a (2006), DeKay'a (2011), Dramstad'a (et al., 1996), Girardet'a (1999), Harnika (2010), Hung'a i Aquino (2011), Margolisa i Robinsona (2007), McHarg'a (1992), Markowskiego i Drzazgi (2009), Mostafavi'ego (2010/2011), Niemeli (1999), Przewoźniaka (2002), Pęskiego (1999), Root'a (1985), Sandstroma (2008), Sarte (2010), Baranowskiego (1998), (2009), Sas-Bojarskiej (2006), Szulczewskiej (2009), (2002), Thompson (2009), Thompson i Sorving (2008), Zachariasz (2006). Ich najważniejsze opracowania poświęcone koncepcji ekosystemu miasta oraz ZI przywoływane były już wcześniej. W tym rozdziale omówiona zostanie problematyka wodna, którą badacze oraz praktycy zajmują się w różnych skalach. To właśnie skala jest kluczem do wyodrębnienia kilku podstawowych narzędzi ułatwiających zarządzanie wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych. Skala architektoniczna, najbliższa projektowaniu z zakresu architektury krajobrazu od której miasto się zaczyna i w której mieszkańcy postrzegają swój obszar zamieszkania. Skala urbanistyczna, porządkująca przestrzeń od skali kwartału przez dzielnice do poziomu całego miasta oraz skala największa – planistyczna, porządkująca program funkcjonalny miasta, odzwierciedlająca wizję miasta i strategię w jakich ma być ona realizowana, finalnie wpisująca miasto w region w którym się znajduje. Rozróżnienie narzędzi jest szczególnie ważne z punktu widzenia niniejszej dysertacji, aby uzyskać wiedzę o dostępnych narzędziach projektowych dla różnych skal opracowań. Poszczególne narzędzia i projektowanie w każdym z tych wymiarów jest płynne, nie znajdziemy w mieście linii demarkacyjnych określających ich granice opracowań. Powinny z założenia się uzupełniać i zająć, uwzględniać działania podjęte na 'wyższych' i 'niższych' poziomach. Tylko w ten sposób można skutecznie i efektywnie projektować. Problematyka przyjaznego wodzie projektowania obszarów zurbanizowanych jest więc w niniejszej pracy rozpatrywana w układzie hierarchicznym, dostarczając nam rozwiązań dzięki kilku narzędziom projektowym, do których zaliczyć należy:

- w skali architektonicznej podstawowym narzędziem projektowym jest koncepcja *Sustainable Drainage Systems* [SuDS], zwana także *Sustainable Urban Drainage Systems* [SUDS], czasem także określana jako tzw. *Low Impact Development* [LID];

- w skali urbanistycznej to przede wszystkim *Water Sensitive Urban Design* (WSUD);

- w skali planistycznej - holenderski *Delta Urbanism*, obejmujący w swoim programie strategicznym praktycznie obszar całego kraju, przeniesiony następnie w strategię regionalną a realizowany w poszczególnych lokalizacjach.

Zarówno teoria jak i praktyka powiązana z tematyką zarządzania wodami opadowymi jest znacznie lepiej rozwinięta w krajach zachodnich i opisana w języku angielskim. Nasi krajowi teoretycy i praktycy jednak powoli próbują przenosić te doświadczenia na grunt polski, przyswajając najczęściej terminologię anglojęzyczną, czasem tylko próbując ją tłumaczyć na język polski. Dodatkowo publikacje nierzadko stosują nazewnictwo zamiennie, nie do końca trzymając się źródłowych definicji, mieszając czasem także skalę stosowania narzędzi. Jednym z celów niniejszej dysertacji jest dokonanie przeglądu różnych narzędzi mogących ułatwić projektowanie miasta wrażliwego na tematykę wodną. W związku z nim dokonano hierarchicznego rozróżnienia narzędzi w układzie zaprezentowanym poniżej. Poszczególne narzędzia zostaną omówione szczegółowo w kolejnych podrozdziałach.

### **3.3.1. *Sustainable Drainage Systems* (SuDS), czyli ‘zrównoważone systemy odwodnieniowe’**

Zagospodarowywanie wód opadowych nie może być utożsamiane z ich kanalizacją, która jest tylko jednym z elementów szeroko rozumianych **melioracji miejskich**, do których zalicza się także ciek naturalne i sztuczne, zbiorniki naturalne i sztuczne, kanały otwarte i zamknięte, poldery oraz melioracje budowlane, także melioracje rolne, w tym te na obszarach miejskich (Suligowski 2013).

Zgodnie z wytycznymi *Landscape Institute*, SuDS to sekwencja technik i obiektów zarządzania wodą przeznaczonych do odprowadzania wód powierzchniowych w bardziej ‘zrównoważony’ (*sustainable*) sposób niż osiągnięte przez konwencjonalne praktyki (systemem podziemnych rurociągów), czyli jedynie kanalizacją (LI Technical Guidance Note Interim Technical Guidance Note 01/2014).



Kozłowska opisuje SUDS , tłumacząc go (jak już zostało wspomniane wcześniej) jako Zrównoważony System Drenażu (ZSD). Takie zarządzanie wodami opadowymi ukierunkowane jest między innymi na zmniejszanie ryzyka powodziowego przy wykorzystaniu rozmaitych technik i urządzeń gospodarowania wodą opadową, łącząc je w spójny system. Są to w większości urządzenia naziemne, zazwyczaj skojarzone z odpowiednio dobraną pokrywą roślinną, które poprawiają lokalne warunki hydrologiczne, zwiększają bioróżnorodność, a odpowiednio utrzymane, podnoszą także walory estetyczne otoczenia. W ten sposób powstają quasi naturalne sieci hydrograficzne, przywracając ich obecność w krajobrazie miasta, dodatkowo przeciwdziałając zaburzeniom cyklu hydrologicznego. Spływy wód prowadzone są najczęściej otwartymi urządzeniami, a ich odbiornikiem są przede wszystkim obniżenia bioretencyjne, tereny zieleni, pasaże roślinne i powierzchnie chłonne, z których woda infiltrująca w głąb gruntu zasila zasoby wód podziemnych (Kozłowska 2008). Anna Januchta-Szostak SuDS definiuje jako powierzchniowe systemy zagospodarowania wód służące redukcji objętości i spowolnieniu odpływu powierzchniowego w miastach. W swojej pracy: *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych* z 2011 roku stosuje dla nich nazwę TRIO co jest akronimem nazw czterech głównych procesów technologicznych stosowanych w systemach SuDS, czyli: (T) transportowanie, (R) retencja, (I) infiltracja i (O) oczyszczanie wody deszczowej (Januchta-Szostak 2011). Januchta-Szostak zauważa przy tym, że jako rozwiązania terenochłonne, systemy te są rzadko wdrażane, z uwagi na konieczność uszczuplania terenów inwestycyjnych oraz brak doświadczeń samorządów lokalnych w zakresie oceny ich efektywności i kosztów utrzymania. Dlatego jej zdaniem bardzo ważne jest kompleksowe wykorzystanie systemów SuDS (TRIO), nie tylko jako elementów infrastruktury, ale także jako tworzywa architektury i aranżacji krajobrazowych o wysokich walorach estetycznych i funkcjonalnych, co przyczynić się może do wzrostu ich społecznej akceptacji.

Zgodnie z przewodnikami CIRIA, SuDS jest rozwiązaniem opartym i realizującym cele koncepcji zrównoważonego rozwoju. W przeciwieństwie do tradycyjnego odwodnienia, bazującego na systemie podziemnych rur, z założenia odprowadzającego jak najszybciej wodę z działki, SuDS jest zbliżone, a nawet jest w pewnym sensie repliką, naturalnego drenażu występującego przed zagospodarowaniem terenu i uzależnionego od lokalnych uwarunkowań (zarówno

geomorfologicznych i siedliskowych jak i społeczno-kulturowych). Wody opadowe wsiąkają w tym wypadku w naturalny grunt nasycając glebę i roślinność ją porastającą. W ten sposób łagodzone są liczne negatywne skutki miejskich spływów wód opadowych (*urban stormwater runoff*) na środowisko. Naśladowanie natury wymaga zarządzania sekwencją procesów i działań, czyli tzw. *'managenet train'*. Są to następujące po sobie procesy, co jest fundamentalne dla SuDS. Do procesów tych należą techniki drenażowe ułożone w hierarchicznych seriach (jedna po drugiej), stopniowo zmniejszające zanieczyszczenie wód opadowych, natężenie przepływu oraz wolumin odpływu. W ten sposób dzięki kontroli odpływu *'u źródła'* – *in situ* redukuje się potrzebę osłabiania dużych przepływów i tworzenia przeskalowanych struktur kontrolujących ten przepływ. Skuteczne zarządzanie osadami (ze względu na ew. zamulenia i zanieczyszczenia elementów SuDS), właściwe użytkowanie i konserwacja jest kluczowe dla zapewnienia długotrwałej skuteczności wszystkich technik SuDS (Woods-Ballard et al. 2007).

Źródłem koncepcji SuDS jest, opisany w poprzednich rozdziałach, zaburzony bilans wodny na obszarach zurbanizowanych. Skutkiem tego jest wzrost ryzyka powodziowego oraz zanieczyszczeniem cieków wodnych (co szerzej opisano w poprzednim rozdziale), do których odprowadzane są wody opadowe z nawierzchni utwardzonych. Stąd też celem głównym SuDS jest dążenie do przywrócenia bilansu wodnego z obszarów niezurbanizowanych poprzez wzorowanie się w zarządzaniu wodami opadowymi na procesach naturalnych. Według Davida Butlera i Johna W. Davies'a rozwiązania propagowane przez SuDS od lat już stosowane były w krajach takich jak Australia, USA czy Szwecja. Usystematyzowanie koncepcji nastąpiło jednak w Wielkiej Brytanii pod koniec lat 80' XX wieku, a w roku 1992 opublikowano serię przewodników pod tytułem *Scope for Control of Urban Runoff* pod auspicjami CIRIA<sup>63</sup>, czyli brytyjskiego stowarzyszenia zajmującego się badaniami rozwojem i wdrożeniami dla przemysłu budowlanego (Butler, Davies 2011). W latach 90' ubiegłego wieku stopniowo rosła brytyjska akceptacja alternatywnych dla kanalizacji sposobów zagospodarowywania wód opadowych, co zaskutkowało opracowaniem regionalnych przewodników i wytycznych dedykowanych dla konkretnych regionów Wielkiej Brytanii oraz ogólnego przewodnika, tzw. *Best-practice Manual*, z wytycznymi dla szerokiego odbiorcy, w 2001 roku (CIRIA 2001). Od tego czasu

---

<sup>63</sup> <http://www.ciria.org/>

zainteresowanie alternatywnymi metodami zarządzania wodami opadowymi rośnie na całym świecie, a przewodniki, instrukcje i wytyczne są systematycznie aktualizowane. Ostatnie wydanie przewodnika powstało w 2007 roku (Woods-Ballard et al. 2007). Oprócz opracowań CIRIA oraz Buttlera i Davies'a w różnorodnych kontekstach o SuDS piszą także: Iain White widząc w nim przyszłość 'lekkiej', ekologicznej infrastruktury (*soft infrastructure*) w kontekście niwelowania ryzyka powodziowego (White 2010). Gary Grant dodatkowo upatruje tu szansę na wprowadzenie natury do miasta, która świadczyć może konkretne usługi ekosystemowe (Grant 2012). Stuart Echols i Eliza Pennypacker koncentrują się na estetycznych aspektach SuDS, nazywając je z ang. *Artful Rainwater Design*" (ARD), co trudne jest do przetłumaczenia na język polski (Echols, Pennypacker 2008; Echols, Pennypacker 2015). Chiński zespół naukowców: Jia, Tang, Luo, Li i Zhou, ukazuje hydrologiczne aspekty SuDS w azjatyckim kontekście (Grimm et al. 2008; Jia et al. 2016). Ambroise Romnée, Arnaud Evrard i Sophie Trachte mocno koncentrują się na metodologicznych aspektach wdrażania SuDS (Romnée et al. 2015). Liat Margolis wraz z Aleksandrem Robinsonem (Margolis, Robinson 2007) oraz Virginia McLeod (McLeod 2008) ukazują liczne realizacje zaprojektowane zgodnie z koncepcją SuDS wraz z rysunkami i detalami technicznymi.

Z perspektywy polskiej należy tu wymienić przede wszystkim dwie publikacje (wspomniane w rozdziale 1.3). Są to przetłumaczone na język polski pozycje niemiecko-języcznych naukowców i praktyków: Pierwszą z nich jest *Inżynieria Ekologiczna* autorstwa Hugo Meinharda Schiechtl'a, profesora w Instytucie Badawczym Leśnictwa w Innsbrucku oraz praktyka budowlanego Wolfa Begemanna, wydana w Niemczech w 1986 roku, a przetłumaczona na język polski i wydana w 1999 roku (Begemann et al. 1999). Pozycja ta nie traktuje wprawdzie bezpośrednio o SuDS, jednak przybliży szeroko tematykę proekologicznych i biotechnicznych sposobów radzenia sobie z wodą. Drugą jest książka: *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych* autorstwa profesora Wolfganga Geiger'a i doświadczonego projektanta Herberta Dreiseitl'a, wydana w Wiedniu w 1995 roku, a przetłumaczona na język polski i wydana w 1999 roku. Analizując polskie pozycje związane z tematyką zakresowo zbliżoną do SuDS uwidacznia się przełomowy charakter szczególnie opracowania Geiger'a i Dreiseitl'a, gdyż jest ona przytaczana praktycznie w każdej z nich.

SuDS do literatury polskiej wprowadziła swoją pracą doktorską *Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w aspekcie architektury krajobrazu* dopiero w 2008 roku wspomniana już Ewa Kozłowska, która na potrzeby pracy przetłumaczyła SuDS jako *Zrównoważony System Drenażu*, używając następnie skrótu ZSD (Kozłowska 2008). Nomenklatura ta nie do końca przyjęła się w polskiej literaturze, powodując dodatkowy chaos. Aktualnie niektórzy stosują termin SuDS, niektórzy ZSD, funkcjonują jednak można także inne określenia (jak wspomniana TRIO Januchty-Szostak), za którymi finalnie znaleźć można cele i metody promowane przez SuDS. Wśród polskich badaczy związanych z tematyką przeważają specjaliści z dziedziny hydrologii, inżynierii sanitarnej oraz projektanci dróg, wśród których wymienić należy: Jadwigę i Andrzeja Królikowskich, których opracowanie merytorycznie zbliżone jest do pozycji Geigera i Dreiseitla (Królikowska, Królikowski op. 2012), Daniela Słysia trochę tematykę poszerzającego (Słyś 2008, 2013), Romana Edela postulującego priorytetowość proekologicznych rozwiązań w odwadnianiu dróg i potrzebę w miarę możliwości priorytetowego zagospodarowywania opadu deszczowego *in situ* (Edel 2009), Ziemowita Suligowskiego oraz Katarzynę Gudelis-Taraszkiewicz ukazujących potrzebę proekologicznego gospodarowania wodami opadowymi szczególnie w kontekście układów komunikacyjnych, lecz także i szerzej (Suligowski 2013; Gudelis-Taraszkiewicz 2008, 2009a, 2009b, 2009c), Ewę Bursztę-Adamiak, szczegółowo opisującą poszczególne elementy wchodzące w skład systemowych rozwiązań (Burszta-Adamiak Ewa 2010, 2011a, 2011b, 2012), Katarzynę Kręząłek wzbogacającą dyskusję także o elementy estetyczne (Kręząłek 2011, 2012), Jerzego Bierońskiego koncentrującego się na zbiornikach małej retencji (Bieroński op. 2005), Roberta Bogdanowicza i Joannę Fac-Benedy zajmujących się obiegiem wody i materii w zlewniach rzecznych (Bogdanowicz, Fac-Benedy 2009). Kozłowska podsumowując polskie publikacje poświęcone tematyce zauważa, że opracowania krajowe, pojawiają się w dużej mierze w specjalistycznej prasie w postaci artykułów popularnonaukowych i dotyczą tzw. 'nowych sposobów odprowadzania wód opadowych'. Jednak dzieje się to w wąskim zakresie, jako doraźne instrukcje wykonania nawierzchni przepuszczalnej, zainstalowania cysterny czy budowy stawu retencyjnego w mieście. Nieco szerszy wymiar mają publikacje z dziedziny inżynierii ekologicznej. Artykuły dotyczące odprowadzania wody czy ścieków coraz częściej poruszają temat konieczności infiltracji wód opadowych do gruntu za pomocą urządzeń infiltrujących. Jej zdaniem związane jest to z faktem pojawienia się na

polskim rynku zagranicznych firm oferujących proste systemy urządzeń infiltracyjnych, takich jak skrzynki czy komory filtracyjne (Kozłowska 2008).

**Cele** SuDS są zbieżne z celami wyznaczanymi przez paradygmat zrównoważonego rozwoju i dokumenty strategiczne zarówno poszczególnych krajów, jak i te tworzone ponadregionalne, które zbieżne są z tą koncepcją. Tak na przykład w USA cele SuDS, nierzadko zamiennie nazywanych *zieloną infrastrukturą* (co omówione zostało w poprzedniej części), zbieżne są z rygorystycznymi wytycznymi *American Environmental Agency (AEA)*, dotyczącymi zrównoważonego zagospodarowywania i zarządzania wodą. Podobnie jest w Europie, gdzie jednym z kluczowych dokumentów poświęconych polityce wodnej jest *Ramowa Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej*, nakazująca prowadzenie gospodarki wodami opadowymi zgodnie z filozofią zrównoważonego rozwoju. **Nadrzędnym celem** działań w zakresie **zarządzania wodami opadowymi** na obszarach zurbanizowanych **jest ich zatrzymanie i zagospodarowanie na terenie zlewni** przy jednoczesnym **ograniczeniu ilości wód odprowadzanych** w postaci spływów powierzchniowych do rzek i jezior oraz ograniczenie, a gdzie możliwe **wyeliminowanie, zanieczyszczenia** wód opadowych. Geiger i Dreiseitl definiują podstawowe cele zarządzania wodami opadowymi następująco:

- zmniejszenie ilości bezpośrednich odpływów poprzez wsiąkanie wód opadowych w miejscu opadu (infiltrację)
- gromadzenie w miejscu powstania opadu nie nadającego się do bezpośredniego wsiąkania i wsiąkanie ich stopniowe (gromadzenie, retencja)
- wykorzystanie wody deszczowej do użytkowania (recykling)
- gromadzenie i oczyszczanie (Geiger et al. 1999).

Tak więc głównymi celami SuDS jest **zmniejszenie ilości** odpływającej wody i **prędkości** przy jednoczesnym **zwiększeniu jej jakości**. W ten sposób wszystkie elementy budujące SuDS będą dążyć do zagospodarowania wody *in situ*, odprowadzając ją z miejsca opadu jedynie wtedy, kiedy jest całkowicie niemożliwe jej zatrzymanie w miejscu opadu (na przykład z braku miejsca), lub w przypadku sytuacji ekstremalnej. Urządzenia te mają więc pięć podstawowych funkcji, które realizować mogą samodzielnie lub w różnych kombinacjach, w układzie hierarchicznym i sekwencyjnym (*management train*):

- infiltracja<sup>64</sup>

---

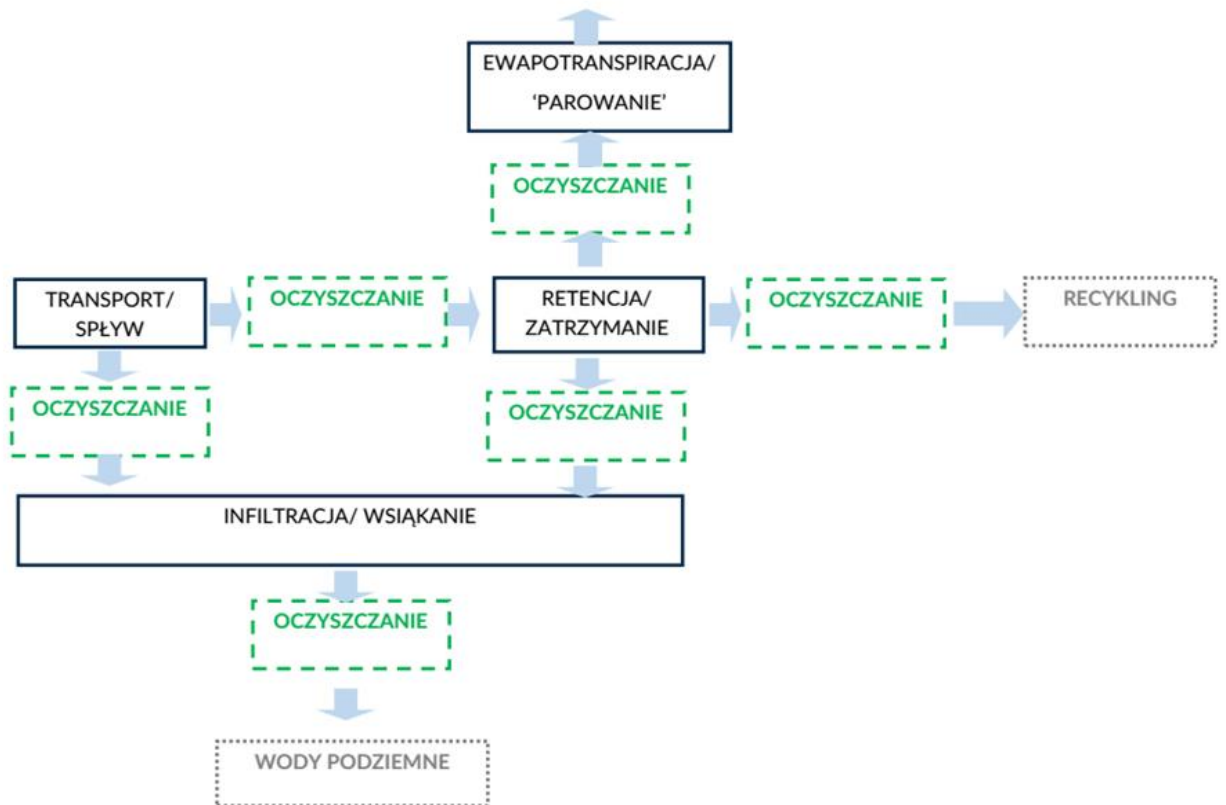
<sup>64</sup> wsiąkanie



- ewapotranspiracja<sup>65</sup>
- retencja<sup>66</sup>
- odprowadzanie (jedynie nadmiarowo i/ lub w celu dalszego oczyszczania)
- oczyszczanie <sup>67</sup> .

Podstawowe cele i funkcje systemów SuDS prezentuje schemat na rys. 28.

**Rys. 28. Podstawowe funkcje systemów SuDS**



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Kozłowska 2008; Geiger et al. 1999)

Aby spełnić tak sprecyzowane funkcje w różnorodnych uwarunkowaniach geomorfologicznych, przestrzennych, funkcjonalnych i ekonomicznych, elementy tworzące strukturę systemów SuDS mają różnorodną typologię. Wśród rodzajów rozwiązań znaleźć można zarówno obiekty wymagające znacznej przestrzeni, jak stawy, sztuczne mokradła, czy zbiorniki retencyjne, jak i obiekty niewielkie, nie wymagające także specjalnych uwarunkowań geomorfologicznych oraz znacznych nakładów finansowych, do których zaliczyć można muldy chłonne, niecki i ogródki

<sup>65</sup> odparowanie

<sup>66</sup> gromadzenie czasowe, spowalnianie

<sup>67</sup> Proces oczyszczania w zależności od kategorii zanieczyszczeń, może odbywać się na kilka różnych sposobów, poprzez: sedimentację, filtrację i biofiltrację, adsorpcję, biodegradację, ulatnianie się, strącanie się (osadu), wychwytywanie przez rośliny, nityfikację, fotolizę (Geiger et al. 1999).

deszczowe, suche strumienie czy zielone pasaże wzdłuż dróg. Najważniejsze jest aby obiekt służący 'obróbce' wody znajdował się jak najbliżej miejsca jej opadu, a nawierzchnia utwardzona, która jest źródłem problemu, służyła w miarę możliwości do wsiąkania wody. Jeżeli natomiast nie jest to możliwe, powinna służyć do odprowadzania wody w najbliższe miejsce, gdzie zostanie ona zagospodarowana. Wśród elementów tworzących system SuDS wymienić można następujące grupy obiektów:

- drenaż płytki, tworzony w celu odprowadzenia wody przedostającej się w głąb nawierzchni, czyli wszelkie rozwiązania zmniejszające szczelność nawierzchni utwardzonej;
- odwodnienia powierzchniowe, o głównej funkcji transportowej, mające za zadanie szybko i skutecznie odprowadzić wody opadowe z powierzchni. Są to przede wszystkim: nawierzchnie utwardzone odpowiednio nachylone, ścieki lub rynny uliczne, przepusty, suche strumienie, muldy i rowy przydrożne;
- odwodnienia filtracyjne, w których zastosowano nasadzenia roślin hydrofitowych (inaczej filtry roślinne, filtry hydrofitowe) i/lub odpowiednio dobranych warstw filtracyjnych. Służą przede wszystkim do oczyszczania wody. Wykorzystują zdolność roślin do tzw. *fitoremediacji*, czyli oczyszczania środowiska z substancji szkodliwych<sup>68</sup>. Są to przede wszystkim wszystkie pasaże roślinne, sztuczne bagna i mokradła, a także rowy chłonne, sączki, drenaże, studnie i zbiorniki chłonne;
- rozwiązania, których podstawową funkcją jest infiltracja wód do gruntu, jak rowy i niecki infiltracyjne, niektóre ogrody i sadzawki deszczowe a także sztuczne bagna i mokradła.

Poszczególne elementy najczęściej pełnią kilka funkcji jednocześnie, jednak różnią się od siebie podstawowym celem zastosowania. Zdjęcia na rys 29. ukazują kilka przykładów rozwiązań, które mogą wchodzić w skład systemów SuDS. Dzięki różnorodności form i funkcji elementy systemów SuDS doskonale nadają się do łączenia zdefragmentowanych miejskich systemów zieleni, tworząc system ZI miasta, co rozwija rozdział 4 niniejszej dysertacji i zamieszczona tam tabela na rys. 55..

---

<sup>68</sup> Rośliny wykazują dużą skuteczność w usuwaniu substancji toksycznych, ponieważ mają zdolność do efektywnego pobierania i degradacji szkodliwych związków. Wbudowują je we własne komórki lub aktywnie metabolizują toksyny. Źródło: [www.e-biotechnologia.pl](http://www.e-biotechnologia.pl)



### Rys. 29. Suds – przykłady rozwiązań z Berlina, Malmö i La Roche sur Yon.

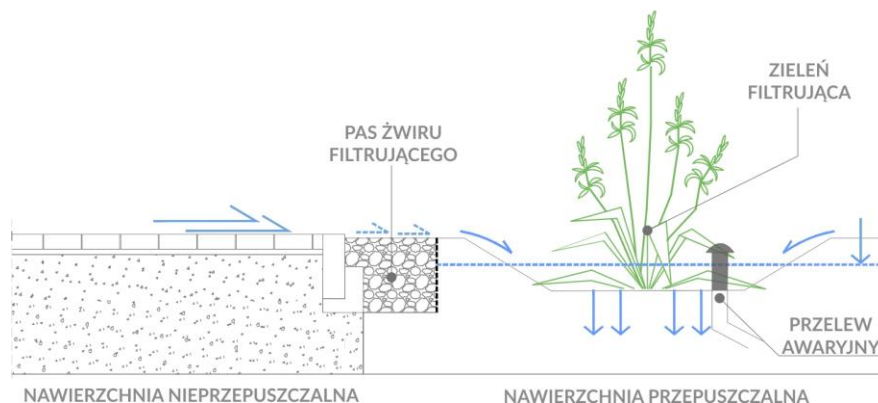
1, 3: ogród deszczowy zasilany wodą z rur spustowych przy budynku mieszkalnym w Berlinie; 2: Staw biorecencyjny na osiedlu Bo01 w Malmö; 4, 5 : staw biorecencyjny przy Potsdamer Platz w Berlinie; 6: nasadzenia w postaci filtra hydrofitowego wzdłuż Placu Napoleona w La Roche sur Yon we Francji; 7: teren rekreacyjny zalewany okresowo wodą; 8: wodna strefa relaksacyjno-rekreacyjna na osiedlu Bo01 w Malmö.



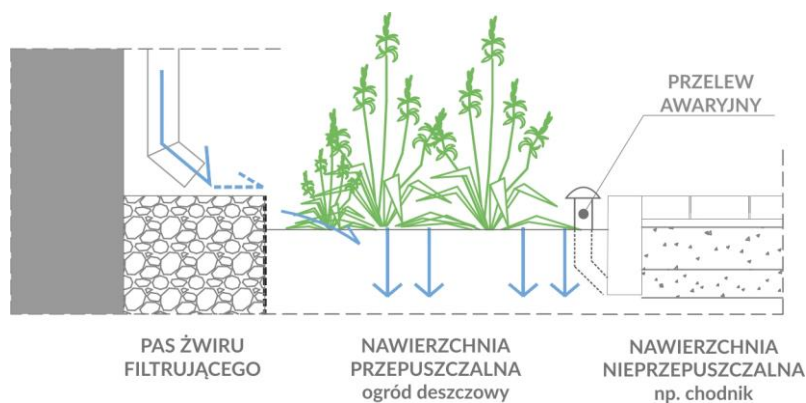
Źródło: fot.: Joanna Rayss

### Rys. 30. Suds - schematy pojedynczych rozwiązań

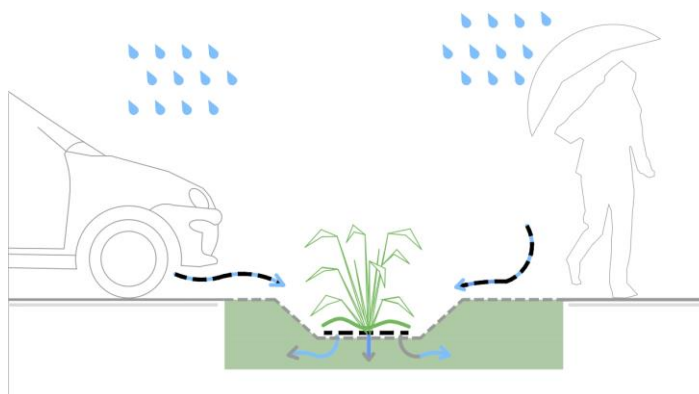
Rysunek górny – ogród deszczowy (lub niecka) zagospodarowujący wodę opadową z nawierzchni utwardzonej. Może być zaprojektowany zarówno jako rozwiązanie infiltrujące wodę opadową jak i rozwiązanie szczelne, o funkcji retencyjnej. W obydwu przypadkach odpływ całkowity minimalizowany jest przez ewapotranspirację. Przelew awaryjny to możliwość odprowadzania wód nadmiarowych (na przykład do sieci kanalizacji deszczowej, lub studni chłonnej) występujących w przypadku opadów ekstremalnych.



Rysunek środkowy – ogród deszczowy zagospodarowujący wodę opadową z rur spustowych budynku oraz chodnika.



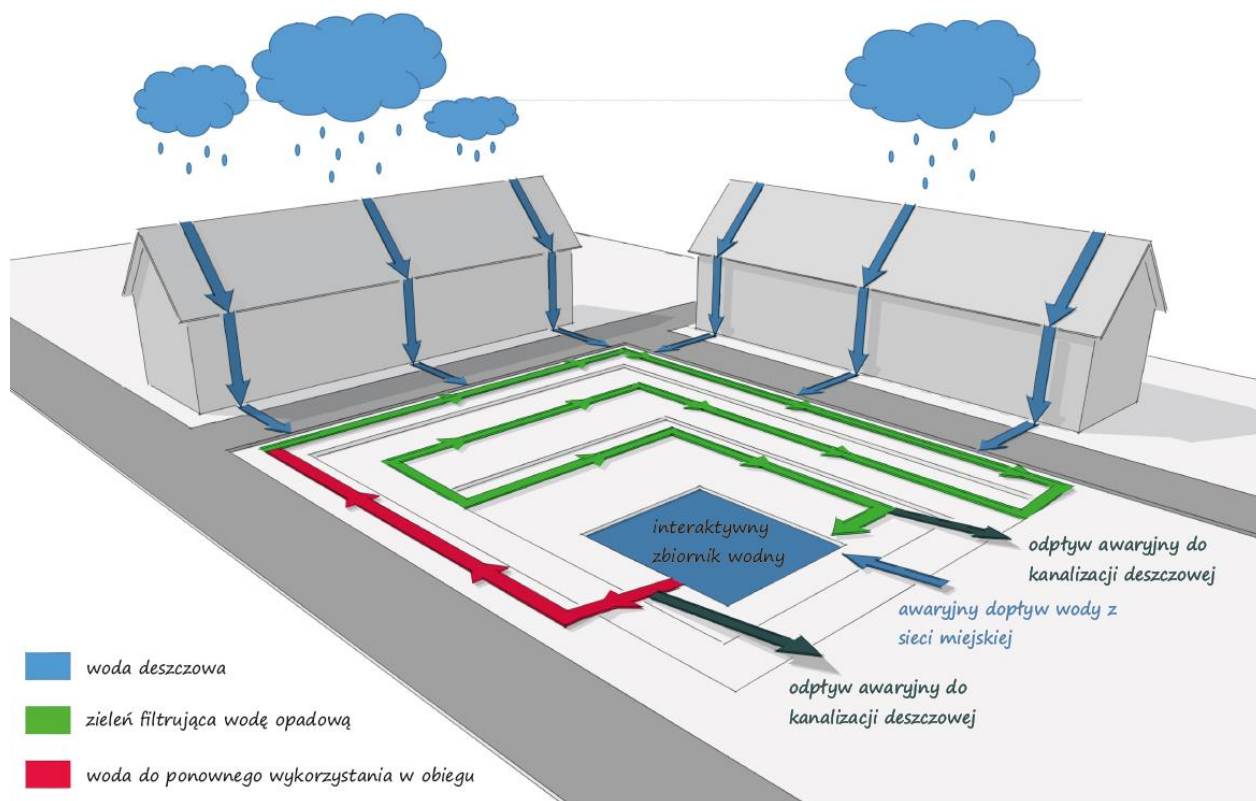
Rysunek dolny – ogród deszczowy/ filtr hydrofitowy zagospodarowujący wodę opadową z parkingów i nawierzchni utwardzonych. Możliwe jest zastosowanie rozwiązania szczelnego, z przesączaniem docelowym do sieci kanalizacyjnej, separatora itp. Funkcja podstawowa rozwiązania to mała retencja oraz oczyszczanie wody przez roślinność hydrofitową.



Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss

Same pojedyncze elementy mogą być zestawiane, zgodnie z zasadą ‘*management train*’ w różnorodne układy systemowe w zależności od ilości dostępnej przestrzeni, niezbędnej jej funkcjonalności oraz uwarunkowań gruntowych i jakości ‘przetwarzanej’ wody. Na rys. 30, 31 i 32 widać kilka przykładów możliwych rozwiązań zastosowanych w projektach autorki: rys. 30 to schematy pojedynczych rozwiązań, rys. 31 to proponowany schemat SuDS dla projektu Targu Maślanego w Gdańsku, natomiast rys. 32 to schemat systemu SuDS dla osiedla mieszkaniowego w dzielnicy Gdynia-Pogórze, wraz z detalem zagospodarowania kwartału.

**Rys. 31. Schemat SuDS dla projektu Targu Maślanego w Gdańsku**



Autor: Joanna Rayss

**Rys. 32a. Projekt zagospodarowania terenu Osiedla Beauforta w dzielnicy Gdynia-Pogórze, uwzględniający system SuDS (kolor morski) ze schematu na rys 32b.**

Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss, Rayss Szymański Architekci s.c.



Rys. 32b. Schemat systemu SuDS dla osiedla mieszkaniowego Osiedla Beauforta w dzielnicy Gdynia-Pogórze



Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss

Ukazane na rysunkach projekty, stanowią przykład przełożenia wniosków autorki z badań teoretycznych w zastosowania praktyczne, które mają szansę na realizację<sup>69</sup>.

### 3.3.2. Water Sensitive Urban Design (WSUD), czyli 'uwrażliwione na wodę planowanie urbanistyczne'

Jest to zarządzanie wodami opadowymi w skali urbanistycznej, czyli w skali miasta. Koncepcja ta ma swoje źródła na kontynencie australijskim. Ma wiele wspólnego z narzędziami wcześniej omówionymi, w niektórych publikacjach jest wręcz uznawana za lokalną odmianę SuDS i LID, a nawet porównywana z

<sup>69</sup> Rozwiązanie projektowe dla Targu Maślanego ukazane na rys. 31 zostało zgłoszone do finansowania UE (Horyzont 2020) przez Miasto Gdańsk w ramach projektu GREENHEART - weryfikacja wniosków do połowy 2018 roku; Osiedle Beauforta, którego projekt widoczny jest na rys. 32a i 32b uzyskał w październiku pozwolenie na budowę (Etap 1 i 2), a inwestor, deweloper Euro Styl S.A. planuje oddać do użytku pierwsze budynki w pierwszym kwartale 2019 roku.

amerykańską koncepcją ZI (Drapella-Hermansdorfer 2014). Jednak w ramach analiz na potrzeby niniejszej dysertacji i porządkowania narzędzi w zależności od skali, na której się koncentrują, uznać należy, że podejście to koncentruje się przede wszystkim na skali miasta lub osady i to je wyróżnia spośród innych podejść. Podejście to oprócz skali wyróżnia także interdyscyplinarny charakter i koncentracja także na aspektach socjoekonomicznych problematyki wody w mieście (Brown et al. 2008; Morison, Brown 2011). W ostatnich latach pojawia się jednak coraz więcej opracowań, publikacji i projektów także w Europie. Opracowania te bądź bezpośrednio przejmują kompleksowo terminologię i ideologię WSUD, jak na przykład publikacje brytyjskiej CIRIA, SUSDRAIN, *Landscape Institute*, czy zespołu: Djukic, Vukmirovic, Stankovic (ideas booklet C723; Djukic et al. 2015; Barros Gomes 2007), bądź przejmują ideologię i zasady nie koniecznie ściśle trzymając się terminologii – jak w przypadku planów i projektów zarządzania wodami opadowymi dla Malmö, Sztokholmu, czy Berlina.

Źródłem WSUD jest potrzeba adaptacji do zmian klimatycznych w kontekście pogarszającego się bilansu wodnego terenów zurbanizowanych oraz wszystkich problemów generowanych przez urbanizację w kontekście wodnym (co było już omawiane we wcześniejszych rozdziałach). WSUD w przeciwieństwie do tradycyjnej, wąsko wyspecjalizowanej polityki wodnej w miast, oferuje dużo szersze podejście, obejmujące wszystkie aspekty związane z cyklem obiegu wody: od jej ochrony i konserwacji przez aspekty ekologiczne, po społeczną problematykę związaną z równym dostępem do wody i jej wpływem na zdrowie społeczeństw, także rekreacyjnym jej wykorzystaniem, uwzględniając jednocześnie zasady projektowania urbanistycznego (Morison, Brown 2011). Pojęcia takie jak zintegrowana miejska gospodarka wodna i zarządzanie adaptacyjne zasobami wodnymi oferują alternatywne, filozoficzne podejście do tradycyjnego paradygmatu odwodnieniowego (jak najszybciej usunąć wodę z miasta). Wong, Brown, Novotny, Keath i inni zaproponowali ramy koncepcji, w której przewidzieli elementy 'miast uwrażliwionych na problematykę wodną' (*Water Sensitive Cities*) w różnych kontekstach - od biofizycznego po społeczno-polityczny (Novotny, Brown 2007; Wong et al. 9/11/2011; Brown et al. 2008; Morison, Brown 2011; McWilliam et al. 2015).

WSUD oparte jest na tzw. *trzech filarach*, które powinny być brane pod uwagę w środowisku miejskim w ramach urbanistyki i planowania przestrzennego:



- **Miasta jako samowystarczalne zlewnie** (*Cities as Water Supply Catchments*), ze szczególnym uwzględnieniem miejskiego recyklingu wody i wykorzystania wód opadowych i wody szarej do zaspokajania potrzeb wodnych mieszkańców. Podejście to otwiera miasto na zdywersyfikowanie źródeł zasobów wodnych, przewidując zarówno tradycyjne, scentralizowane systemy zaopatrzenia w wodę, jak i zdecentralizowane, oparte na prostych wewnętrznych zbiornikach na wodę deszczową i indywidualnych systemach recyklingu wody szarej.
- **Miasta świadczące usługi ekosystemowe** (*Cities Providing Ecosystem Services*), zgodnie z opisaną wcześniej problematyką usług ekosystemowych, ze szczególnym uwzględnieniem usług ekosystemów wodnych. Tworzone zgodnie z tym filarem nowe krajobrazy ekologiczne wspierane przez dostęp do lokalnych zasobów wodnych stają się buforem dla zmian klimatycznych (w szczególności wzrostu częstotliwości występowania ekstremalnych zjawisk burzowych) umożliwiając jednocześnie zwiększenie gęstości tkanki miejskiej w naturalnych środowiskach wodnych;
- **Miasta tworzone przez uwrażliwioną na wodę społeczność i instytucje** (*Cities Comprising Water Sensitive Communities and Institutions*), gdyż dopóki nowe technologie nie zostaną osadzone w lokalnym kontekście instytucjonalnym i społecznym, ich rozwój w izolacji nie będzie wystarczający do zapewnienia ich skutecznego wdrożenia w praktyce.

Twórcy koncepcji określają miasto uwrażliwione na wodę (*Water Sensitive City*), jako miasto, w którym w procesie planowania przewiduje się zróżnicowane i elastyczne źródła zaopatrzenia w wodę, wraz z lokalnym recyklingiem i zbieraniem wody deszczowej, łącznie z systemem zapór, tradycyjną miejską siecią zaopatrzenia w wodę po odsalanie wody morskiej. Podkreślają oni także potrzebę doceniania wartości wody i promowania jej ochrony i konserwacji. Zalecają ukierunkowanie systemu planowania na WSUD w celu łagodzenia ew. skutków powodzi, ochrony środowiska i usług niskoemisyjnych (*low carbon urban water services*). Niezbędne staje się ich zdaniem uwzględnienie w planowaniu cieków wodnych, drzew i roślinności, gdyż one sprawiają, że życie w mieście staje się bardziej znośne poprawiając stan środowiska miejskiego i zdrowotność mieszkańców. Widzą potrzebę przeplatania krajobrazów zurbanizowanych z krajobrazami rolniczymi (*productive landscapes*) nawadnianymi wodą z recyklingu. Na koniec autorzy



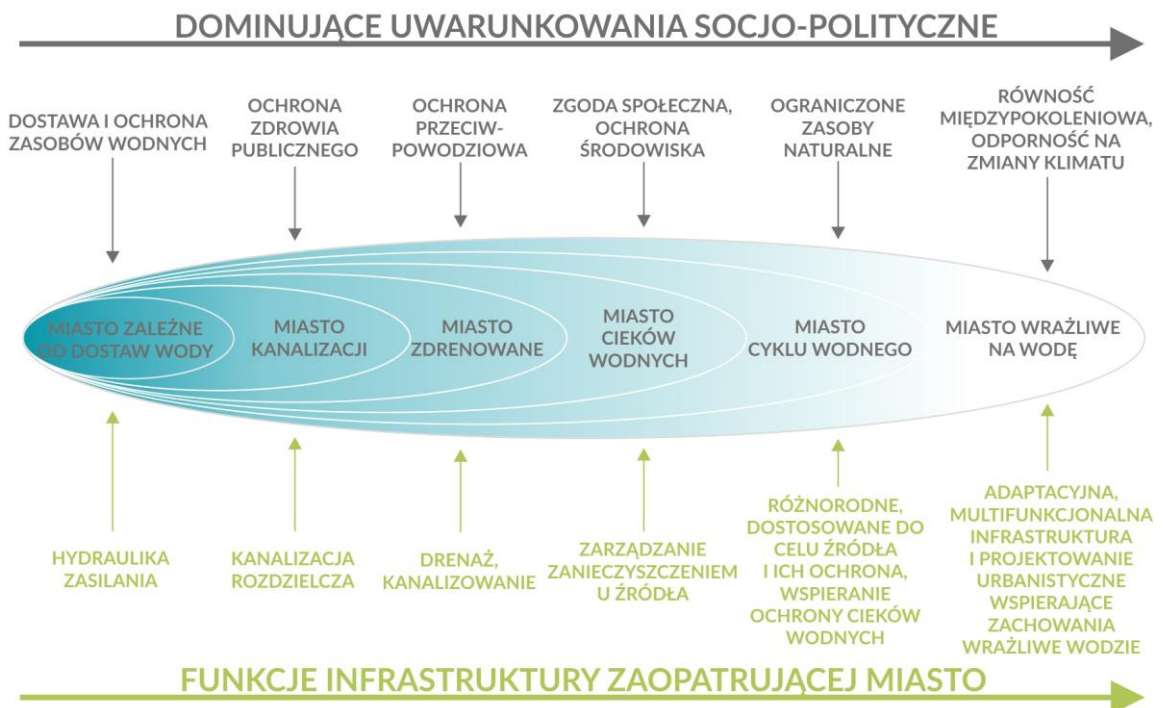
podkreślają kluczową rolę społeczności i instytucji lokalnych w zrównoważonym zarządzaniu wodą (Wong et al. 9/11/2011).

W związku z tym, że twórcy koncepcji wywodzą się głównie z Melbourne, miasto to jest tym, w którym najszerzej realizowana jest polityka zgodna z WSUD. Zdaniem twórców koncepcji, główną barierą dla szerszego rozwoju miast w kierunku zrównoważonych praktyk i realizacji paradygmatu zrównoważonego rozwoju jest niedostatek społeczno-technicznych, heurystycznych<sup>70</sup> narzędzi oceny efektywności i informacji. Aby uzupełnić te braki twórcy koncepcji przeanalizowali praktyki zarządzania wodą na obszarach zurbanizowanych w Australii na przełomie ostatnich 200 lat, tworząc ramy dla transformacji miast w kierunku miasta uwrażliwionego na problematykę wodną - *Urban Water Management Transitions Framework*, w której zaprezentowano 6 typologii miast: **Water Supply City** - Miasto Zależne od dostaw wody, **Sewered City** - Miasto Kanalizacji, **Drained City** - Miasto Zdrenowane, **Waterways City** - Miasto Cieków Wodnych, **Water Cycle City** - Miasto Cyklu Wodnego, **Water Sensitive City** – Miasto Wrażliwe na Wodę. Podstawą klasyfikacji jest tu dominujący w mieście reżim wodny, wynikający z dominujących uwarunkowań i wskaźników socjo-politycznych (*Cumulative Socio-Political Drivers*) oraz funkcji infrastruktury miasta zaopatrującej (*Service Delivery Functions*), co zaprezentowane zostało na schemacie rysunku 33. Koncepcja WSUD w Australii, podobnie jak SuDS w Wielkiej Brytanii, jest dodatkowo wspierana przez australijskie ośrodki naukowo-badawcze oferujące wielodyscyplinarne wsparcie merytoryczne dla jej wdrożenia, na przykład na Uniwersytecie w Monash (*Monash University*).

---

<sup>70</sup> Heurystyka proponuje metody, które pomagają rozwiązać problem w warunkach niedostatecznej informacji i zrekompensować jej brak intuicją oraz wyobraźnią. Celem większości z nich jest rozwiązanie problemu lub przynajmniej zebranie idei prowadzących do jego rozwiązania oraz rozbudzenie fantazji, wyobraźni i kreatywności ludzi. Wyższa jakość uzyskiwanych rozwiązań oraz krótszy czas potrzebny na jego osiągnięcie to wynik pracy zespołowej, która stanowi podstawowe założenie znacznej większości metod heurystycznych (Kahneman 2008).

**Rys. 33. Urban Water Management Trasitions Framework – ramy dla transformacji miast w kierunku miasta uwrażliwionego na problematykę wodną (Water Sensitive City)**



Źródło: (Brown et al. 2008), tłumaczenie własne JR

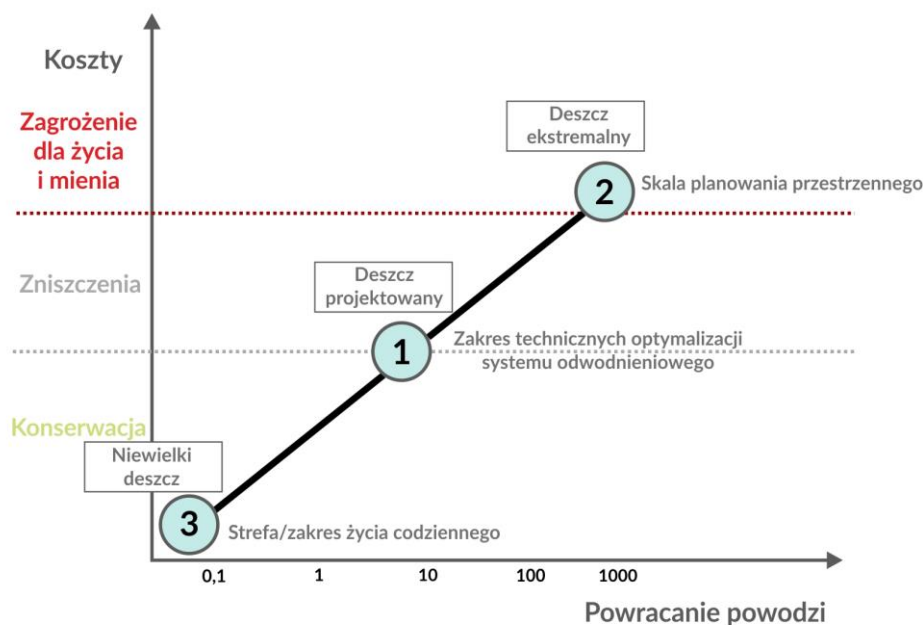
Brytyjska CIRIA, w swoich broszurach promujących WSUD widzi w nim narzędzie, którego SuDS może być lokalną częścią ‘wdrożeńiową’. Europejscy badacze poszukujący narzędzi ułatwiających wdrażanie WSUD opracowali narzędzie o nazwie *Podejście Trzypunktowe (Three Point Approach)*, w skrócie *3PA* (Fratini et al. 2012). Koncepcja ta określa trzy dziedziny, w których specjaliści od zarządzania wodą mogą działać w konfrontacji z różnymi grupami interesów. Są to:

- 1) **aspekt techniczny**, dotyczący *optymalizacji technicznej*, w zakresie norm i wytycznych dla kanalizacji miejskiej;
- 2) **aspekt planistyczny**, dotyczący *planowania przestrzennego*, w którym zakłada się zwiększenie odporności obszaru miasta na zmieniające się w przyszłości warunki (planowanie adaptacyjne);
- 3) **aspekt społeczny**, odwołujący się do tzw. *wartości dnia codziennego (day-to-day value)*. Polega on na zwiększeniu świadomości, akceptacji i uczestnictwa wśród interesariuszy.

Celem 3PA jest przewidywanie skutków powodzi przy wykorzystaniu narzędzi matematycznych, a następnie przeprowadzanie analizy kosztów i korzyści. Chodzi o to, aby zarówno zarządcy, projektanci, jak i operatorzy zajmujący się zapobieganiem powodziom mieli narzędzie do komunikowania się, dyskusji oraz refleksji na temat możliwych scenariuszy dotyczących przyszłości oraz kierunków i skutków różnych możliwych rozwiązań. 3PA jest doświadczalnie udowodnionym argumentem w dyskusji na temat skuteczności zastosowanych rozwiązań WSUD. Jest on zgodny z *Europejską Dyrektywą Powodziową*<sup>71</sup>, ułatwiając wybór i podejmowanie decyzji związanych z Zarządzaniem Ryzykiem Powodzi Miejskich (*Urban Flood Risk Management – UFRM*). Pomaga odnaleźć się w skomplikowanym kontekście miejskim i promuje podejście transdyscyplinarne i wielofunkcyjne.

### Rys. 34. Schemat koncepcji *Three Point Approach - 3PA*

Obydwe osie są w skali logarytmicznej. Oś horyzontalna reprezentuje okres nawrotów sytuacji powodziowych w latach. Oś pionowa opisuje wielkość/ obfitość zdarzenia pogodowego w kontekście kosztów utrzymania i skali strat w infrastrukturze miejskiej



Źródło: (Fratini et al. 2012), tłumaczenie własne JR

Schemat koncepcji 3PA przedstawia rysunek 34. Obecnie projektowane systemy drenażowe spełniają pewne standardy techniczne systemów kanalizacji

<sup>71</sup> dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2007/60/WE z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, opubl. w Dz.U.UE L 288/27

(*Design rain*, czyli pkt 1. na schemacie). Wymagania są ustalane lokalnie, ale na przykład w Europie zgodne są ze wspólnym standardem: (EN 752:2008 2008). Głównym przesłaniem 3PA jest uwzględnienie w projektowaniu także deszczu ekstremalnego (*extreme rain*, czyli punkt 2 schematu). W tym celu powinno się oceniać i przeprojektowywać obszary miejskie pod takim kątem aby były bardziej odporne na zagrożenia powodziowe. Działania zapobiegające zalaniu obszaru objętego analizą (punkt 2. schematu) wymaga działań powyżej poziomu gruntu, co należy włączać do codziennego funkcjonowania przestrzeni miejskiej (czyli punkt 3. schematu). Jest to warunkiem sukcesu przedsięwzięcia według 3PA. Przesłaniem koncepcji jest to, aby wszystkie trzy punkty (mały deszcz, deszcz projektowy oraz deszcz ekstremalny) były równie ważne przy wdrażaniu rozwiązań adaptujących miasta do zmian klimatycznych, dzięki czemu miejskie tereny publiczne staną się miejscami lepszymi do życia, a przestrzeń wygospodarowana dla wody stanie się jednocześnie przestrzenią dla parków, gier i zabaw podwórkowych, czy rehabilitacji obszarów poprawiających lokalną jakość życia (Fratini et al. 2012).

WSUD w swoich wytycznych ma wiele wspólnych wątków z koncepcją ZI oraz bardzo zbliżone cele, bazując na paradygmacie zrównoważonego rozwoju, podkreślając rolę zieleni w strukturze miasta, a także promując wielofunkcyjność projektowanych obiektów, aspekty społeczne i wagę projektowania adaptacyjnego. Dlatego WSUD jest potencjalnie doskonałym narzędziem ułatwiającym wdrażanie koncepcję ZI, dzięki dopełnianiu struktury miejskich systemów zieleni, co jest zgodne z celem niniejszej dysertacji.

### **3.3.3. *Delta Urbanism - Urbanistyka Deltowa, Urbanistyka Delt, w skrócie DU***

DU to odpowiedź na potrzebę oryginalnego podejścia w poszukiwaniu rozwiązań projektowych dla urbanistyki i planowania przestrzennego obszarów deltowych. Podejście to zostało zdeterminowane serią powodzi na zurbanizowanych obszarach deltowych, jak powódź w nowym Orleanie po huraganie Katrina w 2005 roku, a także powódzie w Japonii w 2011, w Bangkoku w 2011 czy w Nowym Yorku w roku 2012. Dodatkową motywacją twórców stały się przewidywania odnośnie zmian klimatycznych, którym towarzyszyć ma podniesienie się poziomu mórz i oceanów oraz intensyfikacja ekstremalnych zjawisk pogodowych, co jeszcze pogarsza trudną sytuację obszarów deltowych. Wyzwania te ukazały niedostatek istniejących narzędzi projektowych i potrzebę ponownego rozpatrzenia sposobów,

kierunków i możliwości rozwoju i zabudowy obszarów przybrzeżnych, nadrzecznych, oraz polderów, a zwłaszcza delt rzecznych, które należą w świecie nierzadko to tych najgęściej zaludnionych.

DU koncentruje się na poszukiwaniu nowych metod w projektowaniu i planowaniu zurbanizowanych delt rzecznych w świetle ich zmagania ze współczesnymi wyzwaniami związanymi ze zmianami klimatycznymi i powiązanymi ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, a także nierzadko konkurencyjnymi roszczeniami różnych grup interesów. Do podstawowych pytań/ problemów badawczych, na które DU szuka odpowiedzi należą:

- poszukiwanie równowagi pomiędzy urbanizacją, gospodarką, walorami środowiska i bezpieczeństwem obszarów deltowych;
- poszukiwanie metod owocnej współpracy pomiędzy projektantami, inżynierami, naukowcami i włodarzami;
- poszukiwanie sposobów osiągnięcia równowagi pomiędzy planowanymi, projektowanymi i konstruowanymi interwencjami w układzie delty a wolnością samoorganizacji systemów i procesów naturalnych i społecznych<sup>72</sup>.

DU poszukuje równowagi pomiędzy bieżącą urbanizacją, rozwojem portów, rolnictwem, walorami środowiskowymi i ekologicznymi, a także infrastrukturą przeciwpowodziową i zaopatrzeniem ludności w wodę. Tak szeroka problematyka wymaga poszukiwania wielodyscyplinarnych rozwiązań i nawiązania relacji pomiędzy różnymi dziedzinami projektowania, inżynierii, nauki i zarządzania. Podstawą tego nowego podejścia jest zmiana paradygmatu z *'walki z wodą'* (*fighting against the water*) na nowy: *'współpraca z naturą'* (*working with nature*). Wieloletnia holenderska zasada w zagospodarowywaniu delty: *'drain, dredge, reclaim'*, czyli *odwodnij, usuń osady/ pogłębiaj, odzyskaj*, zastąpiło podejście: *retencja, buforowanie, drenaż* (*retention, buffering, drainage*), którego podstawą staje się poszukiwanie lub odzyskiwanie niezbędnego *miejsca dla wody*, czyli *'Room for water'*. Podstawowym modelem, na którym oparta jest nowa metodologia jest *model 3-warstwowego tortu* (*'Layer cake' model*) opisujący środowisko przestrzenne jako kompozycję trzech warstw:

1. warstwy łądu (podłoża). Jest to warstwa bazowa, wraz ze wszystkimi uwarunkowaniami: geomorfologicznymi, hydrologicznymi, ekologicznymi, itd.

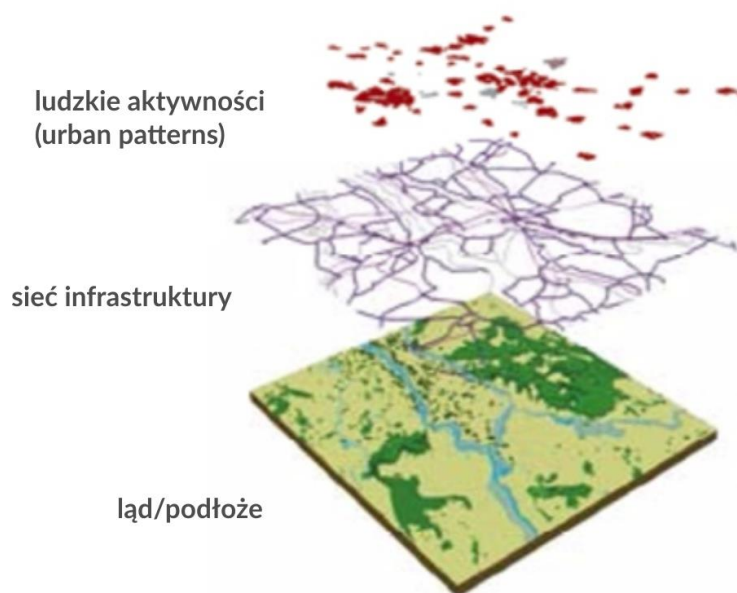
---

<sup>72</sup> <http://www.bk.tudelft.nl/en/research/research-programmes/urbanism/delta-urbanism/>; tłumaczenie własne.

2. warstwy środkowej, którą jest sieć infrastruktury, tworząca warunki dla osadnictwa, rozbudowy, aktywności ekonomicznej oraz transportu;
3. warstwy górnej, składającej się z ludzkich aktywności, wzorców urbanistycznych (*urban patterns*) i ludzkiej aktywności ekonomicznej.

W modelu tym dwie spodnie warstwy powinny dostarczać zrównoważone i solidne fundamenty dla rozwoju górnej warstwy stanowiącej ludzkie osadnictwo. Model ten stworzyli i opracowali architekci krajobrazu i urbaniści, a holenderskie krajowe instytucje planistyczne zaadoptowały i wdrażają stopniowo w politykę planistyczną. Bardziej szczegółowo przypadek holenderski zostanie omówiony w kolejnej części, w której przedstawione zostaną studia przypadków.

**Rys. 35. Layer Cake model – schemat**



Źródło: (Meyer, V., J., Nijhuis 2013), tłumaczenie własne

W Delft, w Holandii, funkcjonuje nienależny instytut badawczy ukierunkowany na programy związane z planowaniem i zarządzaniem zasobami na obszarach delt, regionów przybrzeżnych i dorzeczy – *Deltares*<sup>73</sup>. Zajmuje się on zgłębianiem wiedzy i szerzeniem wyników swoich badań w ramach pięciu obszarów specjalizacji: zarządzanie powodziowe, adaptacyjne planowania delt, infrastruktura, zasoby (wodne i podziemne), środowisko. W ramach swojej działalności *Deltares* opracowują liczne narzędzia pomagające w analizie, planowaniu, zarządzaniu i wdrażaniu planów i koncepcji zagospodarowywania terenów deltowych, a także

<sup>73</sup> <https://www.deltares.nl/en/>.

narzędzia do wspomagania procesów decyzyjnych, jak narzędzia GIS i symulacje komputerowe. Są to między innymi:

- *Delft3D Flexible Mesh Suite (Delft3D FM)*. Narzędzie do modelowania wód przybrzeżnych, ujść rzek, jezior, rzek, obszarów wiejskich i miejskich, które może symulować fale sztormowe, huragany, tsunami, szczegółowe przepływy i poziomy wód, fale, transport osadów i morfologii, jakość wody i ekologię i jest zdolne do obsługi interakcji pomiędzy tymi procesami;

- *D-Flow Flexible Mesh (D-Flow FM)* – narzędzie w założeniach zbliżone do poprzedniego, będące silnikiem do symulacji hydrodynamicznych, który jednak można stosować na niestrukturalnych siatkach w różnych wymiarach (w 1D-2D-3D). Jest owocem pięciu lat badań finansowanych przez Deltares i holenderskie Ministerstwo Infrastruktury i Środowiska;

- *Operational Water Quality Management System (Delft-FEWS)*. Jest to narzędzie będące otwartym systemem *wtyczek* (tzw. *plug-ins*) do pobierania niezbędnych danych do symulacji i modelowania hydrodynamicznego w czasie rzeczywistym, zarządzania nimi, przetwarzania i wizualizacji. Ponadto zapewnia wtyczki do automatycznego, przewidującego modelowania oraz oceny oddziaływania poszczególnych zmiennych i projektowanych rozwiązań. Narzędzie bezpłatne.

- *Climate App*. Jest to aplikacja opracowana do stosowania na całym świecie, przetestowana w Ho Chi Minh City, Kopenhadze i Nowym Orleanie. W Holandii, aplikacja została przetestowana w miastach Rotterdam, Delft i prowincji Utrecht. Aplikacja oferuje szereg istotnych informacji i inspiracji dla każdego nowego projektu budowlanego, restrukturyzacji lub remontu w celu adaptacji do zmian klimatycznych. Na podstawie prostych kryteriów, takich jak skala, użytkowanie gruntów i rodzaj inwestycji, aplikacja wybiera i hierarchizuje ewentualne środki do adaptacji klimatycznej. W rezultacie, użytkownik jest zaopatrzony w szybki przegląd najbardziej odpowiednich dostępnych środków i możliwości, które można zastosować w projekcie<sup>74</sup>;

- *RIBASIM (River Basin Simulation Model)*. Jest to narzędzie ułatwiające zarządzanie zlewniowe, służące do analizy zmian w dorzeczach w różnych warunkach hydrologicznych. Pakiet jest kompleksowym i elastycznym narzędziem, który ułatwia łączenie sytuacji hydrologicznej w dopływach naturalnych

---

<sup>74</sup> [www.climateapp.nl](http://www.climateapp.nl).



analizowanego ciekę wodnego w różnych lokalizacjach z konkretnymi użytkownikami wody w zlewni;

- *BREAKWAT* to narzędzie ułatwiające projektowanie niezbędnych konstrukcji przybrzeżnych, działających pod wpływem obciążenia falowaniem morskim lub oceanicznym;
- *XBeach*, opracowany przez Deltares wraz z UNESCO-IHE i TU Delft darmowy model numeryczny, który może być wykorzystywany do obliczania hydrodynamiki brzegów morskich i możliwych skutków zdarzeń burzowych, takich jak erozja wydm, zmycie, czy podtopienie budynków;
- *D-Sheet Piling* – narzędzie do projektowania murów oporowych;
- *Delft3D FM* – kompatybilna z narzędziami symulacyjnymi nakładka dla decydentów, ułatwiająca gromadzenie i przetwarzanie danych hydrodynamicznych oraz ich prezentację.

Narzędzia powyższe ułatwiają kompleksowe zarządzanie systemami wodnymi na obszarach delt i nie tylko. W ramach zintegrowanego podejścia promowanego na świecie przez Deltares dla zarządzania w ramach DU, analizowanych jest 10 możliwych rozwiązań:

- 1) Ograniczenia w korzystaniu z zasobów wodnych;
- 2) Naturalne i sztuczne odnawianie warstwy wodonośnej;
- 3) Rozwój alternatywnych źródeł słodkiej wody (zamiast wody gruntowej);
- 4) Zintegrowane zarządzanie powodziowe na obszarach zurbanizowanych;
- 5) Poprawa procesów zarządzania i podejmowania decyzji;
- 6) Wdrażanie modeli i narzędzi wspomagających proces podejmowania decyzji;
- 7) Właściwy monitoring i system baz danych;
- 8) Integracja aspektów geotechnicznych w planowaniu i projektowaniu budynków i infrastruktury;
- 9) Zarządzanie aktywami, finansowaniem i partnerstwem publiczno-prywatnym (PPP);
- 10) Wymiana wiedzy i najlepszych praktyk (BMP).

Podejście zgodne z DU rozwijane jest także w Europie, między innymi dzięki wspomnianej już wcześniej Europejskiej Ramowej Dyrektywie Wodnej. W ten sposób dąży się do przywracania wielu europejskim rzekom dawnych terenów zalewowych oraz powiązanych terenów podmokłych i bagiennych w celu zwiększenia ich możliwości retencyjnych, zmniejszenia ryzyka powodziowego, zmniejszenia

zanieczyszczenia oraz poprawy stanu ekologicznego i ilościowego wód, co jest szczególnie ważne w kontekście pogłębiających się problemów z dostępnością i ilością zasobów wody słodkiej w Europie i na świecie. Obok wspomnianego holenderskiego *'Room for water'* (*Ruimtevoorderivier*, 2010), wymienić można także inne narodowe pogromy związane z bardziej 'zrównoważonymi' programami ochrony przeciwpowodziowej, renaturyzacji rzek oraz ogólnie zasobami wodnymi państw, takie jak brytyjski: *'Making space for water'*, czyli *'Tworząc przestrzeń wodzie'* (DEFRA, 2008), szwajcarski: *'Guiding principles for sustainable water management'*, *'Wytyczne dla zrównoważonego zarządzania wodą'* (FOEN, 2010 and EEA, 2010a). Europejskie wytyczne odnośnie zarządzania wodami w dorzeczach w kontekście zmian klimatycznych, *the Guidance document: River Basin Management in a changing climate*, czyli *Zarządzanie zlewniowe w zmieniającym się klimacie*, w skrócie *RBMP* (EC, 2009d) opisują główne zasady adaptacji w pięciu blokach, które wyjaśniają:

- Jak radzić sobie z dostępną wiedzą naukową oraz niepewnością dotyczącą zmian klimatycznych?
- Jak rozwijać strategie budujące zdolność do adaptacyjnego zarządzania ryzykiem klimatycznym?
- Jak zintegrować zarządzanie adaptacyjne w obrębie kluczowych obszarów RBMP i jak rozwiązywać szczegółowe problemy w zarządzaniu przyszłymi wpływami klimatycznymi?
- Jak zarządzać ryzykiem powodziowym?
- Jak radzić sobie z niedoborem wody? (EC, 2009d)

Polska jako kraj członkowski UE również zobowiązana jest do przestrzegania wytycznych Europejskiej Ramowej Dyrektywy Wodnej. Są w tym procesie pewne opóźnienia, jednak nowelizowana Ustawa Prawo Wodne z założenia ma dostosowywać nasze prawo do standardów europejskich. Powoli obserwuje się także zmianę podejścia władz lokalnych poszczególnych miast naszego kraju. Miasta zaczynają stosować w zarządzaniu ciekami wodnymi zasadę zarządzania zlewniowego, opierając się nierzadko na wytycznych RBMP. W przypadku Gdańska dużym ułatwieniem w procesie adaptacji do zmian klimatycznych i dostosowania się do standardów unijnych i zmieniającej się rzeczywistości klimatycznej może stać się także takie narzędzie jak DU.

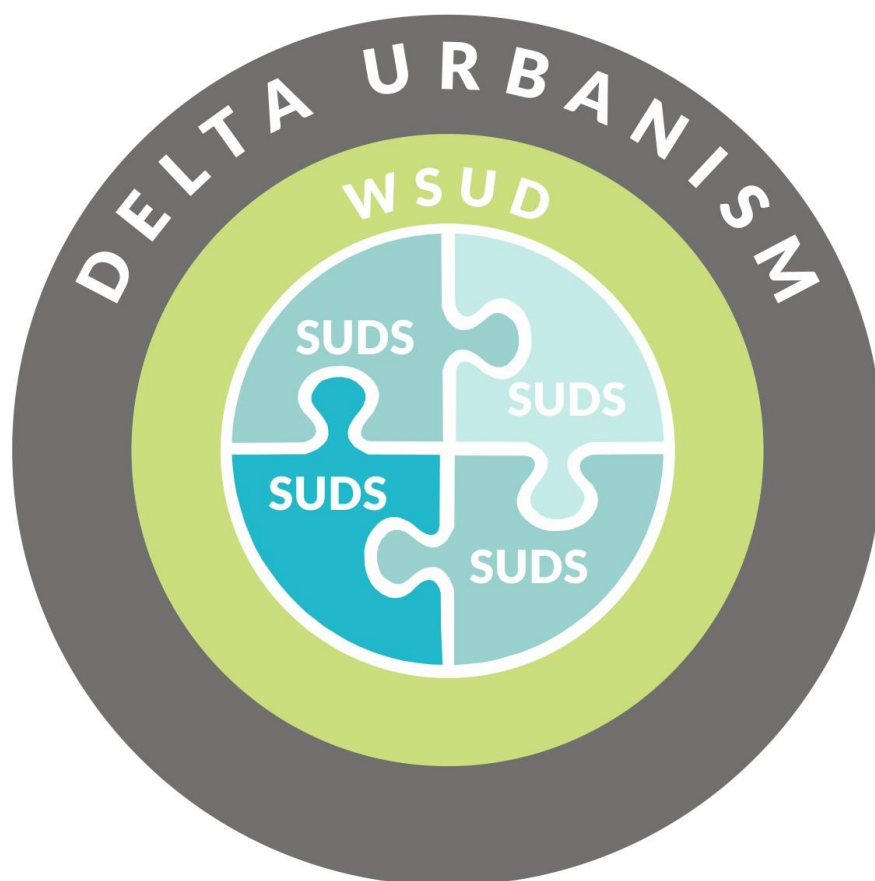


### 3.3.4. Komplementarne metody projektowania zrównoważonej infrastruktury miasta jako potencjalny budulec ZI

‘Zieloność’ infrastruktury jest związana z jej specyficzną promocją szerszej strategii zrównoważonego rozwoju. ‘Zielone’ rozumienie infrastruktury w tym przypadku nie odnosi się wyłącznie do tworzących ją ekologicznych elementów, lecz wnosi z założenia walor sieciowych połączeń, zarówno ekologicznych jak i społecznych. Dobrym przykładem na to jak ta łączność i zrównoważenie mogą być kreowane i rozwijane jest tworzenie SuDS. Obiekty tworzone za pomocą SuDS fizycznie łączą ekologiczne komponenty przestrzeni. W ten sposób dzięki łączeniu nawet małych obiektów wodnych tworzyć można docelowo całe ‘zrównoważone’ systemy wodne. Możliwa jest w tym przypadku zarówno kreacja nowych obiektów jak i przekształcanie, czyli ‘zazielenianie’, infrastruktury istniejącej poprzez jej przebudowę lub wzbogacenie w elementy przyrodnicze. W ten sposób dzięki SuDS łączyć można różne elementy przyrodniczego systemu miasta, dotąd odizolowane, wspomagając funkcjonalność ekosystemów. Funkcjonalność o której mowa to nie tylko funkcje środowiskowe, lecz także społeczne i ekonomiczne, zgodnie z triadą zrównoważonego rozwoju. SuDS to obiekty wielofunkcyjne, w których przewidywać można realizację celów społecznych jak integracja, edukacja, szeroko rozumiana rekreacja, walory sanitarno-zdrowotne. To także korzyści ekonomiczne, związane na przykład ze wzrostem wartości nieruchomości wokół których urządzana jest piękna estetycznie i wielofunkcyjna zieleń miejska. Tak utworzone elementy tworzące SuDS stać się swoistymi puzzlami, z których budować można i należy obszary w większej skali: dzielnicy, lub nawet całego miasta. W tym przypadku narzędzi dostarcza WSUD, dzięki któremu można koordynować i narzucać ramy dla poszczególnych elementów SuDS, tak, aby łącznie stanowiły wartościowy ekosystem miasta, czyli ZI miasta. Narzędzie DU z kolei przenosi nas na jeszcze wyższy stopień zorganizowania, porządkując działania dzięki spójnym wizjom i strategiom na szczeblu regionalnym i krajowym. Narzędzia SuDS, WSUD oraz DU są więc względem siebie komplementarne, uzupełniając się w zależności od skali projektowania, co prezentuje schemat na rysunku 36. Zgodnie z tezami tej pracy są także potencjalnym narzędziem do łączenia elementów systemu zieleni miasta, tak aby powstała spójna i wielofunkcyjna ZI.



**Rys. 36. Komplementarny charakter narzędzi: SuDS, WSUD oraz Delta Urbanizm w różnych skalach miasta.**



*Źródło: opracowanie własne J.Rayss, opracowanie graficzne: J.Rayss, K.Russek, A. Kempa*

### 3.4. Studia przypadków – narzędzia projektowania przyjaznego wodzie w praktyce w różnych skalach

Rozdział ten poświęcony jest studiom przypadków. Jest to przegląd **przykładów związanych z zarządzaniem wodami opadowymi, dobranych według** klucza przedstawionego w poprzednim rozdziale, czyli **różnych skali zastosowania**. Przykłady obejmują skalę od krajowych i regionalnych programów strategicznych, których przykładem jest DU, przez skalę miejską, prezentowaną przez WSUD, po rozwiązania lokalne, projektowane w skali architektonicznej, z zastosowaniem SuDS. Przeprowadzane w niniejszej dysertacji rozważania służą analizie możliwości zastosowania DU, WSUD oraz SuDS w ramach tworzenia i łączenia struktury ZI. Celem pracy jest także opracowanie modelowego schematu postępowania dla takiego rozwiązania w Gdańsku. W związku z tym kryteria doboru analizowanych przykładów oparte zostały dodatkowo na zbliżonych do Gdańska uwarunkowaniach lokalizacji opisywanych przykładów. Wśród przykładów, opisanych w poszczególnych podrozdziałach, poniżej znajdują się: Holandia, jako przykład zastosowania narzędzia DU, czyli narzędzia w skali krajowego programu strategicznego; Kopenhaga, jako przykład zastosowania WSUD w skali miasta oraz dwa obszary w szwedzkim Malmö, jako przykłady zastosowania SuDS w skali osiedla. Oprócz kryterium skali, czyli wielkości obszaru, na którym zastosowano narzędzie, przykłady dobierano dodatkowo stosując kryteria:

#### Kryterium lokalizacji:

- obszar Unii Europejskiej, w Europie Środkowej;
- obszar o charakterze nadmorskim, deltowym;
- lokalizacja w mieście portowym, lub w którym przepływająca rzeka (lub rzeki) była elementem miastotwórczym, a aktualnie generuje liczne zagrożenia (od ryzyka powodziowego po problemy sanitarne i ekologiczne);
- w klimacie umiarkowanym, morskim/ oceanicznym.

#### Kryterium dostępności informacji:

- przypadek jest dobrze i szeroko opisany w wielodyscyplinarnej literaturze;

#### Kryterium wielkości miasta:

- przypadek zlokalizowany jest na obszarze zurbanizowanym, w dużym mieście, powyżej 200 tys. osób.



Jak wynika z tabeli na rys. 36a., **dobrane przypadki posiadają zbliżone uwarunkowania do tych, które determinują obecny charakter Gdańska<sup>75</sup>**. Dodatkowym walorem, o czym wspomniano wcześniej, niezbędnym z punktu widzenia celów niniejszej dysertacji, jest różna skala rozwiązań zastosowanych w każdym przypadku oraz różny kontekst funkcjonalno przestrzenny i własnościowy. **W ten sposób przeanalizowane przypadki wyczerpująco odpowiadają sytuacjom, w których można w Gdańsku projektować rozwiązania z zakresu zarządzania wodami opadowymi**, wśród których można wymienić:

- skala zastosowanego rozwiązania, od skali regionalnej DU w Holandii, przez skalę miejską i dzielnicy w Kopenhadze dla WSUD po skalę lokalną, architektoniczną dla osiedli w Malmö z zastosowaniem SuDS.

- różne rodzaje własności terenu objętego projektami, od własności miejskiej, komunalnej, co charakteryzuje Augustenborg oraz Kopenhagę, po wielu prywatnych właścicieli, jak jest w przypadku Bo01 w Malmö.

- różny kontekst przestrzenny, od sytuacji kiedy inwestuje się w obszarze zdegradowanym, wymagającym rekultywacji, bez istniejącej zabudowy, jak w przypadku Bo01, po działania w istniejącej tkance miejskiej, jak w przypadku Augustenborga, czy wielu obszarów Kopenhagi i Holandii.

- różne uwarunkowania geomorfologiczne, od terenu z nieprzepuszczalnymi utworami gliniastymi, gdzie wody opadowe infiltrują w grunt w nieznacznym stopniu, a realizowane rozwiązania mają przede wszystkim cel retencyjny, czyli opóźnienie i zmniejszenie natężenia spływu maksymalnego (jak jest w przypadku osiedla Augustenborg), po rozwiązania na obszarach z bardzo dobrą infiltracją wód w głębsze warstwy gleby (jak w przypadku osiedla Bo01).

W ten sposób dobrano zestaw reprezentatywnych i komparatywnych przykładów analitycznych, które mogą pomóc przy poszukiwaniu rozwiązań adekwatnych dla specyfiki Gdańska.

---

<sup>75</sup> Uwarunkowania Gdańska szczegółowo opisuje rozdział 4.4.

### Rys. 36a. Analiza zbieżności uwarunkowań dla oceny adekwatności doboru przypadków do analizy.

Gdzie: '+' to występująca zbieżność uwarunkowania, a '++' to bardzo wysoka zbieżność uwarunkowania

uwarunkowanie / przypadek		Malmö: Bo01	Malmö: Augustenborg	Kopenhaga	Holandia
GDAŃSK	klimat	++	++	++	+
	geomorfologia i geologia	++	++	+	++
	struktura funkcjonalno-przestrzenna	+	+	++	++
	demografia	+	+	+	+
	przyroda	++	+	+	+
	infrastruktura	+	++	++	++
	historia	+	+	++	++

Źródło: opracowanie własne J.Rayss

#### 3.4.1. Delta Urbanism - Strategiczne regionalne plany zarządzania wodami – Holandia

Przykład Holandii to przypadek zastosowania narzędzia zarządzania wodami opadowymi w skali regionu i kraju, przy wykorzystaniu narzędzia DU.

##### Struktura przestrzenna:

Krajobraz Holandii to krajobraz kulturowy, stworzony głównie przez człowieka, płaski, z wyjątkiem regionów na krańcach wschodnich i południowych, leżących pomiędzy -6 a 20 metrów nad poziomem morza.

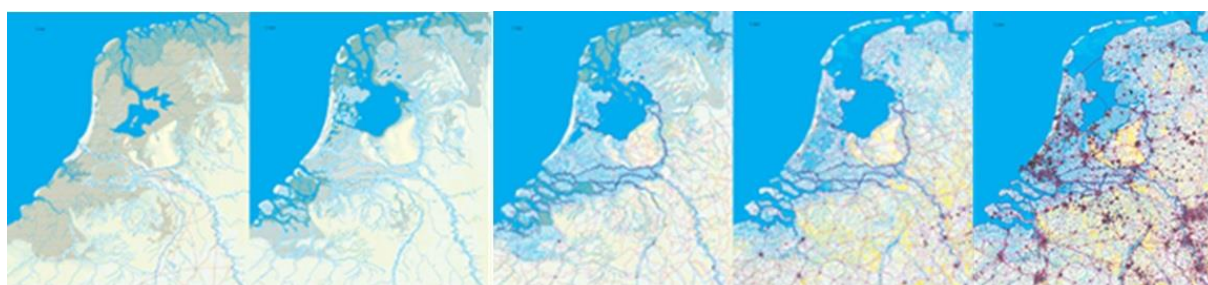
Obecne użytkowanie gruntów w Holandii charakteryzuje się znaczną przewagą obszarów rolnych (65%), prawie najniższym odsetkiem lasów w Europie (około 10%) i zaskakująco niskim procentem wód wewnętrznych (około 5%). Dodatkowo około 3,8% terenu kraju ma charakter seminaturalny. Są to przekształcone krajobrazy rolnicze, stworzone przez człowieka w celu zwiększenia różnorodności biologicznej, z ograniczonym dostępem dla ludzi.

Naturalny krajobraz holenderskiej delty został ukształtowany przez dynamikę wody i człowieka. Proces ten ilustruje rys 37. Wielowiekowe, naturalne procesy sedymentacji, erozji, buforowania i morskich pływów wyrzeźbiły deltowy krajobraz, przyczyniając się jednocześnie do tworzenia przez człowieka mozaiki nadbrzeżnych barier, naturalnych i sztucznych wałów przeciwpowodziowych, rzecznych wydmy, bagien i torfowisk. Nadbrzeżne bariery i wydmy chronią wnętrze kraju przed przyptykami, a naturalne groble i wały przeciwpowodziowe przed sezonowymi wezbrzeniami rzeczными. Płytkie laguny to miejsca bagien i mokradeł. Konsekwencją

są różnorodne profile glebowe, różnice w wysokości i nachyleniu i różnorodne metody zarządzania glebą i wodą, skutkujące utworzeniem różnych typów zagospodarowania terenu, różnych typów krajobrazowych deltowej części Holandii, wśród których można wyróżnić:

- krajobraz przybrzeżny
- krajobraz rzeczny
- krajobraz torfowiskowy.

**Rys. 37. Kontekst geomorfologiczny, geologiczny i społeczno – kulturowy – proces tworzenia - Holandia ‘wyrwana wodzie’**



Źródło: opracowanie na podstawie (Dutch Ministry of Education, Ministry of Culture and Science 15.06 2011)

Naturalne uwarunkowania krajobrazu deltowego oferowały pierwszym osadnikom suchy, bezpieczny ląd do zamieszkania i jednocześnie bliskość rzek oraz surowców naturalnych jak torf. Uprawa i odwadnianie terenu wpłynęło na hydrologię przyspieszając drenaż i zapobiegając intruzji wód słonych, jednakże zwiększając jednocześnie ryzyko katastrofalnych powodzi. Aby zapobiec nadmiernemu odpływowi, chroniąc jednocześnie pierwsze osady, zaczęto tworzyć poldery, czyli połacie wydartej wodzie ziemi, charakterystyczne dla krajobrazu Holandii, z których woda jest wypompowywana do wyższego kanału odwadniającego, nazywanego *boezem*. Z czasem poldery połączono w system *polder-boezem system*, który stał się modelowym rozwiązaniem odzyskiwania, utrzymywania i zarządzania terenami zalanyymi naturalnie wodą od XVII wieku, rozrastając się systematycznie na coraz większą skalę. Z czasem utworzono także system administracyjny zarządzający i utrzymujący obiekty powiązane systemem wodnym.



## Kontekst klimatyczny<sup>76</sup>

Klimat Holandii jest morski, umiarkowany i ciepły. Średnia temperatura stycznia wynosi od +1 °C na wschodzie do +3 °C na zachodzie. Natomiast w lipcu od +17 °C do +19 °C, w głębi kraju do +20 °C. Mała amplituda roczna temperatur jest wynikiem zachodnich i południowo-zachodnich wiatrów, które łagodzą upały i chłody zimowe. Średnia roczna suma opadów wynosi 750 mm. Częstym zjawiskiem są mgły. Dominujący kierunek wiatru w Holandii jest południowo-zachodni. Charakterystyczne są tu chłodne lata i łagodne zimy, zazwyczaj z dużą wilgotnością

Opad w ciągu roku jest rozprowadzony stosunkowo równomiernie w każdym miesiącu. Latem i jesienią miesiące wydają się gromadzić trochę więcej opadów niż w innych miesiącach, głównie ze względu na intensywność opadów a nie częstotliwości dni deszczowych (jest to szczególne latem, kiedy burzę zdarzają się częściej).

Liczba godzin słonecznych wynika z faktu, że ze względu na szerokość geograficzną, długość dni waha się od zaledwie osiem godzin w grudniu i prawie 17 godzin w czerwcu.

Uwarunkowania powyższe komplikują niełatwą sytuację Holandii z jej deltowym położeniem i znacznymi obszarami kraju zagrożonymi zalaniem przez podnoszący się stopniowo poziom mórz i oceanów, ze względu na znaczną ilość opadów oraz ich letnio-jesienną intensyfikację. Znaczne opady problematyzują i tak trudną okresowo sytuację hydrologiczną kraju.

## Uwarunkowania planistyczne

Rozwój obszarów wiejskich w ramach polityki krajowej należy do kompetencji Ministerstwa Rolnictwa, Środowiska i Jakości Żywności (LNV), podczas gdy rozwój obszarów miejskich należy do kompetencji Ministerstwa Budownictwa, Planowania Przestrzennego i Ochrony Środowiska (VROM). Oba ministerstwa na ogół współpracują ze sobą, rozwiązując typowe problemy związane z rozwojem krajobrazu, choć czasami tworzą swoje własne zasady w tych samych obszarach. Chociaż polityka wyżej wymienionych ministerstw pokrywa się w wielu aspektach, różnica pomiędzy podejściami polega na tym, że LNV na ogół wykorzystuje bezpośrednie podejście w polityce ochrony przyrody i nabywania gruntów dla rozwoju przyrody, a VROM rozpatruje krajobraz w kontekście innych funkcji

---

<sup>76</sup> Źródło: *Royal Netherlands Meteorological Institute, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut or KNMI,*



przestrzennych, nie skupiając się wyłącznie na ochronie przyrody, ale również na możliwościach lokowania nowych inwestycji. Wymienić należy także wspólne prowadzone inicjatywy i programy, jak *Landscape Agenda Program* (stworzony wspólnie przez oba ministerstwa) oraz program *Beautiful Netherlands* (stworzony przez VROM, realizowany we współpracy z LNV). Programy częściowo nakładają się, traktując krajobraz jako obiekt integralny i wielofunkcyjny, próbując w rozwoju przestrzennym wdrożyć nowe podejście, aby zatrzymać fragmentację, szczególnie krajobrazu wiejskiego, na obrzeżach miast.

### Narzędzia planistyczne

Podstawowym krajowym dokumentem planistycznym jest *Narodowa Polityka Planowania Przestrzennego (National Spatial Planning Policy)*, czyli *Przestrzenny Dekret Planistyczny (Besluit ruimtelijke ordening)*. Rząd holenderski w swojej wizji rozwojowej do roku 2040 widzi swój kraj jako *dostępne i bezpieczne miejsce do życia*. Wskazane w dokumencie: *główne cele planowania przestrzennego i polityki mobilności w średnim okresie (2020-2028)* to:

- wzmocnienie struktury społeczno-gospodarczej;
- udoskonalenie, chroniony i zagwarantowanie przestrzennej dostępności;
- zagwarantowanie bezpiecznego, zdrowego i odpornego klimatycznie środowiska do życia, w którym zachowane są unikalne wartości przyrodnicze i kulturowe.

W kontekście rozważań niniejszej pracy, najistotniejsza jest część strategii o nazwie, którą przetłumaczyć można jako: *Indywidualny charakter i bezpieczeństwo: morze, wybrzeże i rzeki*, gdyż to w niej należy upatrywać źródła DU. W ramach narzędzi realizacyjnych dla strategii narodowej wyróżnić można także:

- *Spatial planning order [Amvb ruimte]*, czyli *Porządek planowania przestrzennego*;
- *Spatial Planning Act [Wro]*, czyli *Ustawa o planowaniu przestrzennym oraz Spatial Planning Decree [Bro]*, czyli *Rozporządzenie w sprawie planowania przestrzennego*;
- *National land-use plans [Rijksinpassingsplannen]* czyli *Narodowy Plan Integracji*.

Programy strategiczne będące bezpośrednio odzwierciedleniem polityki DU to *Narodowy Plan Wodny (National Water Plan)* oraz *Program Delta (Delta*

*Programme*). Rząd holenderski wskazał w nich najważniejsze wyzwania związane z wodą na nadchodzące dziesięciolecia, tak aby wesprzeć główną strategię dążenia do utrzymania Holandii bezpiecznej i atrakcyjnej. Według dokumentów trzy regiony powinny być traktowane priorytetowo w najbliższych latach z perspektywy kulturowej: Morze Północne, wybrzeża i duże rzeki. Te przestronne, bardzo dynamiczne regiony mają zgodnie z wizją również charakter narodowy w kontekście kulturowym. *Narodowy Plan Wodny* oraz *Program Delta* wyznaczają główne kierunki działań i z założenia prowadzone są we współpracy (zarówno organizacyjnej, realizacyjnej jak i finansowej) z innymi ministerstwami. Dobrym przykładem jest tutaj ministerstwo dziedzictwa narodowego, które współfinansuje liczne programy związane z ochroną wodnego dziedzictwa kulturowego Holandii, jak wspomniane: *Narodowy Plan Wodny* oraz *Program Delta*, lecz także *National Coast Framework [Nationaal Kader Kust]* (*Krajowe Ramy Zagospodarowania Wybrzeża*), *Spatial Planning Vision for the IJsselmeer Dam* (*Polityka planistyczna dla zapory na jeziorze IJsselmeer*). Jest to bardzo dobry przykład zintegrowanego, wielodyscyplinarnego podejścia strategicznego do krajowej problematyki wodnej, które może być punktem wyjścia do opracowania lokalnych: miejskich i regionalnych programów operacyjnych.

### **Rozwiązania szczegółowe związane z zarządzaniem wodą i ryzykiem powodziowym**

W ramach realizacji *Programu Delta*, holenderski rząd powołał tzw. *Komitet Deltowy - Delta Committee*. Do jego zadań należy opracowanie wizji i szczegółowych zaleceń dotyczących sposobu ochrony holenderskiego wybrzeża, terenów depresji i obszarów nisko położonych w głębi lądu, przed skutkami zmian klimatycznych. Komitet opracował długofalowe sposoby zabezpieczeń przeciwpowodziowych, zgodnych z narodową strategią rozwojową. Ustalenia *Delta Committee* obejmują oddziaływania na życie i pracę, rolnictwo, przyrodę, rekreację, krajobraz, infrastrukturę i energię. Strategia opiera się na dwóch filarach: ochronie przeciwpowodziowej oraz zgodności z założeniami zrównoważonego rozwoju (*Deltacommissie* 2008). Ponadto raport *Komitetu Deltowego* obejmuje zarówno ochronę przeciwpowodziową, jak i zabezpieczenia zasobów słodkiej wody.

*Delta Committee* powołała wielospecjalistyczną radę naukową, w której skład weszli naukowcy zarówno krajowi, jak i zagraniczni, także działający w IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate change*, czyli *Międzyrządowym Zespole ds.*

*Zmian Klimatu*) holenderscy eksperci w zakresie ochrony przeciwpowodziowej i gospodarki wodnej. Grupa ekspertów uzyskała dostęp do aktualnych scenariuszy klimatycznych, a także opracowała własne, nowe szacunki dotyczące wartości ekstremalnych zjawisk pogodowych. W rezultacie stworzono dokument *Delta Programme*, który jest narzędziem wdrożeniowym zaleceń dla odpornej na zmiany klimatyczne Holandii. Program ten następnie został odpowiednio osadzony finansowo, politycznie i administracyjnie dzięki nowej ustawie, tzw. *Delta Act*.

Najważniejsze wnioski i założenia *Delta Programme* (założenia ukazane także na schemacie na rys. 45.):

- Zaleca się w przypadku inwestycji związanych ze zmianami klimatycznymi brać pod uwagę regionalny wzrost poziomu morza od 0,65 do 1,3 m do 2100 roku, a od 2 do 4 m do roku 2200, co obejmuje tzw. efekt osiadania gruntów. Wartości te stanowią wiarygodne górne limity oparte na najnowszych badaniach naukowych.
- Dla Renu i Mozy, letni zrzut wód będzie się zmniejszać, a zimowy wzrośnie z powodu wzrostu temperatury i zmienionej struktury opadów. Około 2100 roku maksymalny (projektowany) zrzut Renu i Mozy może wynosić około 18000 m<sup>3</sup>/s oraz 4600 m<sup>3</sup>/s, odpowiednio. Obecne zrzuty projektowe to 16.000 m<sup>3</sup>/s oraz 3800 m<sup>3</sup>/s.
- Rosnący poziom morza, zmniejszenie zrzutów rzekami w lecie, intruzja słonej wody za pośrednictwem rzek i wód gruntowych, wszystko może wpłynąć na dostawy wody pitnej w kraju, rolnictwo, transport, a te sektory gospodarki, które są uzależnione od wody do chłodzenia lub w inny sposób.








Delta Committee opracowała finalnie długofalową wizję obejmującą okres do roku 2100 i dłużej, oraz 12 zaleceń dla okresu średniego i krótkiego.

Rys. 38. Schemat strategii przestrzennej Delta Programu



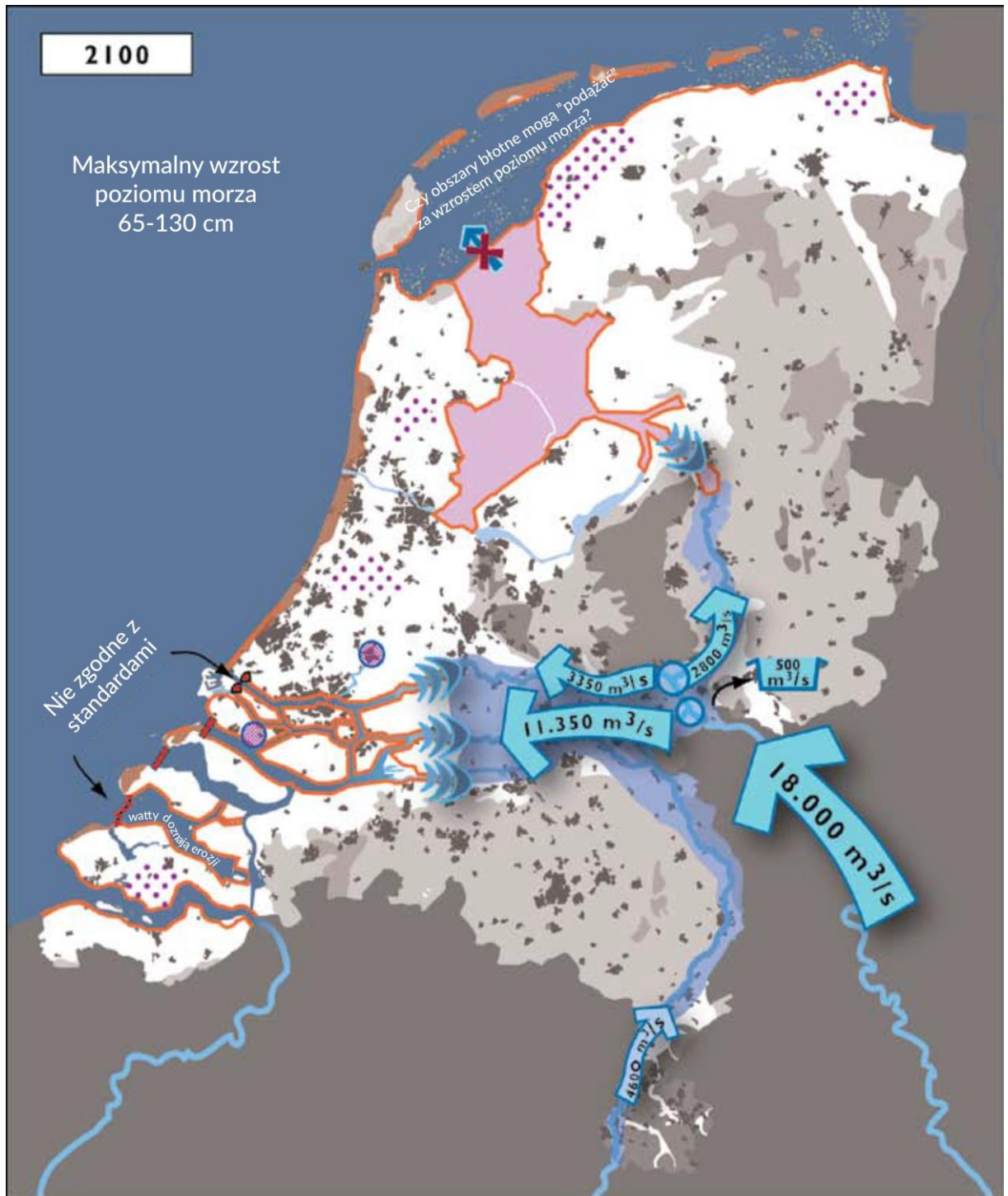


**Legend**

-  UWAGA SKUPIONA NA WYDMACH PRZYBRZEŻNYCH
-  UWAGA SKUPIONA NA WROTACH PRZECIWSZTORMOWYCH
-  WZROST POZIOMY ZAGROŻENIA POWODZIĄ WZDŁUŻ RZEKI Meuse
-  MIGRACJE NADMIARU WODY MORSKIEJ W GŁĄB ŁĄDU
-  CZĘSTSZE WSTRZYMANIA DOSTĘPU DO ŚWIEŻEJ WODY W Barnisse i Gouda
-  MOŻLIWE SWOBODNY ODPIŁYW
-  NIEDOBORY ŚWIEŻEJ WODY W JEZIORZE IJSSELMEER

0 km 50 km





**Legenda**

- UWAGA SKUPIONA NA WYDMACH PRZYBRZEŻNYCH
- UWAGA SKUPIONA NA WROTACH PRZECIWSZTORMOWYCH
- WZROST POZIOMU ZAGROŻENIA POWODZIĄ WZDŁUŻ RZEK
- PRZESTRZEŃ RETENCYJNA DLA NADMIARU WÓD RZECZNYCH
- MIGRACJE NADMIARU WODY MORSKIEJ W GŁĘB ŁĄDU
- CZĘSTSZE PRZERWY W DOSTĘPIE DO WODY PITNEJ W Barnisse i Gouda
- + SWOBYDNE ODPIY W MOŻLIWI JEDYNI WRAZ ZE WZROSTEM POZIOMU WODY W JEZIORACH
- NIEDOBORY ŚWIEŻEJ WODY W JEZIORZE IJSSELMEER
- OBSZARY INTRUZJI WODY SŁONEJ DO WÓD GRUNTOWYCH

0 km 50 km



Źródło: (Deltacommissie 2008)

Sam *Program Delta* to nie całość holenderskiej strategii DU. Zawiera się w niej także szereg programów operacyjnych umożliwiających realizację założeń *Programu*. W pakiecie tym znajdują się następujące programy związane bezpośrednio z zarządzaniem wodami opadowymi i adaptacją do zmian klimatycznych w zakresie planowania przestrzennego i urbanistyki:

- Międzynarodowy projekt - *Urban Flood Management (UFM)*, czyli *Zarządzanie Powodziami Miejskimi*, prowadzony aktualnie równolegle w Dordrecht, Hamburgu i Londynie. Porusza on problematykę inwestowania w obszarach zalewowych, zarządzania ryzykiem powodziowym i efektywnością kosztową. Opracowanie metod budowanie tzw. '*Flood-proof*' (czyli odpornego na powódź) na obszarach zalewowych jest jednym z celów projektu.
- Przeniesienie rozważań związanych z adaptacją do zmian klimatycznych w utworzony *National Space and Climate Adaptation Programme* [*Nationaal adaptatieprogramma ruimte en klimaat*], czyli *Narodowy Program Adaptacji Przestrzenno-Klimatycznej*. Prezentuje on z założenia planowanie przestrzenne 'odporne klimatycznie'. Kluczowymi kryteriami są tutaj: odporność, elastyczność i zdolności adaptacyjne instrumentów planistycznych. Natomiast głównymi tematami społecznymi motywującymi adaptację przestrzenną były ochrona przeciwpowodziowa, środowisko życia, różnorodność biologiczna i gospodarka. Szczególnie rozważa się tu zależność między zmianami klimatu a zdrowiem publicznym. Strategia wygenerowała wiele lokalnych i regionalnych inicjatyw związanych z adaptacją klimatyczną regionów.
- Program *Ruimte voor de Rivier* [*Room for the River*], miejsce dla rzeki, realizowany w regionach przybrzeżnych w celu adaptacji lokalnej do zmian klimatu a w szczególności podnoszącego się poziomu mórz i oceanów, który szczególnie zagraża miastom holenderskim.

#### **Finansowanie i koszty:**

- Realizacja Programu Delta do 2050 to koszt 1,2 do 1,6 mld euro rocznie,
- 0,9 do 1,5 mld euro rocznie w okresie 2050-2100.
- Przybrzeżna ochrona przeciwpowodziowa w *Programie Delta* osiągnięta jest głównie przez 'refulacje' (*nourishments*) plaż. Jeżeli ta metoda zostanie zintensyfikowana tak, że wybrzeża Holandii poszerzone zostaną np. o 1 km w





kierunku w kierunku morza (tworząc tym samym nowy grunt dla funkcji rekreacyjnych i środowiskotwórczych) to koszty te zwiększą się dodatkowo o 0,1 do 0,3 mld euro rocznie

### **Rozwiązania szczegółowe – Rotterdam**

Najlepszym przykładem metodologii wdrażania Programu Delta, czyli lokalnym odzwierciedleniem DU, jest Rotterdam. Miasto to w ramach swoich granic posiada wszystkie elementy charakterystyczne dla miast i obszarów deltowych: wybrzeże, południowo-wschodnią deltę, przepuszczalne, torfowe podglebie. Elementy te łącznie stanowią poważny problem, szczególnie w kontekście zmian klimatycznych, jednocześnie dając wiele możliwości transformacji i rewitalizacji obszarów miejskich.

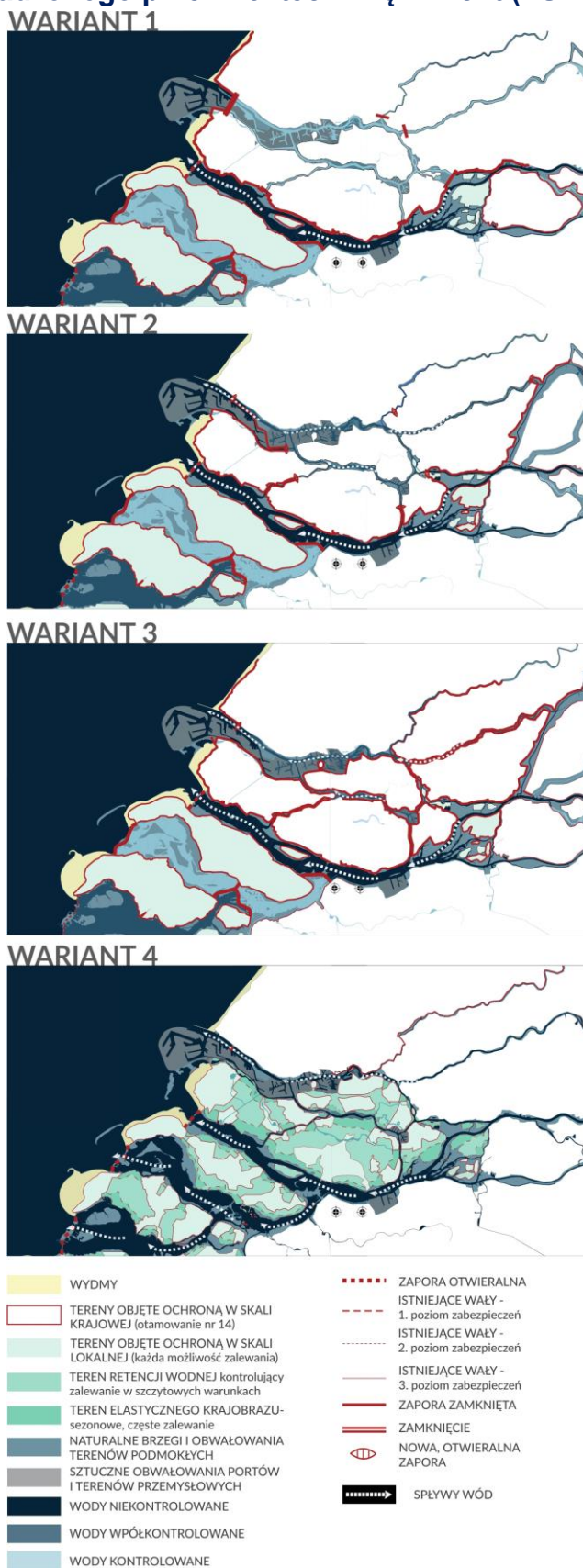
Rotterdam poszukiwał od lat sposobów rewitalizacji, między innymi wdrażając w 2005 roku program *Rotterdam Water City 2035 (Rotterdam Miasto Wodne 2035)*, którego celem było znalezienie w mieście miejsca dla wód opadowych, ze względu na przeciążenie miejskiej kanalizacji deszczowej. Problem ten wzrósł nie tylko z powodu zmian klimatycznych, lecz także ze względu na zasypywanie przez lata kolejnych kanałów odwadniających miasto. Projektanci Wydziału Planowania Urzędu Miejskiego, inżynierowie Departamentu Robót Publicznych oraz zarządcy regionalnych zasobów wodnych wspólnie dążyli do wypracowania zintegrowanej infrastruktury drenażowo-zbierającej. W 2008 roku rozwiązania zaczęły być stopniowo wdrażane w ramach *Waterplan 2 Rotterdam (czyli Drugiego Planu wodnego dla Rotterdamu)*.

Pesymistyczne wizje odnośnie zmian klimatycznych, nakładające się na wcześniej istniejący problem zagospodarowania wód opadowych sprawiły, że *Delta Committee* zasugerowała szukanie dodatkowych rozwiązań w mieście. Między innymi zasugerowano rozebranie jednej lub kilku zapór z zabezpieczeń Delty, aby więcej wody mogło w przyszłości odpływać do morza. Można było to zrealizować na kilka różnych sposobów. W związku z tym zrealizowano projekt naukowo badawczy w ramach metody: *'reaserch-by-design'* prowadzony przez Politechnikę w Delft (*TU Delft*) – wiodący światowy ośrodek naukowo-badawczy zajmujący się problemami obszarów deltowych. W ramach projektu zdefiniowano i przeanalizowano ostatecznie cztery różne scenariusze przewidujące warunki dla miejskiego i ekonomicznego rozwoju miasta (przedstawione na rys. 39.):

- ✓ Wariant 1 - Redukcja roli *Nieuwe Maas* oraz *Nieuwe Waterweg* jako kanałów ulgi i skierowanie większości wody do estuarium w południowej części Rotterdamu;
- ✓ Wariant 2 - Utrzymanie roli *Nieuwe Maas* oraz *Nieuwe Waterweg* jako kanałów ulgi oraz utworzenie w otaczającym rejonie serii ruchomych barier przeciwsztormowych;
- ✓ Wariant 3 - Utrzymanie roli *Nieuwe Maas* oraz *Nieuwe Waterweg* jako kanałów ulgi, a otaczająca je południowa część Rotterdamu wzmocni otaczający ją pierścień wałów przeciwpowodziowych;
- ✓ Wariant 4 - Poszerzenie roli *Nieuwe Maas* oraz *Nieuwe Waterweg* jako kanałów ulgi i odtworzenie dodatkowego systemu potoków i odnóg rzecznych, które pozwolą na okresowe zalewanie w przypadku wysokich odpływów rzecznych. Bariery przeciwsztormowe w estuarium w dalszym ciągu będą chronić przed ekstremalnymi zjawiskami sztormowymi.

Scenariusze ukazywały cztery różne sposoby manipulacji odpływem rzeczny i poziomem morza w czterech różnych systemach infrastruktury. W analizie scenariuszy zastosowano wspomniany w poprzednim podrozdziale *Layer cake approach model*. Podkreślono wagę uważnego projektowania sieci infrastruktury (druga warstwa modelu), który staje się bazą dla kształtowania warunków dla pozostałych dwóch warstw. W warstwie pierwszej, czyli podstawie geologiczno-siedliskowo-przestrzennej znalazły się woda, odpływ rzeczny, kontrola powodzi, układy glebowy i geomorfologiczny, ekosystemy oraz bioróżnorodność. Natomiast warstwa druga, określana jako ludzkie zasiedlenie, uwzględnia środowisko miejskie, ekonomikę przemysłu, rolnictwo, itp. Przy wyborze scenariusza ważne były również koszty jego finansowania.

Rys. 39. Cztery warianty scenariuszy przewidujące warunki dla miejskiego i ekonomicznego rozwoju Rotterdamu opracowane w ramach projektu naukowo badawczego prowadzonego przez Politechnikę w Delft (TU Delft).



Źródło: (Meyer et al. ©2010)

Ostatecznie poszukiwania badawcze skupiły się na scenariuszu czwartym. Jest to model bardzo atrakcyjny z perspektywy zarządzania wodą. Zwiększa pojemność wodną regionu tak, aby poradził sobie zarówno ze wzrostem szczytowego poziomu odpływu rzek jak i zjawiskami sztormowymi. Jednocześnie zwiększa także możliwości radzenia sobie z zagospodarowywaniem wód opadowych chroniąc przy tym delikatne torfowe gleby przed dalszą degradacją, dzięki odtworzeniu licznych cieków wodnych w terenie. Ponadto system terenów zalewowych, potoków i cieków wodnych zapewnia poszerzony system miejskich mokradeł, co udoskonali ekosystem deltowy i podniesie znacząco bioróżnorodność. Także uwarunkowania dla rozwoju portu są w tym przypadku optymalne. Scenariusz ten także stwarza wiele możliwości przekształcenia zdegradowanej południowej części miasta w atrakcyjne 'deltacity', z unikalną tożsamością. Zamiast dodawania kilku nowych zabezpieczeń przeciwpowodziowych do istniejącej tkanki miejskiej, obszar miasta może w ten sposób zostać przekształcony w atrakcyjne, zorientowane na wodę miasto, znacznie różniące się od środowiska miejskiego po północnej części rzeki. Projekt *reaserch-by-design* ukazał opcje i uwarunkowania, które teraz są stopniowo przekształcane w kolejne programy operacyjne w mieście.

**Przykład Holandii oraz Rotterdamu ukazuje możliwości wdrażania polityki DU do miasta deltowego i jako taki jest cennym wzorem do inspiracji w zakresie adaptacji do zmian klimatycznych dla Gdańska. Szczególnie istotne są tu bardzo zbliżone uwarunkowania przestrzenne Gdańska i miast deltowych Holandii, jak Rotterdam, czyli zbieżność pierwszej warstwy 'layer cake model': podstawy geologiczno-siedliskowo-przestrzennej.**

### **3.4.2. WSUD - Strategiczne ogólnomiejskie plany zarządzania wodami opadowymi - Kopenhaga<sup>77</sup>**

Przykład Kopenhagi to przypadek zastosowania narzędzia zarządzania wodami opadowymi w skali miasta, przy wykorzystaniu narzędzia WSUD.

<sup>77</sup> Opracowano na podstawie: <http://www.inro.tno.nl/transland/Copenhagen.html>; <http://www.dac.dk/>; City of Copenhagen Munciple Plan 2001: Primary Structure and Framework. Published by the City of Copenhagen Finance and Administration ; [http://www.qub.ac.uk/ep/research/costc10/fi\\_ndoc/cs08-cope.pdf](http://www.qub.ac.uk/ep/research/costc10/fi_ndoc/cs08-cope.pdf); Beatley 2012

## Uwarunkowania klimatyczne:

Klimat Kopenhagi jest łagodny, umiarkowanie ciepły, morski/ oceaniczny, a pogodę kształtują układy niskiego ciśnienia znad Atlantyku, skutkujące niestabilnymi warunkami w ciągu roku. Przejawia się to częstymi opadami oraz dużą wilgotnością powietrza, stąd Kopenhaga jest miastem ze znaczącymi opadami deszczu, nawet podczas najsuchszych miesięcy. Ilość dni deszczowych to 20-25 dni/ miesiąc. Średnie roczne opady wynoszą 670,6 mm, miesięczne średnio ok. 56 mm. Najwięcej opadów przypada na sierpień (średnio prawie 74 mm) najmniej na luty (25,4 mm)<sup>78</sup>

Średnia roczna temperatura wynosi 8.4 °C. Najcieplejsze miesiące to lipiec i sierpień, lecz są one też najbardziej deszczowe. Roczne amplitudy temperatur są niskie, co oznacza że zimy są łagodne a lata chłodne. Najbardziej słonecznym miesiącem jest czerwiec, w którym można cieszyć się nawet ośmioma godzinami słońca ze średnią temperaturą w okolicach 21 °C, wzrastającą maksymalnie do 33°C, podczas gdy od grudnia do lutego słońce świeci tylko 1,5 h, w styczniu osiągając również najniższą średnią miesięczną temperaturę w okolicy -3-2°C.

## Obszar zainwestowania:

Kopenhaga jest metropolią. Pierścień obwodowy aglomeracji kopenhaskiej zamieszkuje 1,8 miliona osób, co stanowi jedną trzecią ludności Danii. Samo miasto jest siedzibą centrali wielu skandynawskich firm międzynarodowych, rządowych urzędów i innych organizacji krajowych.

Kopenhaga jest częścią regionu Øresund. Miasto zajmuje obszar 74.4 km<sup>2</sup>. Położone jest na wschodnim wybrzeżu wyspy Zelandia i częściowo Amager. Od 1 lipca 2000 Kopenhaga połączona jest mostem nad Sundem ze szwedzkim miastem Malmö. Obecnie samo miasto Kopenhaga zamieszkuje 591,481 osób, a cały zespół miejski Wielkiej Kopenhagi liczy 1,280,371 mieszkańców (dane na 1 stycznia 2016).<sup>79</sup>

W centrum miasta znajduje się w obszar pierwotnie zdefiniowany przez system starych murów obronnych, które wciąż są określane jako pierścień fortyfikacji *Fæstningsringen* i utrzymywane jako zielone pasmo wokół centrum miasta. Dalej leżą XIX- i XX-wieczne osiedla mieszkaniowe i rezydentalne: *Østerbro*, *Nørrebro*, *Vesterbro* i *Amagerbro*. Odległe obszary *Kongens Enghave*, *Valby*, *Vigerslev*,

<sup>78</sup> Źródło: Weatherbase: Historical Weather for Copenhagen, Denmark; <http://www.weatherbase.com>

<sup>79</sup> Źródło: Statbank.dk. Statistics Denmark. January 2016. Retrieved 16 April 2016

*Vanløse, Brønshøj, Utterslev i Sundby* to realizacje z lat 1920-1960. Składają się głównie z budynków mieszkalnych często wzbogaconych o parki i zieleń.

Centralna część miasta położona jest na stosunkowo nisko nad poziomem leżących, płaskich utworach morenowych, a pagórkowate tereny na północy i zachodzie wznoszą się do 50. m nad poziomem morza. Zbocza *Valby* i *Brønshøj* osiągają wysokość ponad 30. m, podzielone przez doliny od północnego wschodu na południowy zachód. Blisko centrum znajdują się jeziora *Sortedams Sø, Peblinge Sø* oraz *Sankt Jørgens Sø*.

### **Uwarunkowania planistyczne:**

Kopenhaga to miasto dojrzałe i rozwinięte, bazujące na regionalnym planie zagospodarowania i systemów zieleni, zwanym *5 Finger Plan (Plan pięciu palców [dłoni])*. Plan ten jest podstawą rozwoju miasta i kształtowania miejskiego systemu zieleni. *5 Finger Plan*, od momentu powstania w 1947 roku, przeszedł wiele ewolucji. Kopenhaskie regionalne ramy planistyczne w postaci koncepcji *Pięciu Palców* pierwotnie opracowano w 1940 roku. Współczesna koncepcja kontynuuje kształtowanie regionalnej formy wówczas zaproponowanej. Pod kierunkiem regionalnego organu planowania, obszary miejskie są ograniczone do korytarzy liniowych, połączonych przez kanały tranzytowe, które rozciągają się jak palce z centralnego rdzenia. Zielone kliny chroniące przed niekontrolowanym rozprzestrzenianiem się miasta, wypełniają przestrzeń między korytarzami miejskimi. Nad realizacją i spójnością planów w ramach *5 Finger Plan* czuwa instytucja *The Greater Copenhagen*. Jest to regionalny organ planowania, który nadzoruje planowanie transportu, planowanie regionalne, operacje tranzytowe, rozwoju gospodarczego, turystyki i kultury.

### **Wytyczne 5 Finger Plan:**

Podstawowym założeniem *5 Finger Plan* jest aby społeczność miała łatwy dostęp do obiektów infrastrukturalnych, takich jak tereny zielone, ścieżki rowerowe, transport miejski i autostrady. Ludzie powinni mieć możliwość dostępu do lasów i jezior, krajobrazów rolniczych, rzek, strumieni i fiordów, czerpiąc jednocześnie korzyści z bezpośredniej bliskości centrum miasta. Plan jest od prawie 70 lat podstawą planowania regionalnego.

## PLANY STRATEGICZNE:

W mieście realizowane są następujące plany strategiczne związane bezpośrednio lub pośrednio z miejskim systemem zieleni oraz zarządzaniem wodą, wodą opadową i adaptacją do zmian klimatycznych:

- Program *Eco-metropolis* z 2007 wdrażający wizję miasta-ekometropolii do roku 2015. Wizja podzielona została na cztery obszary tematyczne. Interesujący z punktu widzenia niniejszej dysertacji, obszar: *“Zielono-Niebieski kapitał Miasta”* (*“A Green and Blue Capital City”*) określa 2 ogólne cele dotyczące rozwoju obszarów wody i zieleni w mieście.
  - redukcję odległości do terenów zieleni i łatwiejszy dostęp dla mieszkańców;
  - zwiększenie dostępności do terenów zieleni.
- Uchwalony w 2011 roku planem *Climate Change Adaptation Plan*, w którym miasto pracuje nad dostosowaniem miejskich terenów zieleni do zmian klimatycznych. Plan opracowany został zgodnie z nagrodzonym niedawno *Index Design Award*. Pomaga on osiągnąć obrane cele, wspierając retencję, infiltrację oraz ewapotranspirację wód opadowych. Szacuje się, że zalecenia planu mogą zostać zrealizowane do roku 2033. Wśród zaleceń planu adaptacji znajdują się: zwiększenie ilości drzew w mieście, promocja zielonych dachów, zwiększanie wielofunkcyjnych obszarów zieleni i wody odpornych na trudne warunki pogodowe, a także umożliwiających korzystanie z licznych aktywności społecznych na świeżym powietrzu.
- Wizja - *CarbonNeutral City* (czyli *miasto neutralne węglowo*), którą miasto planuje zrealizować do roku 2025. Jej podstawowe hasło to: *‘mobilność + woda + energia + zasoby naturalne’*. Szczegółowe założenia strategii dotyczą:
  - przekształcenia i zrewitalizowania terenów portowych;
  - zaspokojenia rosnących potrzeb na wodę;
  - zwiększenia udogodnień dla cyklistów;
  - rozwoju zintegrowanego transportu;
  - uporządkowania gospodarki odpadami;
  - rozwoju energii odnawialnej, w tym szczególnie wiatrowej;
  - podniesienia efektywności miejskich systemów grzewczych;
  - podniesienia standardów miasta neutralnego CO<sub>2</sub>.
- *The Blue and Green Infrastructure Plan* (czyli *Plan Niebieskiej i Zielonej Infrastruktury*). Jest to ogólnomiejski, strategiczny plan będący przede

wszystkim sposobem adaptacji obszarów miasta do zmian klimatycznych, lecz nie tylko. Opracowany został w ramach wspomnianego wcześniej *Copenhagen Carbon Neutral 2025*. Plan koncentruje się na dwóch głównych obszarach działań: obszarach portowych i kanałach (czyli tutaj infrastrukturze niebieskiej) oraz terenach parków i pozostałych obszarach zieleni (czyli infrastrukturze zielonej). Dodatkowo program ten z założenia odciążać ma konwencjonalny system kanalizacyjny. Strategia jest w trakcie opracowywania. Jej cele i proces tworzenia to:

- Analiza istniejącej niebieskiej i zielonej struktury miasta;
- Analiza perspektyw rozwojowych, w tym demograficznych, klimatycznych, różnorodności biologicznej, itp.;
- Plan zielonej i niebieskiej struktury w powiązaniu z istniejącym systemem kanalizacji deszczowej (tzw. *Cloudburst Plan*);
- Zielona i niebieska struktura na obszarze zlewni – analiza lokalnego ‘odcisku’ zielonego i wodnego (*how is the local green and blue fingerprint?*).

Połączenie systemów odprowadzania wody miejskim systemem zieleni i systemem wodnym daje wartość dodaną dla mieszkańców, tworząc wielofunkcyjne obszary publiczne i podnosząc jakość życia. Na rys. nr 40. widać przykładowe rozwiązanie projektowane dla Kopenhagi, którego głównym celem jest zwiększenie retencji obszarów miejskich. W górnej części rysunku widać jak woda zagospodarowywana jest obecnie, w dolnej części przedstawiono propozycję zagospodarowania wody w systemie zielonych rabat bioretencyjnych, takich, jak w systemach SuDS.

## **ROZWIĄZANIA SZCZEGÓŁOWE REALIZOWANE W MIEŚCIE:**

### **Od skali miasta do skali dzielnicy:**

*The Water Pollution Committee* (Komitet ds. zanieczyszczenia wody) duńskiego stowarzyszenia inżynierów zaleca przy doborze nowych systemów zarządzania wodami opadowymi stosowanie współczynnika 1,3<sup>80</sup> w celu uwzględnienia przewidywanego zwiększenia intensywności opadów i burz (Lerer et al. 2016). Wpłynęło to na ogólne wytyczne dotyczące zagospodarowywania wód opadowych, określone w kopenhaskim *Miejskim Planie Adaptacji do Zmian Klimatycznych* przyjętym przez władze miasta w 2011 roku (*City of Copenhagen, 2011. Climate*

<sup>80</sup> Czyli zwiększenie wielkości projektowanego opadu normowego o 30%



*Adaptation Plan*). Oznacza to, że oczekiwany wzrost intensywności opadów dla tzw. deszczu 10-letniego (czyli deszczu projektowanego) musi zostać zneutralizowany dzięki odłączeniu 30% nieutwardzonych obszarów miasta od miejskiej sieci kanalizacji deszczowej. Te odłączenia mają być dokonywane zgodnie z teorią i praktyką WSUD. Sytuację w mieście zaognił fakt, że 2-go lipca 2011 Kopenhagę nawiedziły opady o intensywności przekraczającej okres 200 lat<sup>81</sup>, powodujące straty szacowane na ponad 800 milionów Euro. To doprowadziło do uchwalenia *Miejskiej Strategii Zarządzania Deszczami Nawalnymi: A Cloudburst Management Plan* w 2012 (*City of Copenhagen, 2012. Cloudburst Management Plan*). Plan ten dodał, do wspomnianego wcześniej zalecenia dotyczącego deszczu 10-letniego, dodatkowe zalecenie aby głębokość zalania powodziowego nie przekroczyła 10 cm, nie częściej niż raz na 100 lat. Planuje się to osiągnąć poprzez zabezpieczenie dróg przepływu wód powodziowych przez miasto i dalej na zewnątrz do portu, najlepiej w miarę możliwości w terenie, w sposób otwarty. Takie drogi Przepływu, to najczęściej trasy komunikacyjne, w których krawędzie zabezpieczają wyniesione na wysokość ponad 10 cm krawężniki. Przykład rozwiązań realizowanych w ramach Projektu zwiększenia retencji obszarów miejskich Kopenhagi w ramach WSUD przed i po planowanych w mieście inwestycjach prezentuje rys. 40.

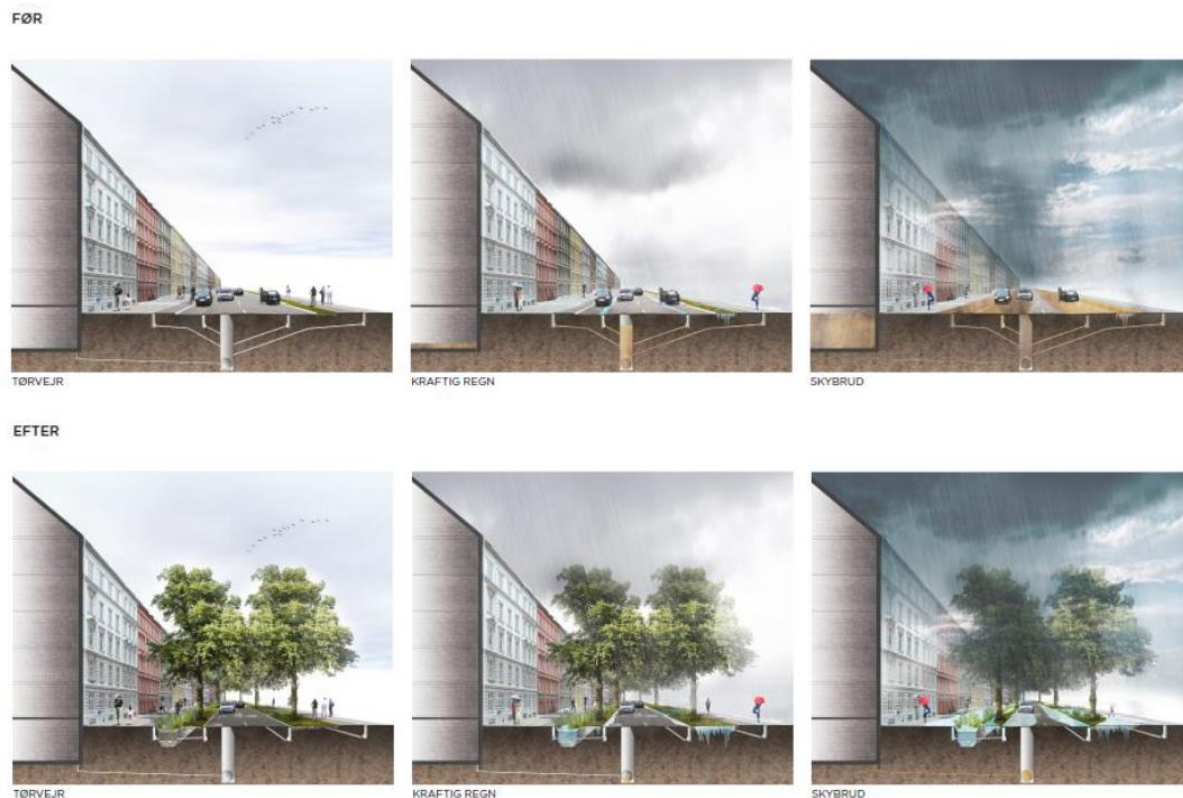
Kolejnym narzędziem planistycznym, które ma wpływ na lokalne rozwiązania projektowe stosowane w Kopenhadze, jest *Sustainability Assessment Tool* (Narzędzie oceny 'zrównoważenia'). Jest to narzędzie planistyczne opracowane w 2009 roku wspólnie przez Wydział Ekonomiczny oraz Wydział Technologii i Środowiska Urzędu Miasta Kopenhaga. W 14 punktach zdefiniowano w nim co dokładnie władze rozumieją przez *Sustainable Urban Development*, czyli obowiązujący w mieście paradygmat rozwojowy. *Sustainability Assessment Tool* jest narzędziem jakościowym, stosowanym do dialogu i oceny pojedynczych planów inwestycyjnych i wszystkich projektów objętych obowiązkowymi *Planami Dzielnic* (*District Planning*). Narzędzie stosowane jest także w przypadku inwestycji angażujących więcej niż 50.000 m<sup>2</sup> powierzchni. We wspomnianych 14 definicjach określono szczegółowo wytyczne dotyczące: zagospodarowania przestrzennego, transportu, energii, zaopatrzenia w wodę, obsługi recyklingu materiałów, kształtowania tzw. *terenów zielonych* i *niebieskich* (czyli terenów zieleni i obszarów wodnych), różnorodności społecznej, przestrzeni miejskiej, miejskiego życia,

<sup>81</sup> Około 150 mm deszczu w ciągu około 2 godzin, co doprowadziło do około jednego miliarda euro roszczeń z ubezpieczeń w rejonie Kopenhagi (Haghighatafshar et al. 2014)

tożsamości, handlu i usług, gospodarki komunalnej, gospodarki oraz trwałości projektu.

**Rys. 40. Projekt zwiększenia retencji obszarów miejskich Kopenhagi w ramach WSUD - przed (rysunki na górze) i po (rysunki na dole) planowanych w mieście inwestycjach.**

Okres suchy – kolumna lewa , w trakcie intensywnego deszczu – kolumna środkowa, rysunki w prawej kolumnie – deszcz nawalny



Źródło: Lykke Leonardsen City of Copenhagen

Planiści kopenhascy testują także stosowanie tzw. sąsiedzkich systemów certyfikacji (*New Urban Districts Certification Scheme*) opartych na niemieckim DGNB - *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* [www.dgnb.de] (*Niemieckie Towarzystwo Zrównoważonego Budownictwa*). *Duńska Rada Budownictwa Zielonego* (*The Danish Green Building Council*) zdecydowała się stosować niemiecki certyfikat DGNB jako narzędzie dla certyfikacji budynków i podwórek, zamiast zbliżonych amerykańskiego LEED<sup>82</sup>, brytyjskiego BREEAM<sup>83</sup>, czy francuskiego

<sup>82</sup> LEED, od Leadership in Energy and Environmental Design, amerykański certyfikat budownictwa ekologicznego nadawany przez *U.S. Green Building Council*.

<sup>83</sup> BREEAM, czyli Building Research Establishment Environmental Assessment Method, to wielokryterialny system oceny jakości oraz wpływu budynków na środowisko przyznawany przez BRE (Building Research Establishment)

HQE<sup>84</sup>, ponieważ jest on najnowszy i uwzględnia ostatnie europejskie standardy ekologiczne i środowiskowe. Dodatkowo uwzględnia wszystkie trzy aspekty zrównoważonego rozwoju: społeczne, ekonomiczne i środowiskowe, a co najważniejsze, uwzględnia możliwość stworzenia lokalnie dostosowanej wersji w szerokim kontekście, co nie byłoby możliwe w przypadku LEED lub BREEAM. DGNB ocenia dzielnice miasta według parametrów: jakości środowiska, jakości ekonomicznej, społeczno-kulturowej i funkcjonalnej, wysokiej jakości technicznej i jakości procesu. Są one podzielone na podgrupy, które obejmują szereg różnych parametrów oceny, na przykład ilość i jakość przestrzeni publicznej i 'miejscotwórczej' w okolicy, wkład obszaru do gospodarki miejskiej, zaangażowanie lokalnych podmiotów w planie rozwoju, różnorodność społeczną i funkcjonalną w okolicy i wiele innych. Każdy z parametrów posiada różne wagi, co prowadzi do całkowitej punktacji (w procentach), która określa stopień zrównoważenia projektu. Adaptacja Dzielnic do DGNB w Kopenhadze składa się z dwóch etapów:

Etap 1: test pilotażowy pierwotnych kryteriów w czterech różnych rozbudowywanych dzielnicach oraz

Etap 2: proces dostosowania kryteriów do duńskiego kontekstu.

Narzędzie zostało z powodzeniem zastosowane w przypadku projektów zagospodarowania terenu dla 2 dzielnic Kopenhagi: portu północnego (*Trælastholm*, *Sundmolen* i *Levantkaj Vest*), w ramach rekultywacji 26 ha terenów zagospodarowywanych jako tereny biurowe i mieszkaniowe (obszar ten uzyskał złoty certyfikat) oraz *Carlsberg*, przemysłowy 25ha obszar do rekultywacji i zagospodarowania pod cele produkcyjne i mieszkaniowe (tu uzyskano srebrny certyfikat).

Kolejnym narzędziem wpływającym na lokalną politykę planistyczną miasta jest *WSUD Retrofinnting Plan*, lokalnie wdrażany jako tzw.: *Lokal Afledning af Regnvand* (LAR). Jest on oparty na 2 głównych indykatorach ułatwiających przewidywanie i ocenę skutków hydrologicznych wdrażania WSUD:

1. *The runoff volume/ reurn* (objętość i odpływ opadu) w skali pojedynczego zdarzenia. Oceniany zgodnie z omówioną w poprzednim rozdziale *Three Point Approach (3PA)*;
2. Wpływ na bilans wodny w skali roku.

---

<sup>84</sup> Od francuskiego Haute Qualité Environnementale (także High Quality Environmental standard), certyfikowany przez mieszczące się w Paryżu *Association pour la Haute Qualité Environnementale*.

LAR wspierany jest także przez narzędzie *WSUD-potential-tool* dla oceny wpływu różnych wdrożeń dotyczących przyjaznych środowiskowo rozwiązań wodnych w mieście. *The WSUD-potential-tool* został opracowany w celu wspierania wstępnych faz projektowania elementów WSUD w istniejącej tkance miejskiej. Narzędzie bazuje na wcześniej opisywanej metodzie 3PA (*Three Point Approach*) i wyliczeniach z nią związanych. Narzędzie korzysta z uproszczonego podejścia do oszacowania skutków hydrologicznych danego układu WSUD, biorąc pod uwagę tylko trzy zmienne:

- wielkość obszaru nieutwardzonego;
- obszar dedykowany różnym rozwiązaniom z zakresu WSUD/SuDS (jak nawierzchnie utwardzone, ogrody deszczowe, zielone dachy, etc.);
- przepuszczalność hydrauliczną gleby.

Skutki obliczane są z użyciem kombinacji założeń upraszczających, a wyniki zestawiane są z wynikami symulacji modułu obliczeniowego *SWMM LID Module*<sup>85</sup> (*Stormwater Management Model*, opracowany przez US EPA) określający między innymi poziomy ewaporacji<sup>86</sup>, infiltracji<sup>87</sup> etc. Skutki są zilustrowane za pomocą dwóch kluczowych wskaźników, które są prezentowane w formie graficznej: okres zwrotu przelewu z systemu i odpowiadająca mu głębokość opadów oraz zmiana rocznego bilansu wodnego w stosunku do punktu wyjścia. Powołano także organizację: *Klimavej.dk*, która zajmuje się aplikacjami o dofinansowanie do zmian klimatycznych w ramach programu rządowego.

### **Przykład zastosowania w skali lokalnej**

Przykład dotyczy zastosowania narzędzia *WSUD-potential-tool* dla istotnej w skali miasta arterii komunikacyjnej mieszczącej się w zachodniej części Kopenhagi, czyli *Gåsebæk Vejlaug*. Warunkiem akceptacji wniosku o współfinansowanie realizacji niezbędnych w obszarze *Gåsebæk Vejlaug* zmian ramach Programu Adaptacji do Zmian Klimatu jest udowodnienie, że proponowany *WSUD-plan* pozwala na zarządzanie wodą opadową tak, aby tzw. 'return period' (okres zwrotu) był maksymalnie 5-letni (zgodnie z wytycznymi *Cloudburst Management Plan*). Rysunek nr 41. prezentuje ewaluację dwóch możliwych scenariuszy wdrożeniowych, które zostały przeanalizowane w ramach *WSUD-potential-tool*. W analizie oceniono,

<sup>85</sup> <https://www.openswmm.org>; <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>

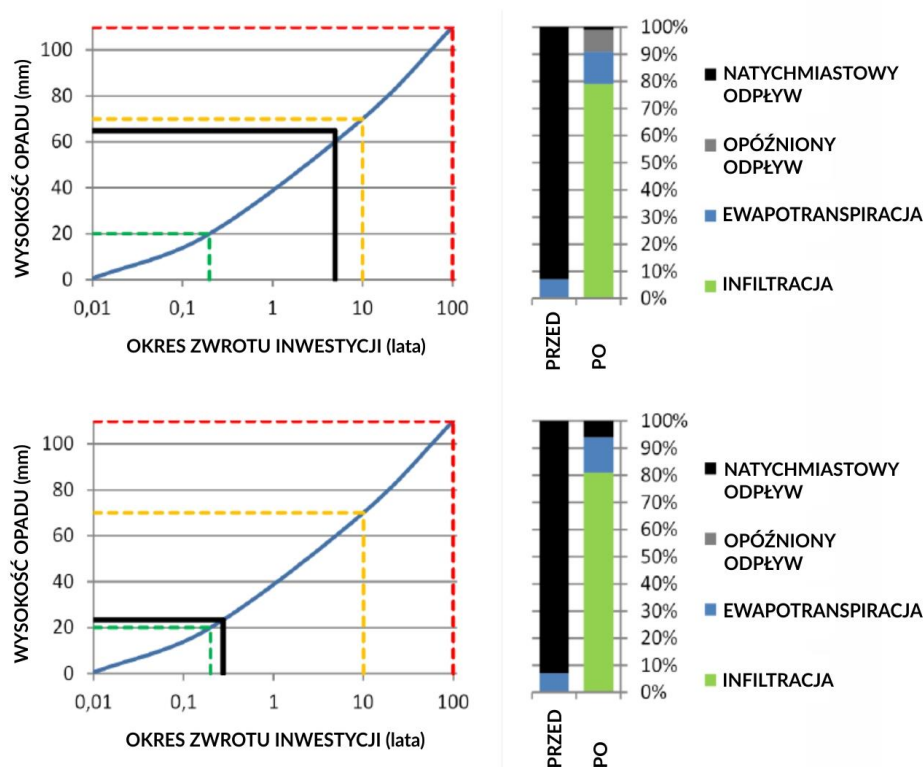
<sup>86</sup> parowania

<sup>87</sup> przesiąkania w głębsze warstwy gleby

że przeznaczając 700 m<sup>2</sup> nawierzchni nieprzepuszczalnych na przepuszczalne tereny bioretencyjne można osiągnąć ten cel. W narzędziu zostały przeanalizowane jednocześnie 2 scenariusze: scenariusz 1, w którym zaproponowano zastosowanie na tym obszarze terenów bioretencyjnych wzdłuż drogi z podziemnymi studniami chłonnymi i z odwodnieniem. Scenariusz 2 przewidywał przeznaczenie tej samej ilości powierzchni na proste ogrody deszczowe.

### Rys. 41. WSUD-potential-tool – ewaluacja dwóch scenariuszy wdrożeniowych dla Gåsebæk Vejlaug w Kopenhadze.

Górny schemat prezentuje wpływ planu 1: zmiany przeznaczenia 700m<sup>2</sup> obszarów drogowych na tereny bioretencyjne z podziemnym drenażem chłonnym. Dolny schemat ukazuje wpływ planu 2: zmiany przeznaczenia takiego samego obszaru drogi na proste ogrody deszczowe. Diagramy z lewej strony ukazują przewidywany okres zwrotu inwestycji i wysokość opadu. Diagramy z prawej strony ukazują roczny bilans wodny przed i po zastosowaniu rozwiązań WSUD. Linia przerywana zielona - niewielki opad deszczu, żółta - tzw. opad projektowany, czerwona – opad ekstremalny. Kolory na wykresach słupkowych: Kolor czarny – odpływ natychmiastowy, kolor szary – odpływ opóźniony, kolor niebieski – ewapotranspiracja, kolor zielony – infiltracja.



Źródło: (Lerer et al. 2016)

W wyniku analizy widać, że w przypadku scenariusza drugiego przewiduje się przelanie wody około 3 razy do roku (w przypadku deszczu projektowego). Przelanie to będzie jednak niewielkie, a 95% opadu rocznego jest zagospodarowywana

lokalnie (82% infiltruje do gruntu a 13% odparuje). Natomiast 5%, które przeleje się poza obszar ogrodów deszczowych może trafić do istniejącej kanalizacji burzowej jako tzw. przelew awaryjny, w związku z prawdopodobnym niewielkim zanieczyszczeniem (najbardziej zanieczyszczone opady spłyną w pierwszej fazie opadu). Scenariusz drugi jest przy tym dużo tańszy zarówno w realizacji jak i utrzymaniu od scenariusza pierwszego. W ten sposób istniejąca kanalizacja deszczowa ma funkcjonować jako odbiornik przelewów awaryjnych większych opadów (pięćdziesięcioletnich), zwiększając swoją funkcjonalność i optymalizując wykorzystanie istniejącej sieci infrastrukturalnej. Przykład powyższy ilustruje jednak także luki w strategicznym podejściu do zarządzania wodami opadowymi w Kopenhadze. Gdyż istnieje rozdźwięk w ramach systemu planowania. Z jednej strony *Cloudburst Management Plan* stawia bardzo ambitne i wizjonerskie cele ochrony miasta przed powodzią związaną z deszczem stuletnim, poprzez sieć korytarzy transportowych, z drugiej plan adaptacji klimatycznych koncentruje się na lokalnych/dzielnicowych rozwiązaniach WSUD, które muszą zarządzać wodą w skali deszczu 5-10 letniego, zgodnie z aktualnym celem serwisowym miasta. Autorom artykułu opisującego działania *WSUD-potential-tool* (Lerer et al. 2016) zdaje się, że doprowadzić to może do przewymiarowania systemu zbiorczego i niepotrzebnych wydatków.

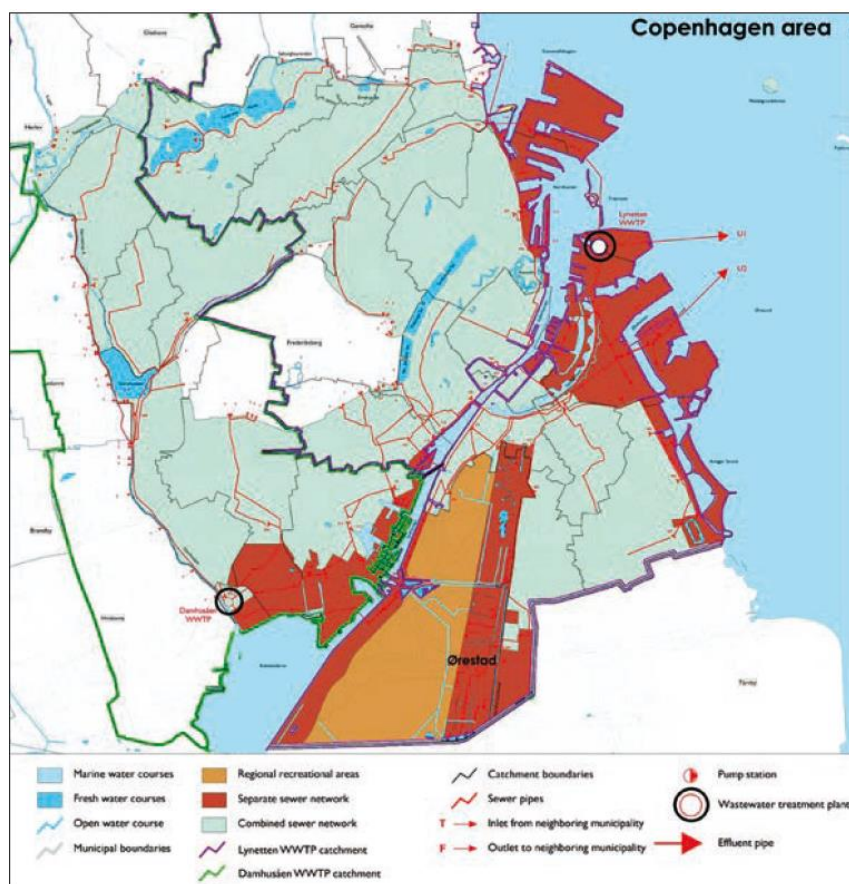
### **Tereny portowe:**

Przez lata spływy wód opadowych z miejskiego systemu kanalizacji deszczowej i ścieków przemysłowych zanieczyszczały wody kopenhaskiego portu. Woda była silnie zanieczyszczona ściekami, glonami, odpadami przemysłowymi i wyciekami oleju z komercyjnego transportu portowego. W 1995 roku aż 93 odpływy dostarczały tego typu zanieczyszczenia do wód portu i okolicznych nadbrzeży. Od tamtego czasu miasto zainwestowało w zbiorniki retencyjne i liczną infrastrukturę zatrzymującą część wody opadowej na terenie miasta. Dzięki temu zamknięto 55 wylotów kanalizacji, a ścieki odprowadza się do portu jedynie w przypadku bardzo intensywnych opadów deszczu. Aktualny schemat sieci odwodnieniowej Kopenhagi prezentuje schemat na rys. 42. Widać na nim także, że zdecydowaną większość sieci kanalizacyjnej miasta stanowi kanalizacja rozdzielcza, oznaczona na schemacie kolorem czerwonym. Skutkiem działań inwestycyjnych miasta w infrastrukturę odwodnieniową jest wzrost czystości wody w porcie. Dzięki temu w 2002 roku

otwarto pierwsze portowe kąpielisko w okolicy *Islands Brygge*, stawiając mieszkańców Kopenhagi wśród nielicznych Europejczyków, którzy mogą kąpać się w kanałach portowych miast bez obawy o swoje zdrowie. System ostrzegania on-line monitoruje jakość wody w porcie, zamykając niezwłocznie urządzenia kąpielowe w razie zanieczyszczeń. Dziś woda w porcie jest porównywalnie czysta do tej w *Sund*, a wysoka jakość wody i liczne obiekty rekreacyjne wzdłuż portu są jednym z elementów strategii, dzięki której Kopenhaga uzyskała w 2015 roku status światowej EkoStolicy.

**Rys. 42. Kopenhaga – schemat sieci odwodnieniowej miasta z uwzględnieniem kanalizacji rozdzielczej i mieszanej**

kolor zielony – kanalizacja łączona, kolor czerwony – kanalizacja rozdzielcza, kolor pomarańczowy – obszary rekreacyjne, kolor niebieski – wody otwarte



Źródło: *Kobenhavns Kommunes Spildevandsplan 2008*

Aktualnie istnieje w Kopenhadze kilka projektów w fazie planowania i realizacji. Przewidują one zazwyczaj wspólne, wielofunkcyjne wykorzystanie powierzchni miejskich, jak ulice i parki. Przestrzenie te służyć mają także

zagospodarowaniu wody opadowej w przypadku mniejszych i przeciętnych opadów, a w przypadku opadów intensywnych przelanie się nadmiaru opadu do istniejącej sieci kanalizacji deszczowej. W przypadkach ekstremalnych zjawisk pogodowych przewiduje się także odprowadzenie nadmiaru opadu ulicami. Wśród przykładów tak przemyślanych przestrzeni wymienić można między innymi: *H.C. Andersen's Boulevard*, *Sankt Annæ Plads*, *Istedgade*, *Sankt Jørgens Sø*, czy zaprezentowany na rys. 43. projekt *Sønder Boulevard*. Istotne jest tutaj, że wszystkie te projekty są realizowane w ramach szerszego kontekstu planistycznego opisanego wyżej. Wszystkie te projekty dofinansowane są z programów rządowych związanych z adaptacją do zmian klimatycznych.

**Ze względu na zbliżone uwarunkowania** (w szczególności klimatyczne, historyczne, funkcjonalno-przestrzenne i infrastrukturalne) **oraz kompleksowy charakter, przykład Kopenhagi może być wzorem i punktem wyjścia do opracowania oryginalnej strategii zarządzania wodami opadowymi w Gdańsku.** W ten sposób kreatywna urbanistyka i planowanie przestrzenne sprzyjać mogą rozwojowi gospodarczemu i kształtować dumę lokalną, a oparte na przyrodniczych rozwiązaniach zagospodarowanie wód opadowych może stać się osnową dla kształtowania ZI miasta.

#### Rys. 43. Projekt zwiększenia bioretencji obszaru miasta na terenie Sønder Boulevard w Kopenhadze

Z lewej strony funkcjonowanie przestrzeni na co dzień, z prawej podczas intensywnych opadów.



Źródło: Atelier Dreiseitl, Miasto Kopenhaga.



### 3.4.3. Malmö: Bo01 + Augostenborg - Zagospodarowanie wód opadowych w skali kwartału/dzielnicy – szwedzkie *ecodzielnice*

#### Kontekst ogólnomiejski:

Malmö to trzecie co do wielkości miasto Szwecji, zlokalizowane nad południowym szwedzkim wybrzeżem morza Bałtyckiego. Pomimo mocno na północ wysuniętej lokalizacji, miasto podlega wpływom łagodnego klimatu oceanicznego. Średnia roczna temperatura wynosi 8.4°C. Temperatury letnie wahają się, od średnich wysokich na poziomie 18-21°C, po średnie niskie 10-12°C. Zimą obserwuje się średnie temperatury na poziomie -3-4°C, rzadko spadające poniżej -10°C. Opady roczne na poziomie 621 mm zaliczane są do średnich umiarkowanych. Przeciętnie obserwuje się 169 dni 'mokrych'. W drugiej połowie roku średni miesięczny opad atmosferyczny jest wyższy i wynosi ok. 60 mm, w okresie od stycznia do czerwca natomiast 30-50mm. Gleby w strefie nadbrzeżnej są przepuszczalne, hydrogeniczne, w głębi lądu gliniaste. Prognozy klimatyczne opracowane przez *Swedish Commission on Climate and Vulnerability* przewidują dla okolic Malmö wzrost średniej temperatury w styczniu o 2°C do roku 2020 i o 6°C do roku 2080. Natomiast temperatury lipca mają wzrosnąć odpowiednio: o 2°C do roku 2020 i o 4°C do roku 2080. Prognozy dla opadów przewidują więcej opadów zimą, a mniej latem. Letni średni opad spaść ma o ok 30mm/ miesiąc, natomiast opady styczniowe wzrosną o 30mm w 2020 roku, a w roku 2080 nawet o 50mm, w porównaniu z okresem 1961-1990. Wzrost ten zaostrzy i skomplikuje problemy powiązane z zarządzaniem wodami opadowymi na obszarach zabudowanych.

Do kryzysu naftowego w latach 70' ubiegłego wieku, kiedy to zamknięto stocznie i podupadł przemysł tekstylny, Malmö było świetnie prosperującym miastem przemysłowym. W latach 80' przedefiniowano strategię miasta w kierunku miasta przyjaznego ekologicznie, multikulturalnego i miasta bazującego na wiedzy. W wyniku tego Malmö zaczęło gwałtownie się rozbudowywać. Aktualnie liczy ok. 286 tysięcy mieszkańców, z czego ok 41% stanowią imigranci. Tak gwałtowny wzrost mieszkańców łączy się z dużym zagęszczeniem i restrukturyzacją obszarów miejskich. Główne wyzwania, które aktualnie miasto próbuje rozwiązać to:

- tzw. 'podwójny rozwój wewnętrzny', czyli rozwój terenów zieleni i usług ekosystemów przy jednoczesnym rozwoju tkanki miejskiej w ramach

istniejących aktualnie granic miasta poprzez restrukturyzację i dogęszczanie tkanki miejskiej;

- tworzenie i rozwój strategii zielonej infrastruktury miasta w kompaktowym śródmieściu;
- regulacja niezrównoważonej 'dystrybucji' zieleni pomiędzy różnymi dzielnicami miasta;
- wdrażanie i ocena testowych rabat miejskich dla tworzenia lokalnych 'miejskich biotopów', promujących bioróżnorodność;
- współpraca i partycypacja w procesie planowania zarządzania miejskimi terenami zieleni, także integracja imigrantów z lokalną ludnością.

Powyższe problemy i wyzwania wraz z prognozami klimatycznymi stanowią główną wytyczną miejskiej polityki przestrzennej. W wyniku stopniowego wdrażania ogólnomiejskiej strategii związanej z adaptacją do zmian klimatycznych aktualnie w mieście funkcjonują już dwie dzielnice, w których można mówić o kompleksowym zarządzaniu wodami opadowymi w sposób naśladujący naturalną zlewnię. Są to Augustenborg, oraz Bo01 w dzielnicy Västra Hamnen. Obydwa przykłady zostaną omówione ze względu na odmienne uwarunkowania geomorfologiczne, inny sposób zagospodarowania wód opadowych i inny kontekst przestrzenny. Warto dodać, że istotną wytyczną, dla kształtowania omawianych przykładów, jest obowiązujący w Szwecji paradygmat odwodnieniowy: według obowiązujących przepisów wody deszczowe **należy** rozsącać w gruncie. Chcąc wprowadzać wody deszczowe do wód naturalnych lub kanalizacji **należy udokumentować, że wsiąkanie nie jest możliwe**.

### **OSIEDLE AUGUSTENBORG<sup>88</sup>:**

Obszar zainwestowania: ok 32 ha, 1800 mieszkań, ok. 3000 mieszkańców

Skala rozwiązań: dzielnica, SuDS

'*Ekostaden Augustenborg*' to nazwa inicjatywy rewitalizacyjnej – projektu regeneracji dzielnicy, którym objęto omawiany obszar w latach 1998-2002. Kompleksowa rewitalizacja oparta była na założeniach idei zrównoważonego

---

<sup>88</sup> Opracowano na podstawie: <http://malmo.se/>; <http://www.grabs-eu.org>; <http://www.ekostaden.com/>; <http://www.byggabodialogen.se>; <http://cabe.org.uk/case-studies/ekostaden-augustenborg>; (Villarreal et al. 2004; Kozłowska 2008)

rozwoju. Augustenborg, to zbudowane w latach 50' XX wieku osiedle zlokalizowane w Fosie, południowym dystrykcie Malmö, zajmujące ok. 32 ha, składające się z 1800 mieszkań, z czego 1600 to mieszkania komunalne, wynajmowane przez mieszkańców od *Malmö Municipal Housing Company (Malmö Kommunala Bostadsbolag)*, w skrócie MKB. Większość zabudowy to trzykondygnacyjne budynki wielorodzinne, kilka ma siedem kondygnacji. Osiedle zamieszkuje ok 3000 mieszkańców. Jest ono przykładem pierwszej realizacji w ramach szwedzkiej polityki socjalnej lat 50', której założeniem było korzystne z założenia, przemieszanie mieszkań, miejsc pracy oraz udogodnień socjalnych (*tzw. mixed development*). Niestety kryzys z lat 70', skutkujący zwolnieniami z pracy i zwiększającym się bezrobociem, wraz z dużą falą imigracji od początku lat 90', pogłębiły problemy społeczne dzielnicy i doprowadziły do kryzysu społeczno-gospodarczego. Sytuację pogorszyły również liczne poburzone podtopienia piwnic, podwórek osiedlowych i szkolnych. Incydenty te związane były z jednej strony z niewydolnością istniejącej kanalizacji deszczowej (na skutek podłączeń do istniejącej sieci kolejnych obszarów miasta) lecz także wynikały z uwarunkowań geomorfologicznych. Ta część miasta charakteryzuje się trudno przepuszczalną glebą gliniastą.

### **Cele:**

- ograniczenie spływu w miejscu opadu, opóźnienie i zminimalizowanie odpływ do systemu kanalizacji miejskiej;
- minimalizacja ryzyka podtopień i powodzi poprzez budowę spójnej sieci odwadniającej, przypominającej naturalną sieć hydrograficzną;
- włączenie mieszkańców w proces rehabilitacji środowiska przyrodniczego;
- rewitalizacja funkcjonalna, społeczna i wizualna.

### **Uczestnicy projektu:**

*Malmö Kommunala Bostadsbolag* – MKB, Wydział Wodny Urzędu Miejskiego, architekci krajobrazu oraz lokalni mieszkańcy Augustenborga zaangażowani w problematykę zarządzania wodami opadowymi.

### **Termin realizacji:**

lata 1998-2005

**Problemy do rozwiązania:**

- Aspekty techniczne: niewydolna sieć kanalizacji deszczowej, gleba gliniasta, rosnąca ilość powierzchni nieprzepuszczalnych;
- Aspekty społeczno-ekonomiczne: degradacja społeczno-ekonomiczna, odpływ mieszkańców, degradacja przestrzeni, spadek wartości nieruchomości, dewastacja przestrzeni, wzrost przestępczości.

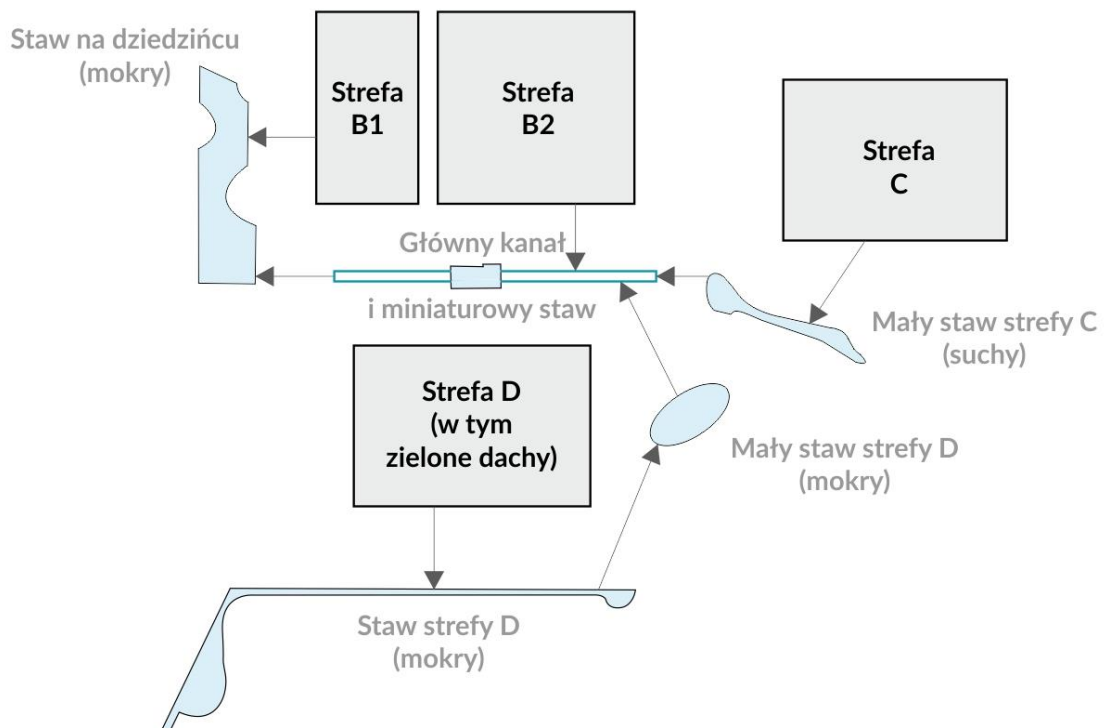
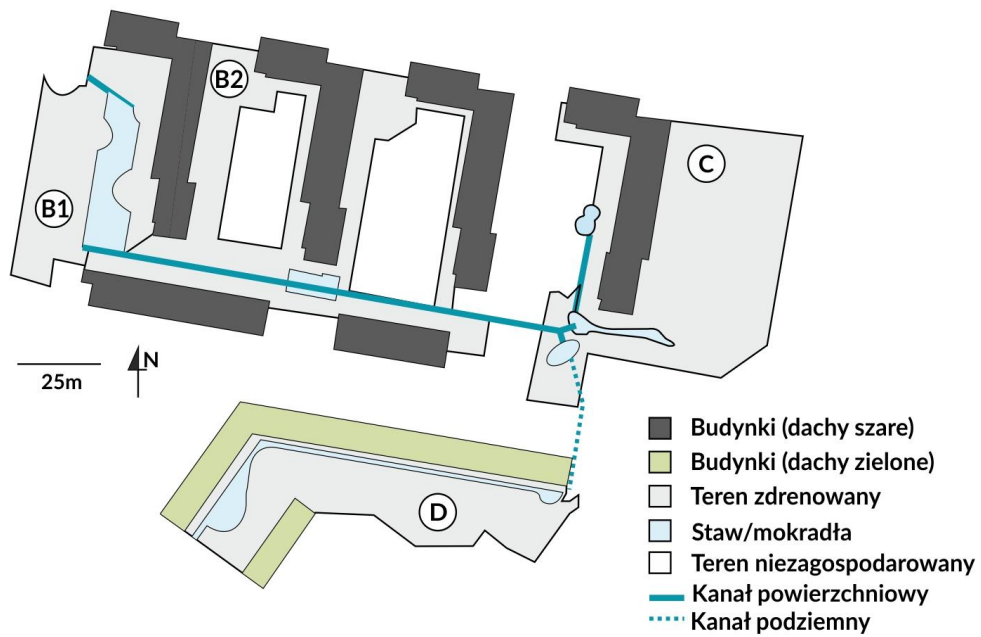
**Zastosowane rozwiązania:**

Program rewitalizacji oparty został na stworzeniu eco-dzielnicy miasta - *Eco-City Augustenborg*. Koncepcja oparta została na holistycznej regeneracji obszarów miejskich, w której podstawowym narzędziem rewitalizacji stało się zastosowanie odwodnienia osiedla za pomocą SuDS. W oparciu o zastosowane rozwiązania techniczno-przestrzenne zbudowano następnie szeroki program ekonomiczno-społeczny.

**Rozwiązania techniczne** (schemat zagospodarowania terenu zilustrowany został na rys 44.):

- stworzenie zintegrowanego otwartego systemu zarządzania wodą opadową w postaci: kanałów, rowów, muld chłonnych i trawiastych, korytek odprowadzających wody deszczowe, ogrodów deszczowych, oczek wodnych, stawów i innych zbiorników wodnych do gromadzenia i wykorzystywania wody opadowej (schemat działania znajduje się w części b rys. 37) w terenie podzielonym na strefy (B1, B2, C, D) – lokalne mini zlewnie sieci SuDS;
- zwiększenie ilości zieleni na osiedlu;
- stworzenie 10.000m<sup>2</sup> powierzchni zielonych dachów;
- zwiększenie bioróżnorodności dzielnicy dzięki nasadzeniom przywodnym i na zielonych dachach;
- wprowadzenie systemu ekologicznego transportu publicznego (pociąg elektryczny, sieć ścieżek rowerowych i pieszych) oraz program utylizacji odpadów;
- zagospodarowanie przestrzeni publicznych.

**Rys. 44. Augustenborg – schemat zagospodarowania terenu oraz schemat sposobów zarządzania wodami opadowymi**



Źródło: (Villarreal et al. 2004). Tłumaczenie własne.

### **Koszt inwestycji:**

200 milionów koron szwedzkich, z czego połowa pochodziła z inwestycji MKB. Pozostała kwota pochodziła gł. ze środków miasta Malmö w połączeniu z kilkoma innymi źródłami, jak:

- Szwedzki program rządowy wspierający inwestycje proekologiczne – *Local Investments Programme for Ecological Conversion and EcoCycle Programme* (SEK 24M);
- Szwedzki Wydział Środowiska (*The Swedish Department of the Environment*) (SEK 4M) i program *UE LIFE* (SEK 6M), z których skorzystano tworząc *Botanical roof garden*;
- *EU URBAN programme*.

### **Rozwiązania szczegółowe:**

Stworzono w sumie około 6 km kanałów, rowów i innych rozwiązań liniowych oraz 10 stawów retencyjnych. Woda opadowa gromadzona jest w naturalnych rowach, muldach i zbiornikach. Zanim trafi do tradycyjnego systemu kanalizacji deszczowej prowadzona jest przez otwarte urządzenia zbierające, odprowadzające i zatrzymujące wodę. Zielone dachy zostały wprowadzone przede wszystkim na budynkach zrealizowanych po roku 1998. Niektóre budynki, istniejące przed rokiem 1998, jak garaże, które zostały przerobione na biura, także wzbogacono o zielone dachy. W sumie stworzono tam 30 zielonych dachów na terenie osiedla i 2100 m<sup>2</sup> zielonych dachów na budynkach należących do MKB. Dodatkowo w latach 1999-2000, stary przemysłowy dach przekształcono na ogród botaniczny – *Botanical Roof Garden*, o powierzchni 9.500m<sup>2</sup>, co sprawia, że jest to największy zielony dach w Skandynawii.

Rozwiązanie opiera się na lokalnym rozprowadzaniu wód opadowych po terenie, co zmniejszyło odpływ powierzchniowy i przeciążenie kanalizacji ściekowych. Nadmiarowe spływy z dachów kierowane są mniejszymi kanałami i rynsztokami do większych kanałów zbiorczych, na których dnie umieszczone są niewielkie wypukłości w kształcie oka, zapobiegające zamulaniu i odkładaniu się na dnie drobnych zanieczyszczeń i wprawiając wodę w ruch, nawet przy niewielkim spadku, dodając jednocześnie uroku płynącej wodzie. Wody opadowe zostały podzielone na dwie części. Do pierwszej części należy woda z dachów i woda nadmiarowa z

powierzchni zielonych, która zatrzymywana jest w jednym ze stawów i ewentualnie w razie deszczu ponadnormatywnego przelewana do dużego terenu bagiennego. W drugiej części znajduje się odpływ z powierzchni nieprzepuszczalnych, który prowadzony jest półnaturalnymi strumieniami do drugiego stawu retencyjnego i terenu bagiennego w parku osiedlowym. W efekcie, dzięki zastosowanym rozwiązaniom retencja i opóźnienie odpływu maksymalnego z terenu osiedla szacowana jest na poziomie 70% ilości wody trafiającej do miejskiego systemu kanalizacyjnego przez inwestycją.

Dużym problemem było wprowadzanie rozwiązań SuDS w istniejące, funkcjonujące osiedle i jego infrastrukturę. Wiązało się to ze specyficznymi wyzwaniami stworzenia systemu, który będzie skutecznie działał, jednocześnie nie niszcząc istniejących budynków i infrastruktury nad- i podziemnej, a jednocześnie będzie akceptowalny dla mieszkańców. Problemy te rozwiązywano indywidualnie przeprojektowując, a nawet przenosząc niektóre elementy, czasami pomijając niektóre elementy systemu, wykorzystując inne rozwiązania techniczne oraz prowadząc szerokie konsultacje społeczne z mieszkańcami. Problemem był też hałas i zapylenie towarzyszące realizacji projektu, na które narzekali mieszkańcy. Problem stanowiły także stawy retencyjne, które miały tendencje do zarastania algami, co wymagało zastosowania dodatkowych rozwiązań w celu wyeliminowania problemu.

### **Osiągnięcia i korzyści:**

- szacuje się, że system odprowadzania wody deszczowej i zielone dachy zatrzymują ok. 70% - 90% całej wody deszczowej z obszaru 32-hektarowej dzielnicy i stopniowo odprowadzają ją do systemu tradycyjnego;
- w porównaniu z systemem tradycyjnym szacuje się, że całkowity odpływ roczny z obszaru objętego projektem został zmniejszony o około 20% (uwarunkowania geomorfologiczne uniemożliwiają infiltrację). Osiągnięto to dzięki ewapotranspiracji z kanałów i stawów retencyjnych, opóźniono także i osłabiono zwiększające ryzyko powodziowe przepływy szczytowe wód opadowych (*runoff peak flows*);
- zintegrowanie systemu zagospodarowania wodą z krajobrazem miejskim na 30 podwórkach będących jednocześnie obszarami zieleni rekreacyjnej;
- podniesienie jakości przestrzeni;

- stworzenie ogólnosiedlowego systemu przestrzeni publicznych z ogrodami osiedlowymi, placami zabaw i aktywności fizycznej;
- eksperymentowanie z różnymi proekologicznymi rozwiązaniami, jak energia odnawialna, zarządzanie gospodarką odpadami, energią odnawialną itp.;
- szacowany wzrost bioróżnorodności w dzielnicy o 50%, dzięki między innymi stworzeniu *Botanical Roof Garden*, który jest pierwszym na świecie ogrodem botanicznym na dachu;
- aspekt edukacyjny – liczne projekty badawcze zlokalizowane na terenie, na przykład Skandynawski Instytut Zielonych Dachów (*Scandinavian Green Roof Institute*), który jest aktualnie ważnym ośrodkiem badawczym;
- stworzenie technologii mających zastosowanie w konstrukcji zielonych dachów;
- 20% spadek emigracji z dzielnicy, spadek przestępczości, minimalizacja aktów wandalizmu;
- partycypacja społeczna na każdym etapie realizacji przedsięwzięcia:
  - burza mózgów na etapie koncepcyjnym;
  - warsztaty z mieszkańcami;
  - sesje projektowe;
  - festiwale i inne wydarzenia kulturalne;
  - nieformalne rozmowy z mieszkańcami;
- zaangażowanie lokalnych szkół;
- otwarcie lokalnego biura Agendy21;
- szacuje się, że w proces rewitalizacji bezpośrednio zaangażowało się ok 1/5 mieszkańców;
- tzw. *Environmental impact*, czyli wskaźnik wpływu na środowisko<sup>89</sup> spadł o 20%;
- wzrost wartości nieruchomości – obroty z najmu wzrosły o 50%;
- bezrobocie spadło z 30% do 6% (6% to średnia dla całego miasta);
- udział w wyborach wrósł z 54% do 79%;

---

<sup>89</sup> Wskaźnik wpływu inwestycji na środowisko, tzw. *environmental impact assessment* (EIA) definiowany jest przez International Association for Impact Assessment (IAIA) jako narzędzie do oceny wpływu na środowisko, polegające na identyfikacji, przewidywaniu, ocenie i łagodzeniu biofizycznych, społecznych i innych istotnych skutków propozycji działania inwestycyjnego, jeszcze przed podjęciem istotnych decyzji, zobowiązań i nakładów finansowych. EIA wymaga od decydentów uwzględnienia w swoich decyzjach wartości środowiskowych i uzasadnienia tych decyzji w świetle szczegółowych badań dotyczących środowiska oraz opinii publicznej na temat potencjalnych skutków oddziaływania na środowisko. Źródło: *Principle of Environmental Impact Assessment Best Practice*. International Association for Impact Assessment. 1999.



- jako bezpośredni skutek – utworzone zostały 3 lokalne firmy: *Watreco AB* (stworzona przez lokalnego mieszkańca i amatorskiego entuzjastę wody), *The Green Roof Institute* i *Car Pool*, stosujący ethanol w hybrydowych samochodach w ramach redukcji wpływu na środowisko

### **VÄSTRA HAMNEN (Port Zachodni), Bo01<sup>90</sup>**

Obszar zainwestowania: 140 ha obszarów przemysłowych, samo Bo01 to ok. 25 ha, ok 1400 mieszkań, 2342 mieszkańców, 70 budynków, aktualnie pracuje ok. 6000 osób, 2 szkoły, 7 minut do przystanku komunikacji zbiorowej, docelowo ma zamieszkiwać 10.000 mieszkańców, a 20.000 osób ma pracować i studiować, zlokalizowanych jest 80 firm

Skala rozwiązań: dzielnica, SuDS

Osiedle Bo01, to bazowy projekt koncepcji: *City of Tomorrow International Housing Exhibition*, otwartej 17 maja 2001 w Malmö. Głównym celem koncepcji była rekultywacja przemysłowych terenów portowych i przekształcenie ich w wiodący światowy przykład dzielnicy ekologicznej – miasta przyszłości. Miejsce to prezentować ma najnowsze technologie, przykłady zrównoważonego planowania i realizacji nowoczesnego miasta, wspierającego rozwój społeczny, wartości ekologiczne i środowiskowe, czyli zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju. Na rys. 45. ukazany jest plan zagospodarowania dzielnicy.

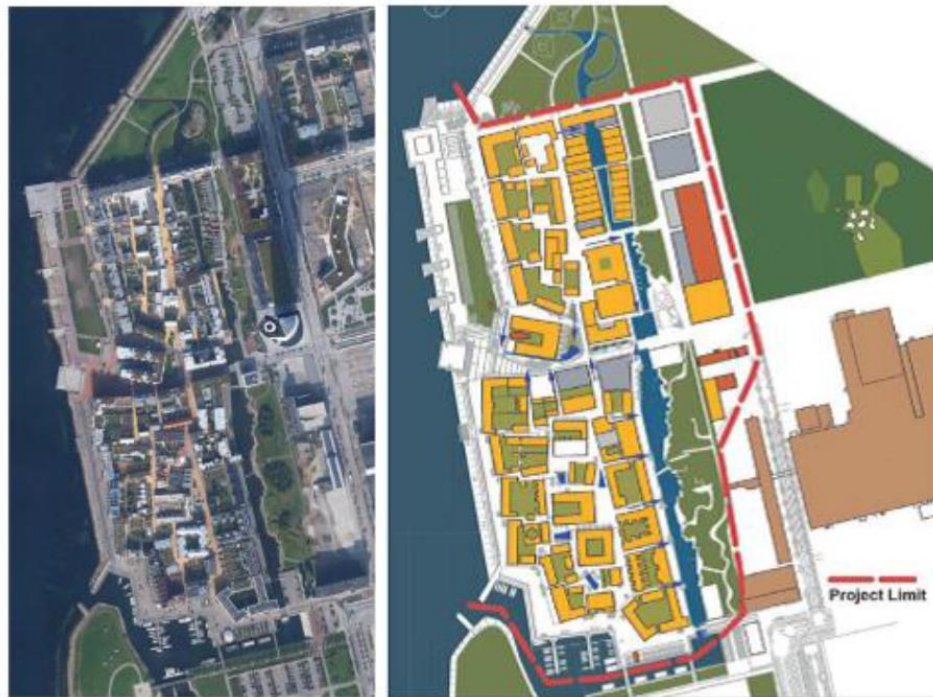
#### **Cele:**

- pilotażowy program zrównoważonego rozwoju miasta: ‘miasto dla ludzi i środowiska’ który ma się rozwinąć w przyszłości na całe miasto;
- siła napędowa projektu Malmö – ***The City of Tomorrow***, czyli wiodący, światowy przykład, wzór do naśladowania;
- zastosowanie wysokiej jakości, ambitnych standardów, w tym zrównoważenie (odpowiednie wyważenie) celów technicznych i technologicznych z nadrzędnymi wartościami społecznymi i środowiskowymi;
- podniesienie jakości estetycznych zagospodarowywanej przestrzeni;

<sup>90</sup> Opracowano na podstawie: <http://malmo.se/>; <http://www.ekostaden.com/>; <http://www.byggabodialogen.se/>; (Austin; Kozłowska 2008; Persson, Tanner 2005)

- ochrona i tworzenie nowych wartościowych siedlisk przybrzeżnych, zarówno roślinnych jak i zwierzęcych, szczególnie ptasich;
- zwiększenie kompetencji ekologicznych w procesie planowania (poszukiwanie skutecznych narzędzi).

**Rys. 45. Bo01 – plan zagospodarowania terenu**



Źródło: (Austin)

### **Uczestnicy projektu:**

projektant masterplanu: Klas Tham, znany architekt i planista, twórca głównej koncepcji zagospodarowania terenu, Miasto Malmö, 20 Prywatnych deweloperów, 26 firm projektowych.

### **Termin realizacji:**

od 1999, proces inwestycyjny nadal trwa

### **Problemy do rozwiązania, uwarunkowania:**

- problemy środowiskowe i techniczne:
  - zanieczyszczenie gleby i środowiska (węglowodorami aromatycznymi), niezbędna była rekultywacja i oczyszczenie gleby oraz niezbędne

- uzbrojenie terenu w instalacje, co przed sprzedażą zrealizowało miasto Malmö;
- płytkie wody w cieśninie koło Bo01 są bardzo bogate biologicznie i ekologicznie w związku z gęsto porastającą endemiczną populacją traw morskich, co latami było niszczone w związku z zabudową portową;
  - problemy ekonomiczno-społeczne i techniczne: docelowo duże rozdrobnienie własnościowe gdyż teren zakupiło kilkudziesięciu deweloperów.

### Zastosowane rozwiązania:

Holistyczne podejście, oparte na twórczym dialogu (*'Creative Dialogue'*) pomiędzy projektantami, urzędnikami i dwudziestoma deweloperami, dzięki któremu w trakcie serii spotkań i prezentacji, uczestnicy opracowali tzw. 'Program Jakości' (*Kvalitetsprogram* z 31.03.1999) określający wymagania dla przyszłej inwestycji. Są to wymagania materiałowe, technologiczne, środowiskowe, dotyczące jakości architektury, filozofia i cele projektu. Założenia te opracowano zanim jakakolwiek działka została sprzedana deweloperom.

### Rozwiązania techniczne:

- Opracowanie przez miasto Masterplanu dla całej dzielnicy i podział terenu na małe działki do zagospodarowania przez poszczególnych deweloperów zgodnie z Masterplanem i 'Programem Jakości'
- Koncepcja masterplanu oparta została na nieco zniekształconej siatce, która wytycza obszary dla transportu wewnętrznego – zarówno samochodowego, jak i pieszego i rowerowego, a wyższa zabudowa od zachodniej i północnej granicy obszaru osłania wewnętrzną drobniejszą zabudowę od wiatru i innych negatywnych czynników pogodowych, projektowanych zgodnie z ideą: *mixed development* – czyli łączenia zabudowy mieszkaniowej z usługową i wypoczynkową, także edukacyjną – na teren byłego portu planuje się przenieść Uniwersytet Malmö
- Zastosowanie 2 narzędzi do wdrożenia wysokiej jakości parametrów ekologicznych inwestycji:
  - Tzw. *Green Space Factor* – innowacyjny wskaźnik stworzony i wdrażany od 1994 roku w Berlinie, definiujący procent zagospodarowywanej działki,

w którym należy zachować nawierzchnię przepuszczalną – w przypadku Bo01 wymagany GSF określono na poziomie minimum 0,5 (czyli 50%) . Oblicza się go na podstawie skali przedstawionej w tabeli na rys. 46.

**Rys. 46. Green Space Factor – skala punktów które uzyskuje się za rodzaj zastosowanej nawierzchni na terenie inwestycji w Bo01 (według danych ze strony Miasta Malmö).**

TYP PRZESTRZENI	WSPÓŁCZYNNIK
Roślinność: korzenie roślin mają bezpośredni kontakt z głęboką warstwą gleby, a woda może przenikać do wód podziemnych	1
Roślinność: korzenie roślin nie mają bezpośredniego kontaktu z glebą głębiej niż na 80 cm, na przykład ogrody na konstrukcjach architektonicznych	0,6
Intensywny lub ekstensywny zielony dach	0,8
Woda otwarta w stawach itp., Woda w obiekcie musi być obecna przez co najmniej 6 miesięcy w roku	1
Nawierzchnie nieprzepuszczalne, w tym dachy	0
Nawierzchnie utwardzone z przestrzeniami umożliwiającymi infiltrację wody	0,2
Nawierzchnie półprzepuszczalne jak piasek, żwir itp.	0,4
Zielone ściany: pnącza. Ściana pokryta pnączami w co najmniej 5 lat, maksymalna zakładana wysokość to ok. 9 m	0,7
Drzewa o średnicy pnia ponad 3,5 cm, kalkulowane na obszarze max. 80 m <sup>2</sup> . Dwa współczynniki na każde drzewo	0,4
Krzewy wyższe niż 2,5 m: liczone dla max. 16,5 m <sup>2</sup> . Dwa współczynniki na każdy krzew.	0,2

Źródło: (City of Malmö. 2002), tłumaczenie własne J. Rayss

- o *Green Points System*, wypracowany w dialogu z deweloperami, w celu zapewnienia zastosowania w powstającej zabudowie rozwiązań proekologicznych/ zrównoważonych, ale w sposób zapewniający im pewną dowolność, kreatywność i możliwość uwzględnienia kontekstu przestrzennego, architektonicznego, społecznego i środowiskowego. W związku z tym, że uznano bioróżnorodność jako duże wyzwanie do zrealizowania w obszarach o dużej gęstości zabudowy, jakim jest Bo01, wspólnie uzgodniono, że na każdej parceli/ działce należy uzyskać co najmniej 35 punktów. Punktowane elementy inwestycji ukazane są w tabeli na rys. 47.

**Rys. 47. Green Points System – 35 opcji uzyskania zielonych punktów za konkretne inwestycje proekologiczne na obszarze Bo01 według danych ze strony Miasta Malmö**

Budka dla ptaków w każdym apartamencie	Biotopy dla specyficznych owadów na terenach podwórek ( w tym owadów i innych organizmów wodnych w stawach)
Budka dla nietoperzy na każdym dziedzińcu	Żadna nawierzchnia utwardzona na terenie podwórek nie jest nieprzepuszczalna
Wszystkie nawierzchnie nieutwardzone na dziedzińcach mają grubość i jakość odpowiednią dla wzrostu roślinności	Podwórka mieszczą ogród wiejski z różnorodną strukturą
Wszystkie mury i ściany, o ile to możliwe, pokryte są pnączami	3,35 m <sup>2</sup> powierzchni stawu na każde 16,5m <sup>2</sup> nawierzchni utwardzonej podwórka
Roślinność podwórek dobierana jest ze względu na jej miododajność i atrakcyjność dla motyli, o ile to możliwe	Nie więcej niż 5 drzew lub krzewów tego samego gatunku
Biotopy na podwórkach projektowane są jako siedliska wilgotne	Wszystkie projektowane siedliska w podwórku są odporne na okresy suszy
Biotopy na podwórkach projektowane są jako zbiorowiska seminaturalne	Powierzchniowy odpływ wody opadowej do systemu kanalizacyjnego i odbiorników opóźniony jest o co najmniej 30'
Dziedzińce i podwórka są zazielenione, lecz nie ma tam intensywnie strzyżonych trawników	Cała woda opadowa z budynków i nawierzchni utwardzonych w podwórkach używana jest do nawadniania i podlewania
Wszystkie projektowane rośliny mają walory użytkowe	Na terenie podwórek znajdują się siedliska dla żab, także umożliwiające ich przetrwanie
W podwórku przynajmniej 16,5 m <sup>2</sup> (54 square feet) zagospodarowane jest w formie cieplarni lub szklarni dla mieszkańców	Na obszarze podwórek ptaki mogą pożywiać się przez cały rok
Co najmniej dwa gatunki roślin owocowych z tradycyjnych, starych odmian na każde 330 m <sup>2</sup> (1080 square feet) podwórka	Fasady budynków i elewacje umożliwiają gniazdowanie ptaków
Obszar podwórka jest używany do uprawy warzyw, owoców i jagód	Deweloperzy konsultują inwestycje z ekspertami ekologicznymi
Szara woda jest oczyszczana na obszarze podwórka i ponownie używana (recykling szarej wody)	Wszystkie odpady biodegradowalne są kompostowane
Na obszarze podwórka stosowane są wyłącznie materiały konstrukcyjne z recyklingu	Każde mieszkanie ma przyporządkowany ogródek, balkon, lub skrzynki kwiatowe o powierzchni co najmniej 6,5 m <sup>2</sup>
Co najmniej połowę obszaru podwórka stanowi woda	Podwórko ma spójny kolor i strukturę, zgodnie ustaloną tematyką
Wszystkie drzewa i krzewy na podwórkach dają owoce i jagody	Cięcie i kształtowanie roślin nawiązuje do tematyki podwórka
Część podwórka pozostawiona jest naturalnej sukcesji	Na podwórku znajduje się co najmniej 50 gatunków szwedzkich dzikich ziół
Wszystkie budynki posiadają zielone dachy	

Źródło: (City of Malmö. 2002), tłumaczenie własne J.Rayss

- Zatrudnienie na potrzeby utrzymania jakości środowiska ekologa, który monitoruje system zagospodarowania i zarządzania wodami opadowymi oraz tereny zieleni, a także prowadzi roczną inwentaryzację ptaków i nietoperzy porównując ich liczebność i różnorodność ze zblizonymi siedliskami naturalnymi, a także promuje bioróżnorodność wśród mieszkańców i grup szkolnych;

- Stworzenie otwartego systemu odwodnienia dzielnicy (zgodnie z SuDS), w którym duży nacisk położono także na oczyszczanie wody deszczowej w celu ochrony jakości wód przybrzeżnych, do których finalnie odprowadzany jest nadmiar wód opadowych;
- Aby system drenażu mógł działać grawitacyjnie, miejscami teren został podniesiony o 40-60 cm;
- System zagospodarowywania wód opadowych tworzą zielone dachy, liczne korytka, kanały i rowy, ogrody deszczowe, stawy i zbiorniki, a także przepuszczalne nawierzchnie umożliwiające infiltrację wód do gruntu, a odprowadzające powierzchniowo nadmiar, co wymagało dużego kunsztu wykonawczego, szczególnie przy wyrównywaniu terenu i tworzeniu wysokiej jakości przestrzeni;
- Woda opadowa, zanim trafia do wód okolicznej cieśniny, przepompowywana jest przez liczne filtry biologiczne w ogrodach deszczowych i odpowiednio obsadzonych stawach;
- Systemowe, zrównoważone zarządzanie odpadami;
- Zastosowanie odnawialnych źródeł energii z wiatru, wody i słońca oraz pomp ciepła;
- Zrównoważony system transportu;
- Projekt nastawiony na tworzenie wielostopniowych przestrzeni publicznych, półpublicznych i półprywatnych, dla wspierania tworzenia się więzi społecznych/kapitału społecznego;
- Nacisk na wysoką jakość przestrzeni i estetykę – także wysokiej jakości architektura krajobrazu tworzona przez: Sweco - *Dania Park*, Jeppe Aagaard Anderson – Promenada, 13.3 Landskapsarkitekter - *The Scaniatorget (Scania Portal)*, czy Stig'a Andersson (SLA) - *Anchor Park*, linearny park wzdłuż słonowodnego kanału we wschodniej krawędzi dzielnicy .

#### **Koszt inwestycji/ finansowanie:**

Finansowanie prywatne, wsparte: 290 milionów SEK przyznanych dla inwestycji prośrodowiskowych przez szwedzki program rządowy: *Local Investment Programme (LIP)*.

### **Rozwiązania szczegółowe:**

Zrealizowany na osiedlu system SuDS jest integralną częścią osiedla, co osiągnięto między innymi dzięki właściwie dobranej paletce materiałowej, nawiązującej do otaczającej architektury, wpisując elementy wodne, jak mostki, kanaliki, stawy itp. w liczne tutaj podwórka, co razem z powszechnie obecnymi zielonymi dachami oraz roślinnością wpisującą się doskonale w kontekst naturalny i architektoniczny sprawia, że zaciera się granica pomiędzy architekturą a systemem wodnym. Ideą podstawową jest zagospodarowywanie wód opadowych w miejscu, nie generując nadmiarowego odpływu do sieci kanalizacji tradycyjnej. Znaczna część wody zbierana jest na licznych, ekstensywno-retencyjnych zielonych dachach pokrywających większość zabudowań. Znaczna część wody padającej bezpośrednio na grunt przesiąka w procesie infiltracji, dzięki licznym nawierzchniom przepuszczalnym i dbałości podczas procesu inwestycyjnego aby nie dochodziło do kompresji gruntu/ gleby. Pozostała woda zbierana jest do otwartych rynsztoków, z których spływa do małych lokalnych kanałów, porośniętych roślinnością nadwodną znajdujących się w uliczkach i na podwórkach, zanim trafi do finalnego 'adresata' – Öresund, lub słonego kanału przepływającego przez wschodnią granicę Bo01. Po drodze woda zatrzymywana jest w licznych stawach na podwórkach i placach, gdzie jest retencjonowana i oczyszczona przez filtry biologiczne – nasadzenia roślinności hydrofitowej.

### **Osiągnięcia (korzyści):**

- zintegrowanie systemu zagospodarowania wodą z krajobrazem miejskim;
- stworzenie wyjątkowej, nowoczesnej przestrzeni o bardzo wysokiej jakości estetycznej, społecznej i ekologicznej;
- stworzenie ogólnosiedlowego systemu przestrzeni publicznych z ogrodami osiedlowymi, placami zabaw i licznymi miejscami aktywności fizycznej;
- eksperymentowanie z różnymi proekologicznymi rozwiązaniami, jak energia odnawialna, zarządzanie gospodarką odpadami, energia odnawialna itp.;
- wysoki, stale monitorowany poziom bioróżnorodności biologicznej w dzielnic;
- aspekt edukacyjny - 19 projektów badawczych zrealizowanych na terenie dzielnicy na terenie;
- sukcesywna ocena efektów programu, zarządzanie adaptacyjne;

- rozpowszechnianie i edukacja oparta na doświadczeniach z projektu (w postaci publikacji, warsztatów, udziału twórców i władz miasta w konferencjach itp.<sup>91</sup>);
- zapotrzebowanie na energię w 100% realizowane z odnawialnych źródeł energii w 1000 mieszkań;
- wsparcie dla transportu alternatywnego i ruchu pieszego – teren przyjazny pieszym, wolny od ruchu samochodowego; a współczynnik miejsc parkingowych to 0,7/mieszkanie;
- nowoczesne rozwiązania IT zarówno dla mieszkańców jak i dla obsługi systemów ekologicznych.

**Obydwa przykłady z Malmö są cennym wzorem do inspiracji dla Gdańska, realizowanym w skali osiedla i miejskiego kwartału, czyli skali architektonicznej. Wpisują się przy tym w różnorodność uwarunkowań występujących także w Gdańsku.** Augustenborg, to przykład adekwatny dla gdańskich terenów położonych w południowej części miasta, gdzie uwarunkowania geomorfologiczne są bardzo zbliżone: gliniaste, nieprzepuszczalne gleby. Dodatkowo jest to przykład adaptacji istniejącej zabudowy mieszkaniowej, inspirujący do podobnych działań w dzielnicach Gdańska z zabudową z lat 60' czy 70', jak Stogi, Orunia a nawet Przymorze. Bo01 natomiast to przykład rozwiązania nowego, tworzonego od początku wspólnie z potencjalnymi inwestorami. Szwedzi udowadniają tutaj, że pracując w ten sposób można realizować bardzo śmiało ekologicznie rozwiązania przestrzenne. Dodatkowo jest to obszar zainwestowania znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie zatoki, o uwarunkowaniach geomorfologicznych zbliżonych do obszarów gdańskiego Przymorza, Zaspy, Jelitkowa, czy Brzeźna.

### 3.5 Podsumowanie rozdziału

Rozdział trzeci poświęcony został kwestii relacji miasto – woda. Problematyka ukazana została zarówno w kategoriach historycznych, tworzenia się skomplikowanych relacji, jak i współczesne problemy wodne na obszarach zurbanizowanych. Problemy generowane przez obszary miast w kontekście zasobów

<sup>91</sup> [www.malmo.se/sustainability](http://www.malmo.se/sustainability); [www.ekostaden.com](http://www.ekostaden.com); [www.secureproject.org](http://www.secureproject.org); itp



wodnych Ziemi, zmieniający się coraz gwałtowniej klimat i zagrożenia związane z wodą na obszarach zurbanizowanych, to główne zagadnienia omówione w rozdziale.

W Drugiej części rozdziału przedstawione zostały współczesne metody i narzędzia do projektowania infrastruktury miast powiązanej z zarządzaniem wodą, w tym w szczególności wodą opadową, dedykowane dla różnej skali opracowań i inwestycji: Delta Urbanism, dla skali regionu, a nawet kraju, WSUD, dla skali dzielnicy, miasta oraz SuDS, dla skali architektonicznej i urbanistycznej (skala kilku budynków, osiedla, dzielnicy). **Aby kompleksowo zarządzać problematyką wodną w ramach miasta należy korzystać odpowiednio ze wszystkich tych narzędzi i metod i opracowywać je w zintegrowanej ze sobą formie tak, aby się wzajemnie uzupełniały.**

W ostatniej części rozdziału zaprezentowano konkretne rozwiązania funkcjonujące na świecie, realizowane zgodnie z wcześniej zaprezentowanymi narzędziami, dobrane pod kątem zgodności z uwarunkowaniami Gdańska, gdyż to właśnie Gdańsk będzie miastem, dla którego zaproponowane zostanie rozwiązanie związane ze sposobem integracji działań dążących do tworzenia zintegrowanego Planu Zielonej Infrastruktury miasta i zrównoważonych metod zagospodarowywania wód opadowych w kontekście zmieniającego się klimatu. **Ukazanie możliwości połączenia kilku narzędzi odnoszonych do różnych skal terenów zurbanizowanych udawania systemowy potencjał metod zarządzania wodami opadowymi.** W ten sposób wskazano, że proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi, zasilające elementy miejskiego systemu zieleni, tworzące połączenia pomiędzy zdefragmentowanymi jego elementami oraz umożliwiające kreację elementów całkiem nowych, mogą stać się podstawą tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta, co jest zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju. W kolejnej części pracy ukazane zostaną sposoby i możliwości wdrażania takiej polityki.

## **CZEŚĆ ZINTEGROWANA**

### **ROZDZIAŁ 4 Modelowe sposoby wdrażania koncepcji ZI na bazie proekologicznych metod zarządzania wodami opadowymi. Analiza potencjału miasta Gdańsk.**

W rozdziale tym ukazane zostaną możliwości i sposoby integracji działań dążących do tworzenia zintegrowanego Planu Zielonej Infrastruktury miasta i wykorzystania w tym celu zrównoważonych metod zagospodarowywania wód opadowych w kontekście zmieniającego się klimatu. Możliwości te zaprezentowane są na trzech potencjalnych modelach wdrożeniowych. Takie ukazanie problemu ukazanie możliwości udowodnić ma systemowy potencjał metod zarządzania wodami opadowymi. W rozdziale dokonana zostanie także analiza możliwości wdrożenia planu ZI realizowanego w oparciu o proekologiczne metody zarządzania wodą opadową w Gdańsku.

#### **4.1. Wprowadzenie**

Z teorii opisanych w rozdziale drugim dysertacji wynika, że współczesna urbanistyka i planowanie przestrzenne promują kształtowanie nowoczesnych miast w kierunku miasta zwartej, przyjaznego mieszkańcom, w którym konieczne jest racjonalne gospodarowanie i wykorzystywanie zasobów naturalnych. Precyzują to zapisy Karty Nowej Urbanistyki (Choynowski, Mycielski 2005), Nowej Karty Ateńskiej (Nowa Karta Ateńska 2003: wizja miast XXI wieku, Europejska Rada Urbanistów, Lizbona 2003), czy Karty Lipskiej (Karta Lipska w sprawie Zrównoważonych Miast Europejskich z dnia 27 kwietnia 2007 r., przyjęta na spotkaniu ministrów ds. rozwoju miast i spójności terytorialnej UE w Lipsku, w dniach 24–25 maja 2007 r.). Niestety cele te, wymagające myślenia strategicznego, często schodzą na drugi plan, wypierane przez doraźne priorytety gospodarcze. Tymczasem, zgodnie z poglądem Januchty-Szostak: *tak jak wielkie wezbrania powodziowe są efektem kanalizowania splotu miliardów kropli deszczu, tak skuteczność zrównoważonej gospodarki wodnej w miastach jest zależna od wdrażania na szeroką skalę drobnych i proekologicznych rozwiązań* (Januchta-Szostak 2014). Kluczem do sukcesu mogą być skumulowane, drobne działania. Zarządzanie wodą i zielenią w mieście, w związku z ich ekosystemowym charakterem, nie może być przedmiotem jedynie branżowego planowania, jak to jest aktualnie w polskich miastach, gdzie odrębnie projektuje się

system miejskiej zieleni, a odrębnie infrastrukturę odwodnieniową, drogową itp. Nierzadko elementem tego systemu są także pojedyncze tereny zieleni, osobne 'zielone wyspy' w morzu budynków i nawierzchni utwardzonych. Osobno analizuje się i projektuje sieć hydrograficzną. Projektując systemy drogowe i kanalizacyjne, często niepotrzebnie odwadnia się każdy skrawek przysłowiowego trawnika, odbierając resztkom miejskiej zieleni życiodajną wodę. Zgodnie z nadal obowiązującym paradygmatem drenażowym jak najszybciej 'wyrzuca' się poza system miejski każdą kroplę wody opadowej, która spadnie na tereny zurbanizowane. Projektując systemy kanalizacyjne zapomina się często, że to sposób zagospodarowania terenu ma decydujący wpływ na możliwości zarządzania wodą w ramach zlewni. Nierzadko, podczas konferencji i debat na forum krajowym i międzynarodowym, spotkać się można ze zdziwieniem, kiedy w dyskusji o problemach wodnych świata pada stwierdzenie, że jest to również nasz polski problem. Wiele osób przyjmuje, że skoro kraj poprzecinany jest tak rozbudowanym systemem rzeczny, z kilkoma pojezierzami, a niemal całą północną granicę stanowi Morze Bałtyckie, to problem jakości wody, a tym bardziej jej dostępnej ilości, nie istnieje. Dodatkowym problemem jest krótka pamięć społeczna oraz tendencja do niełączenia faktów. Uwidaczniają się one zwłaszcza poprzez krótkie zrywy następujące po każdej mniejszej i większej powodzi, dotyczącej coraz częściej polskie miasta, z wielkimi powodziąmi miejskimi, jak ta katastrofalna z 2001 roku w Gdańsku, oraz mniejszymi, występującymi po większych opadach burzowych włącznie. Niestety ich następstwem nie są kompleksowe, pozytywne zmiany infrastrukturalne. Wręcz przeciwnie, nadal spotkać można kolejne przykłady zabudowy terenów zalewowych, wykorzystywania środków unijnych na 'regulację' kolejnych rzek i strumieni, ich zabetonowaniu, skierowaniu w szczelną rurę znajdującą się pod ziemią, jak stało się np. z Potokiem Strzyży podczas ostatniej przebudowy ulicy Słowackiego. Można odnieść wrażenie, że deltowy charakter Gdańska, który powstał na terenach podmokłych, a jego istnienie uwarunkowane było rozbudowanym systemem sprawnych kanałów odwadniających, stawów i młynów wodnych, nie ma wpływu na współczesne decyzje planistyczne. Kanały odwadniające stopniowo znikają z przestrzeni miasta. Większość stawów, które funkcjonują aktualnie jako zbiorniki retencyjne, jest w dużej mierze zabetonowana, a kanały odwadniające i młyny wodne znikają z map Aglomeracji Gdańskiej.

Z badań własnych autorki wynika, że powszechny brak otwartości na bardziej 'zrównoważone' metody projektowania rozwiązań z zakresu zarządzania wodą opadową wynika najczęściej z przekonania, że są to rozwiązania drogie, nie zawsze sprawdzone, nie wiadomo czy działają, bo są 'naturalne' i trudne do przeliczenia tradycyjnie stosowanymi wzorami obliczeniowymi. Jako 'nowinki zza granicy' są potencjalnym źródłem problemów projektowych, legislacyjnych i wykonawczych. Łatwiej i szybciej zastosować rozwiązania powszechnie znane i akceptowane. Jest to tym bardziej zrozumiałe, że polskie prawodawstwo (a szczególnie *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U.2015.0.1422 dnia 12 kwietnia 2002 r.)<sup>92</sup>) nie uwzględnia często innych rozwiązań zagospodarowywania wód opadowych w mieście, niż kanalizacja deszczowa, szczególnie jeżeli jest fizyczna możliwość podłączenia się do niej. Często występują zapisy nakazujące odprowadzanie wody deszczowej do kanalizacji w przypadku, jeżeli jest to spływ z dróg i chodników, czyli większości powierzchni miasta. Niniejszy rozdział poświęcony jest ukazaniu modeli integracji i wdrażania w tkankę miejską miejskiego systemu zieleni, elementów wodnych z proekologicznymi rozwiązaniami zagospodarowywania wód opadowych, doskonale uzupełniających tradycyjną kanalizację deszczową w ramach zarządzania zlewnią.

#### 4.2. Uwarunkowania prawne

Rozważając możliwości wdrażania nowej strategii zarządzania wodami opadowymi, odmiennej od obowiązującego paradygmatu odwodnieniowego, warto najpierw przeanalizować sytuację prawną powiązaną z tematyką. Uwarunkowania prawne wpływające na gospodarowanie opadami w Polsce, a co za tym idzie gospodarkę wodną generalnie podzielić należy na zewnętrzne, głównie narzucane przez Unię Europejską w związku z członkostwem w jej strukturach oraz wewnętrzne, kształtowane najczęściej na tej bazie.

---

<sup>92</sup> Planowana zmiana Rozporządzenia również wiele nie zmienia w tym zakresie, zgodnie z projektem: <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12285403>

### Uwarunkowania zewnętrzne:

- Strategiczny kontekst zrównoważonego rozwoju - *Strategia Europa 2020*: Podstawowy dokument, określający priorytety rozwoju w krajach członkowskich Unii Europejskiej (Komunikat Komisji KOM (2010) 2020, Bruksela 2010.), oparty na priorytetach rozwoju inteligentnego, zrównoważonego, a także sprzyjający społeczeństwu. Jednym z kluczowych obszarów dla tworzenia nowych przedsiębiorstw, innowacji i umocnienia wiodącej roli Europy na świecie wskazanym w Strategii jest zrównoważony i 'zielony' rozwój. Ustanawia on ramy, cele i działania w dziedzinie polityki wodnej Unii Europejskiej;
- *Ramowa Dyrektywa Wodna (2000/60/WE)*: ustanawia ramy, cele i działania w dziedzinie polityki wodnej Unii Europejskiej (Dyrektywa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. w sprawie ustanowienia ram dla działalności Wspólnoty w dziedzinie polityki wodnej (tzw. *Ramowa Dyrektywa Wodna — RDW*)) **Według Ramowej Dyrektywy Wodnej dobry stan ekologiczny wód**, poza elementami fizykochemicznymi, obejmuje **również elementy morfologiczne i biologiczne**.
- Dyrektywa Powodziowa (Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodzi i zarządzania nimi.), która wprowadziła radykalną zmianę w pojmowaniu bezpieczeństwa powodziowego i zadań z nim związanych. **Celem strategicznym** nie jest obecnie ochrona przed powodzią i zapewnienie pełnego bezpieczeństwa, ale **zmniejszenie ryzyka powodziowego i zarządzanie nim**. Osiąga się to dzięki lepszemu integracji z planowaniem przestrzennym;
- *Dyrektywa Ściekowa* (Dyrektywa 91/271/EWG Rady z dnia 21 maja 1991 r. w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych), która nakłada na państwa członkowskie obowiązek wyposażenia wszystkich aglomeracji w systemy i instalacje, odbierające i przekazujące ścieki komunalne do oczyszczalni, oraz zapewnienia określonych wymagań dotyczących jakości oczyszczonych ścieków;
- dokument *Zielona infrastruktura — zwiększanie kapitału naturalnego Europy* opublikowany przez Komisję Europejską w 2013 roku, będący odpowiedzią Komisji na unijną Strategię Ochrony Różnorodności Biologicznej do 2020. Zawiera zobowiązanie Komisji do opracowania strategii dotyczącej zielonej infrastruktury. Komisja Europejska podkreśla w nim problemy niedostatecznej ochrony naszego

kapitału przyrodniczego i niedoceniaenia wartości usług ekosystemów. Wskazuje też na kluczową rolę kapitału przyrodniczego w procesie wychodzenia z kryzysu, poprawy konkurencyjności i kształtowania nowych obszarów rozwoju dla UE. Proponuje również uznanie kapitału przyrodniczego za podstawę strategii rozwoju regionalnego oraz tworzenia nowych miejsc pracy;

- *Dyrektywy: Siedliskowa i Ptasia (Dyrektywa 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory oraz Dyrektywa 2009/147/WE z 30 listopada 2009 w sprawie ochrony dzikiego ptactwa)* ustanawiające cele ochrony ekosystemów wodnych i od wód zależnych. **Zmiany reżimu odpływu**, na skutek zmian zagospodarowania **zlewni w miastach** (zwiększenie wielkości i przyspieszenie odpływu powierzchniowego), **prowadzą do** zaniku struktury fizycznej, gatunkowej i zmiany przebiegu procesów ekologicznych — a w efekcie do **degradacji ekosystemów wodnych**. Ochrona ta realizowana jest również postanowieniami *Ramowej Konwencji Ramsarskiej*;

- *Europejska Konwencja Krajobrazowa (Europejska Konwencja Krajobrazowa, sporządzona we Florencji dnia 20 października 2000 r. (Dz. U. 2006 nr 14 poz. 98).*

- *Biała Księga: adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania.* {SEC(2009) 386, 387, 388} z 1 kwietnia 2009 roku, wskazująca że korzystanie z przyrody w zakresie niwelowania i kontrolowania skutków zmian klimatu na obszarach miejskich i wiejskich może być skuteczniejszym sposobem adaptacji niż poleganie tylko na infrastrukturze wytworzonej przez człowieka.

Jak widać powyżej legislacja Unijna szeroko rozpatruje zarówno kwestie związane z wodą ogólnie, a także wodą opadową (bezpośrednio i pośrednio), jak i zielona infrastrukturą, opierając swoje zapisy generalnie na zasadach zrównoważonego rozwoju. Przywołane dokumenty wprowadzają wręcz zapisy sprzyjające, a nawet, narzucając wysokie standardy w jakości i ilości spływów trafiających do cieków wodnych, wymagają stosowania na terenach zurbanizowanych proekologicznych metod zarządzania wodami opadowymi.

### **Uwarunkowania wewnętrzne: Polska – szczybel krajowy**

- *Strategia Rozwoju Kraju do roku 2020 i do roku 2030: średnio- i długookresowa wizja opracowane przez Rząd Polski, bazujące na strategii Europa 2020, która wśród priorytetowych działań wymienia: racjonalne gospodarowanie zasobami, poprawę*

stanu środowiska i adaptację do zmian klimatu. Zapisy te posiadają duży potencjał w kontekście wdrażania koncepcji ZI oraz przyjaznych przyrodzie metod zagospodarowywania wód opadowych. (*Strategia Rozwoju Kraju 2020 — Aktywne społeczeństwo, konkurencyjna gospodarka, sprawne państwo, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2012.*) i 2030 (*Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju Polska 2030: Trzecia fala nowoczesności, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, Warszawa 2013*).

- *Ustawa Prawo Wodne (Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r, Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229)* z późniejszymi licznymi nowelizacjami w związku z potrzebą integracji z zasadniczymi celami gospodarki wodnej w Polsce, wynikającymi z postanowień *Unijnej Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Powodziowej*, zostały zawarte w kolejnych nowelizacjach Prawa Wodnego. Aktualnie dostępny jest projekt całkiem nowej Ustawy, który według twórcy – Ministra Środowiska, ma na celu zmianę nieefektywnego systemu zarządzania gospodarką wodną przez wzmocnienie zlewniowego zarządzania gospodarką wodną. Planowany termin wejścia w życie to rok 2017. Ustawa jest w tej chwili procedowana w Sejmie i na dzień 22 lipca 2017 czeka na podpis Prezydenta RP Andrzeja Dudy.

- *Narodowa Strategia Gospodarowania Wodami 2030 i Polityki wodnej państwa do roku 2030*, wynikająca z wdrażania RDW, Dyrektywy Powodziowej oraz adaptacji do zmian klimatu, gdzie cel nadrzędny gospodarowania wodami określony jest jako: kształtowanie rozwiązań prawnych, organizacyjnych, finansowych i technicznych w gospodarowaniu wodami, umożliwiających trwałe i zrównoważony społeczno-gospodarczy rozwój kraju, z uwzględnieniem przewidywanych zmian klimatu, w tym osiągnięcie i utrzymanie dobrego stanu i potencjału wód i związanych z nimi ekosystemów;

- *Polityka Ekologiczna Państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016.* (*Ministerstwo Środowiska, 2008.*), w której **podkreślono konieczność zwiększenia retencji wodnej oraz przywrócenia właściwej roli planowania przestrzennego;**

- *Prawo Ochrony Środowiska (Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627)* oraz *Ustawa o Ochronie Przyrody (Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880)*, nowelizowana na przełomie 2016 i 2017 roku, jednak zmiany nie związane były z kwestiami wodnymi ani ZI;

- *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030*, który wdraża na terenie Polski działania adaptacyjne wytyczone przez strategię UE, porusza aspekty związane z ochroną różnorodności biologicznej oraz dostosowaniem sektorów gospodarki wodnej, gospodarki przestrzennej i budownictwa do zmian klimatu. Tereny miejskie znajdują się wśród głównych obszarów działań;
- *Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010–2020*, będąca próbą wdrożenia zaleceń *Karty Ateńskiej* w zakresie kształtowania środowiska miejskiego, traktowanie miasta jako systemu ekologicznego, w którym należy ograniczyć pobieranie zasobów nieodnawialnych i produkcję odpadów oraz *Karty Lipskiej* zalecającej zapewnianie wysokiej jakości przestrzeni publicznych, poprawę jakości życia w mieście i publicznych. Jest oparta na założeniu, że procesy urbanizacyjne nie mogą zaburzać racjonalnych proporcji pomiędzy terenami biologicznie czynnymi i zabudowanymi. Wśród 11 obszarów strategicznych, wymieniono ochronę i racjonalne wykorzystanie zasobów przyrodniczych oraz adaptację do zmian klimatu.

#### **Dokumenty planistyczne:**

- *Program Wodno-Środowiskowy Kraju (PWŚK)*, który uwzględnia również zadania wynikające z kilku dyrektyw UE, między innymi dyrektywy azotanowej, dyrektywy „ściekowej” i KPOŚK;
- *Plany Gospodarowania Wodami na Obszarze Dorzeczy*, uzupełniające Masterplany dla dorzeczy Wisły i Odry;
- *Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym (PZRP)*, które zgodnie z *Dyrektywą Powodziową* powinny być opracowane do 22 grudnia 2015r;
- *Plany przeciwdziałania skutkom suszy na obszarze dorzeczy*;
- *Warunki korzystania z wód regionu wodnego* oraz sporządzane w miarę potrzeby, *Warunki korzystania z wód zlewni*;
- *Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK)*, dla realizacji którego gminy mogą korzystać z dofinansowania, m.in. ze źródeł unijnych: *Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko*, *regionalnych programów operacyjnych* oraz *Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich* oraz krajowych: *Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej*. KPOŚK obejmuje niezbędne przedsięwzięcia w zakresie



budowy, rozbudowy lub modernizacji oczyszczalni ścieków komunalnych i zbiorczych systemów kanalizacyjnych, stanowiąc narzędzie wypełnienia zobowiązań traktatowych;

- mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego kluczowe dla planowania przestrzennego i zarządzania wodą w miastach, zostały udostępnione z końcem grudnia 2013 r. Informacje w nich zawarte umożliwiają dostosowanie rodzaju zagospodarowania dolin rzecznych i nadbrzeżnych obszarów miejskich do poziomu zagrożeń oraz minimalizację potencjalnych strat powodziowych. Dokumenty te są uwzględniane przy sporządzaniu planów zagospodarowania przestrzennego województw, studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz wydawaniu decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu;

- *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030*: podkreśla znaczenie wewnątrzmijskich enklaw przyrodniczych. Preferuje regenerację zamiast zagospodarowania nowych obszarów oraz nowe standardy architektoniczno-budowlane, które pozwalają ograniczyć utratę powierzchni terenów biologicznie czynnych;

- *Krajowa Polityka Miejska*, opracowywana przez *Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju*, w której uwzględnia się: konieczność zintegrowanego planowania miejskich obszarów funkcjonalnych dla poprawy jakości wody i powietrza; adaptację do zmian klimatu; poprawę jakości środowiska miejskiego oraz zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi i systemem przyrodniczym miasta.

Wszystkie te dokumenty opierają się generalnie na zasadach zrównoważonego rozwoju, a w swoich szczegółowych zapisach w dużej mierze sprzyjają wdrażaniu rozwiązań bazujących na proekologicznym zarządzaniu wodami opadowymi. Umożliwiają także budowanie za ich pomocą ZI miasta. Spełnienie niektórych celów jakościowych i ilościowych, a także skuteczna adaptacja do zmian klimatycznych, w tym zarządzanie ryzykiem powodziowym na obszarach zurbanizowanych, wymaga zmiany miejskiego paradygmatu odwodnieniowego. Priorytetowe odprowadzanie wód poza obszar miasta zamieniać należy stopniowo na zagospodarowywanie wody u źródła, podczyszczanie (na przykład dzięki roślinności porastającej otwarte

systemy odwodnieniowe), gdzie tylko nadmiarowy opad nawałny trafia do miejskiego systemu kanalizacji deszczowej jako tzw. przelew awaryjny.

### **Uwarunkowania wewnętrzne: Polska – szczebel lokalny:**

- *Ustawa o samorządzie gminnym (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 marca 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o samorządzie gminnym, Dz.U. 2016 poz. 446)* - podstawowy akt prawny, określający zadania i obowiązki gmin, m.in. w zakresie zarządzania wodą i środowiskiem. Władze samorządowe, posiłkując się wytycznymi wyższego szczebla, cieszą się znaczną autonomią w tworzeniu programów i strategii kierujących rozwój, jakością i charakterem swoich miast, znajdując się jednocześnie pod presją wyborców, stąd cele i kierunki działań nastawione są najczęściej na zaspokojenie najbardziej palących potrzeb społeczno-gospodarczych i zapewnienie szybko widocznych wyników.

### **Narzędzia planistyczne:**

- *Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego gminy/miasta (SUIKZP)* - w Polsce jedyne narzędzie planistyczne na szczeblu lokalnym, umożliwiające zapisy dotyczące kształtowania krajobrazu i struktury funkcjonalno-przestrzennej całej gminy/ miasta, nie jest wprowadzonym aktem prawnym, ale jest obligatoryjne i sporządzane dla całego obszaru gminy lub miasta na prawach powiatu, co pozwala na powiązanie sposobów zagospodarowania oraz użytkowania terenów z priorytetami gospodarki wodnej. W praktyce do tej pory rzadko wiąże się te zagadnienia;

- *Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP)*: są jedynymi aktami prawa lokalnego w zakresie gospodarowania przestrzenią. Muszą także być zgodne z zapisami Studium (SUIKZP). Zapisy MPZP w dużym stopniu umożliwiają wpływ na warunki gospodarowania wodą i ograniczanie skutków powodzi, określając wskaźniki, formy i funkcje zabudowy, a w szczególności sposób zagospodarowania i użytkowania gruntów, w tym obszary wyłączone z zabudowy oraz udział procentowy powierzchni terenów biologicznie czynnych. Istnieją także możliwości indywidualnych, lokalnych zapisów szczegółowych, z których najczęściej stosuje się zapis o obowiązku zagospodarowywania wód opadowych na terenie działki, choć nie

jest to jeszcze popularne zjawisko. Potencjał wpływu jest tutaj bardzo duży i warto rozważyć więcej możliwości sprzyjających wodzie zapisów.

- *Strategia Rozwoju Gminy*: podstawowy dokument, określający kierunki rozwoju, również w zakresie zasobów wodnych, przygotowana prawidłowo umożliwia realizację spójnej wizji miasta nowoczesnego, funkcjonalnego i przyjaznego. Jest wygodnym narzędziem planowania w zakresie wykorzystania środków finansowych i monitorowania postępu wdrażania rozwiązań zintegrowanych. Ekosystemy wodne, zwłaszcza duże rzeki, mogą i często stają się, ważnym elementem takiej strategii, co widać na przykładzie Bydgoszczy, Warszawy, czy Poznania. Miasta te uchwaliły w ostatnim czasie strategię i programy „powrotu nad rzeki”. Warto jednak, aby cele formułowane w takim programie nie były powierzchowne, koncentrując się jedynie na wizualnej poprawie jakości frontów wodnych, czy turystycznej i gospodarczej aktywizacji nadbrzeży oraz ochronie przeciwpowodziowej, co obserwuje się najczęściej. Warto rozszerzyć cele także o odbudowę biocenozy dolinnych oraz działanie na terenie całej zlewni, które mogłyby przyczynić się do spowolnienia i poprawy jakości spływów z terenów miejskich, a tym samym poprawić jakość wody i zmniejszyć ryzyko powodzi.

### **Problemy związane z uwarunkowaniami prawnymi w kontekście zagospodarowywania wód opadowych i wdrażania koncepcji ZI:**

- *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury* w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (art. 28 ust. 1.2. DZ.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami) formalnie zmusza inwestorów do odprowadzania wód opadowych do istniejącej kanalizacji zapisem: *Działka budowlana, na której sytuowane są budynki, powinna być wyposażona w kanalizację umożliwiającą odprowadzenie wód opadowych do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej. Jedynie w razie braku możliwości przyłączenia do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej, dopuszcza się odprowadzanie wód opadowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych lub do zbiorników retencyjnych*, zwiększając tym samym przeciążenia w istniejących sieciach. Oznacza to, że aktualnie jedynie brak ogólnomiejskiego systemu infrastruktury kanalizacji deszczowej w okolicy, lub odmowa podłączenia do systemu przez gestora sieci (na przykład ze względu na jej przeciążenie) jest podstawą do zagospodarowywania wód opadowych na terenie

zainwestowania. W innym przypadku tylko determinacja inwestora i przychylność urzędników umożliwiają zagospodarowywanie wód opadowych *in situ*.

- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz. U. 2006 Nr 137 poz. 984 z późn. zm.), podobnie jak wcześniejsze Rozporządzenie, nie promuje jednoznacznie swoimi zapisami zagospodarowywania wód opadowych na terenie działki;

- Ekologiczne podstawy funkcjonowania ZI oraz sieci hydrograficznej i SuDS/ZSD/TRIO oraz zapewnienie ich łączności w mieście nie są w ogóle przedmiotem aktów prawnych w Polsce;

- Obowiązujące aktualnie<sup>93</sup>: *Prawo wodne oraz Ustawa Prawo Ochrony Środowiska* (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.) obejmują wprowadzenie programy retencji dla zlewni i mówią o potrzebie zarządzania zlewniowego lecz nie uwzględniają działań w skali lokalnej, zwłaszcza w miastach, których łączność ze zlewnią jest zmarginalizowana, a sama zlewnia najczęściej podzielona jest na kilka gmin. Nadziej na zmianę jest procedowane aktualnie nowe Prawo Wodne, które z założenia wdrażać ma wytyczne unijnej Ramowej Dyrektywy Wodnej.

- Przepisy odwołują się do ochrony różnorodności gatunkowej i siedliskowej, natomiast nie dotyczą terenów o znacznym stopniu modyfikacji, gdzie gatunków chronionych jest niewiele, za to zapotrzebowanie na usługi ekosystemów ogromne, co dotyczy szczególnie miast;

- Szczególnym rodzajem zagrożeń związanych z wodą, charakterystycznym dla środowiska miejskiego i narastającym wraz ze zmianami klimatycznymi, są podtopienia i powodzie miejskie, nie uwzględniane w PZRP (Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym opracowywane przez gminy);

- Zarówno w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, jak i Strategicznym Planie Adaptacji do Zmian Klimatu oraz Krajowej Polityce Miejskiej istnieją liczne błędy dotyczące ZI, wynikające z powierzchniowej interpretacji unijnych dokumentów bazowych wskazujących konieczność tworzenia i rozwijania ZI miast, z czego w szczególności warto wymienić:

---

<sup>93</sup> Stan na lipiec 2017

- Utożsamianie ZI jedynie z obszarami zieleni chronionej (jak: Obszary Natura 2000, czy inne elementy wskazywane w Krajowych Systemach Obszarów Chronionych), lub pozostałościami naturalnej szaty roślinnej i ich ew. ochroną. Takie czysto konserwatorskie podejście wyklucza kreację na terenach zurbanizowanych nowych obszarów biologicznie wartościowych;
  - Całkowite pominięcie kwestii wielofunkcyjności ZI, ograniczając ją jedynie do funkcji ochronnej,
  - Ograniczanie promocji bioróżnorodności jedynie do obszarów chronionych. Nie ma mowy o ochronie czy kreacji bioróżnorodności na obszarach typowo miejskich, co byłoby szczególnie wskazane, biorąc pod uwagę tendencje do tworzenia monokulturowych nasadzeń miejskich, najczęściej z gatunków obcych geograficznie i siedliskowo;
  - Podkreślanie różnic pomiędzy 'zielenią urządzoną' a 'naturalną' przyrodą, co w kontekście wielowiekowej tradycji sztucznie kreowanej przyrody na świecie jest dodatkowo nielogiczne. Ograniczanie ZI **jedynie** do obszarów już istniejących, które nie mogą być przedmiotem kreacji, pielęgnacji jest tu błędem;
  - Definiowanie ZI w oderwaniu od gospodarki wodnej, przestrzennej, bezpieczeństwa czy zrównoważonych systemów transportowych: dróg, sieci trakcyjnych, dróg wodnych, itp.;
  - Brak jakichkolwiek zapisów, dotyczących tworzenia, zwiększania ciągłości czy jej jakości.
- Programy operacyjne, jak RPO (Regionalne Programy Operacyjne), POIR (Program Operacyjny Inteligentny Rozwój), Programy Operacyjne Polityki Spójności, czy inne programy finansowane przez WFOŚiGW wspierają bioróżnorodność jedynie na obszarach zdegradowanych i objętych prawną ochroną, pomijając obszary zurbanizowane, nie przewidują także wspierania innowacyjnych rozwiązań na rzecz tworzenia i wzmacniania ZI, wbrew zaleceniom Unijnym.

Wszystko to sprawia, że pomimo bardzo dobrej strategii i zapisów Unijnego prawodawstwa, w polskim prawodawstwie nadal brakuje **jednoznacznych** zapisów wspierających praktyki lokalnego zagospodarowania wód opadowych oraz tworzenia

wielofunkcyjnych systemów ZI miast. Jest to możliwe, wymaga jednak wiele determinacji.

#### 4.3. Modele wdrażania koncepcji ZI miasta w oparciu o narzędzia zarządzania wodami opadowymi

W poprzednich rozdziałach przedstawiono syntezę wyników badań odnoszących się do koncepcji ZI. Dokonano także syntezy badań dotyczących zarządzania wodami opadowymi w mieście, w różnej skali, szczególnie w kontekście współczesnych wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi. Ten rozdział poświęcony jest **możliwości integracji opisywanych koncepcji**, co jest niezbędne dla udowodnienia tez niniejszej dysertacji.

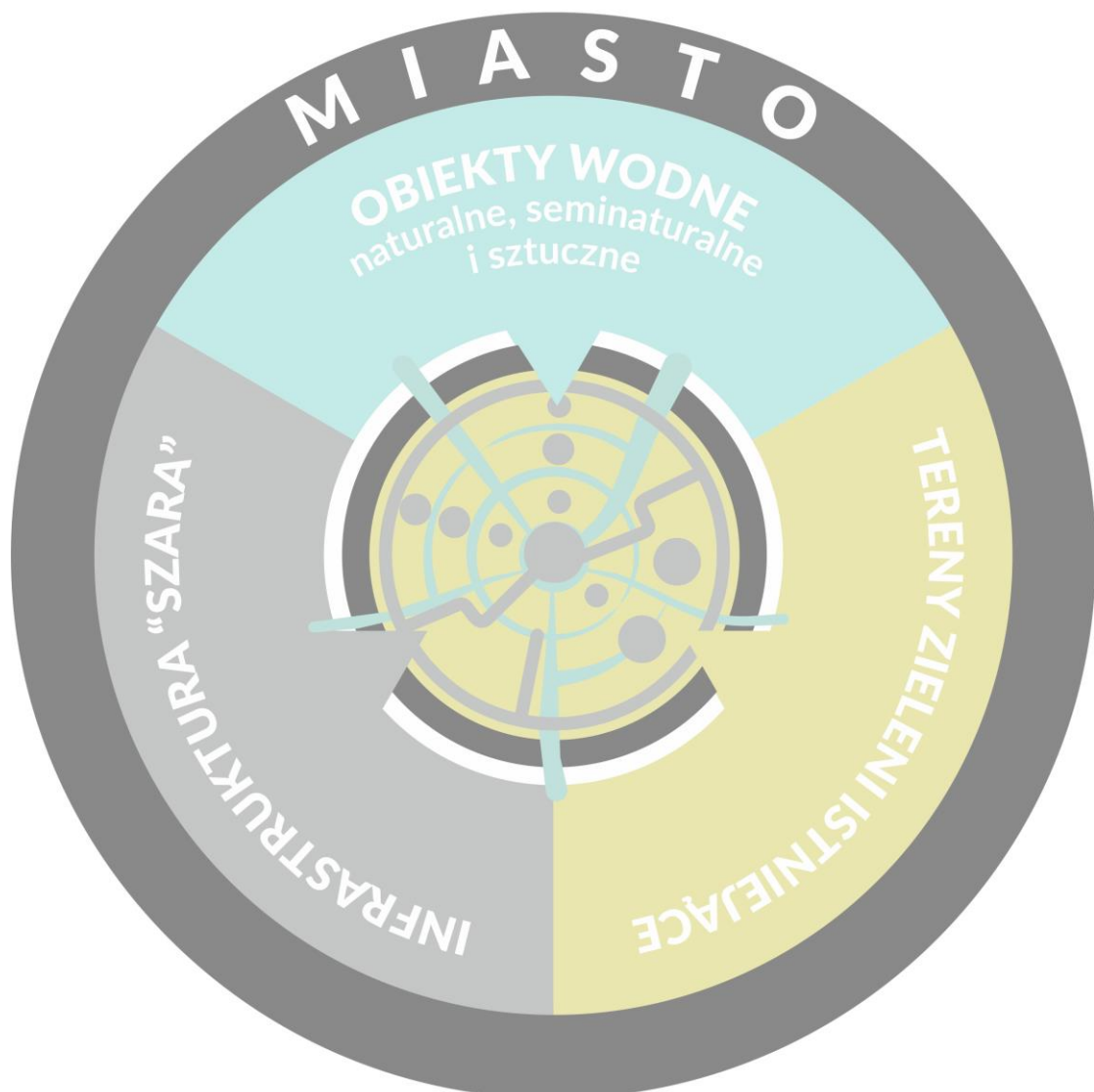
Zgodnie z podanymi wcześniej definicjami ZI według Drapelli-Hermansdorfer, jedną z trzech podstawowych grup interpretacji koncepcji ZI jest, jej zdaniem, tzw. *opcja zielono-niebieska*, promująca budowę struktury ZI w oparciu o, nawiązującą do uwarunkowań hydrograficznych, sieć ekologiczną. W ten sposób zbudowana ZI ma potencjał świadczenia społeczeństwu wielostronnych usług ekosystemowych. Drapella-Hermansdorfer wspiera dodatkowo wyróżnianie *opcji niebiesko-zielonej* infrastruktury, widząc różnicę znaczeń względem osnowy ekologicznej a sieci ekologicznej. Podkreśla tu aspekty ekonomiczne wspomagające rachunek usług ekosystemowych. Zauważa, zrozumiałą dla wszystkich, analogię do infrastruktury technicznej, a także potrzebę zapewnienia ciągłości. Podkreśla potencjał *opcji niebiesko-zielonej* infrastruktury do renaturyzacji środowiska miejskiego (dzięki tworzeniu obszarów ekotechnicznych jak zielone dachy), potencjał odłączenia się od miejskiej sieci kanalizacji deszczowej oraz możliwości osiągnięcia równowagi pomiędzy naturą a techniką, dzięki obowiązkowemu kojarzeniu wody z zielenią (Drapella-Hermansdorfer 2014). Trudno się z tymi postulatami nie zgodzić. W ten sposób, nadal skromny rozwój koncepcji ZI w Polsce został ukierunkowany w stronę koncepcji Zielono-Niebieskiej Infrastruktury, która w pewnym sensie jednoczy w sobie koncepcję miejskich systemów zieleni z problematyką wodną miast, tworząc strategię zintegrowaną. Efektem tego są pojedyncze projekty i koncepcje zielono-niebieskich planów dla miast, jak np. łódzka *Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci* oficjalnie przyjęta przez Miasto Łódź jako część jego Strategii Zintegrowanego Rozwoju Łodzi 2020+, czy tzw. *Radomski Projekt Adaptacji do Zmian Klimatu*.

Zjawisko to jest zdecydowanie pozytywne, z jednym tylko mankamentem – stosowanie nazwy dwuczłonowej i wyodrębnianie z koncepcji elementów ‘zielonych’, jako części systemu zieleni miejskiej oraz elementów ‘niebieskich’ jako elementów sieci hydrograficznej może pogłębiać, już i tak istniejące, tendencje do rozdzielnego traktowania tych elementów struktury miasta. Nie ma to żadnego uzasadnienia, a z punktu widzenia przyrodniczo-ekologicznego jest wręcz szkodliwe. Dodatkowo wprowadza chaos w i tak już mocno zagmatwaną teorię związaną z systemami przyrodniczymi miast, zniechęcając osoby niezgłębiające na co dzień problematyki ekologiczno-przyrodniczej do wdrażania tej koncepcji. Jest to szczególnie istotne w przypadku koncepcji ZI, ze względu na jej multidyscyplinarny charakter i konieczność współpracy ze specjalistami z różnych dziedzin wiedzy i praktyki.

Zieleń i woda są ze sobą na powierzchni naszej planety nierozzerwalnie związane. Trywialnym jest wręcz stwierdzenie, że *bez wody nie ma zieleni*. Mimo to współczesne polskie miasta nadal promują rozwiązania jak najszybciej odprowadzające cenną dla roślinności wodę opadową, traktując ją jak ściek i wyrzucając poza swoje granice. Jednocześnie tworzą w miastach zieleni, nierzadko nieadekwatną do uwarunkowań geo-siedliskowych, którą następnie nawadniają drogimi systemami, stosując w tym celu uzdatnioną wodę pitną. Czasem jest to woda pochodząca z nieodtworzalnych zasobów wód podziemnych, jak na przykład w przypadku znacznej części Gdańska. Jest to działanie nielogiczne, niezrównoważone i nieekonomiczne. Dlatego należy promować i propagować rozwiązania podkreślające **zintegrowany charakter obszarów przyrodniczych** – miejskich systemów zieleni i współistniejących i współtworzących je ekosystemów wodnych. Takie działanie, z definicji, umożliwia koncepcja ZI. W pierwotnej wersji, sformułowanej przez Benedicta i McMahona, włącza ona w sieć ZI obszary wodne, nie tylko te naturalne ale również seminaturalne i sztuczne, jak zbiorniki retencyjne, sztuczne mokradła czy rowy odwadniające. Istnieje tu miejsce na uwzględnienie elementów tzw. szarej infrastruktury, realizowanych zgodnie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju, jak zielone przejścia dla zwierząt i estakady, proekologiczne systemy odwadniania dróg jak niecki chłonne i inne elementy tworzone zgodnie z założeniami SuDS. W ten sposób właściwie wykorzystane proekologiczne metody zarządzania wodą opadową, tak aby uzupełniały, wspomagały i zasilaly istniejący miejski system zieleni, mogą stać się podstawą dla

tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta. **Zielona Infrastruktura Miasta może być sumą elementów systemu przyrodniczego miasta, systemu hydrograficznego i innych obiektów wodnych oraz ‘zazielenionych’ elementów infrastruktury szarej**, co ukazuje schemat na rys. 48. Kolejne podrozdziały analizują możliwe drogi osiągnięcia tych celów, zarówno w ujęciu teoretycznym jak i praktycznym.

**Rys. 48. Zielona Infrastruktura jako suma systemu przyrodniczego, obiektów wodnych oraz ‘zazielenionej’ infrastruktury szarej**



Źródło: autor: J.Rayss; opracowanie graficzne: J.Rayss, A.Kempa



#### 4.3.1. Integracja struktur za pomocą proekologicznych metod zagospodarowania wód opadowych (SuDS, WSUD, DU)

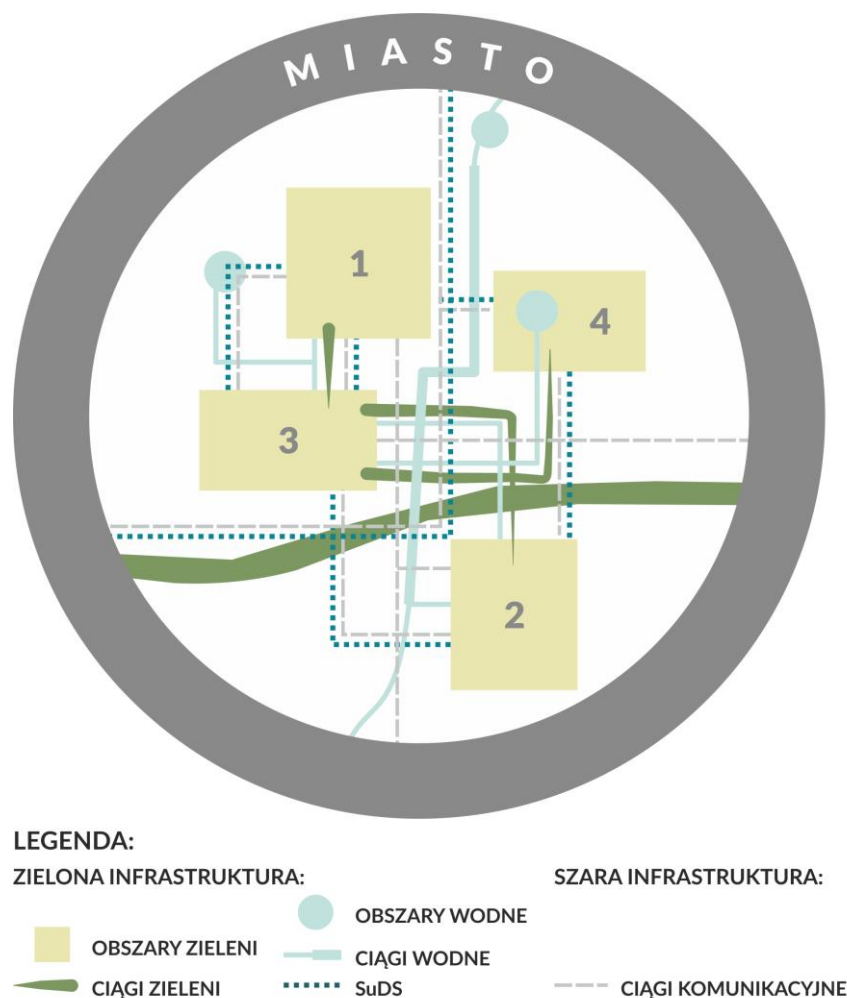
Żaden żywy ziemski organizm nie może istnieć bez wody. Tak jest również z miejską zielenią. Dlatego jeżeli planuje się w mieście jakiegokolwiek obiektu zieleni, niezależnie od tego, czy jest to pojedyncze drzewo, aleja, mały miejski skwer czy duży park, należy jednocześnie przewidywać związane z tym potrzeby wodne. W środowisku naturalnym, na obszarach nieurbanizowanych zieleni swoje potrzeby wodne zaspokajają przede wszystkim dzięki wodzie opadowej, a także, jeżeli warunki temu sprzyjają, dzięki zasobom wód podziemnych oraz zasobom wód powierzchniowych. Na miejskich obszarach zurbanizowanych dostęp do wody ze wszystkich tych trzech źródeł jest zazwyczaj utrudniony, ponieważ:

- wody opadowe, zgodnie z miejskim paradygmatem odwodnieniowym, są jak najszybciej odprowadzane przez system podziemnych, szczelnych rur, pozbawiając w ten sposób miejską zieleni podstawowego źródła wody, pozostawiając tylko to, co fizycznie spadnie na nadziemną część rośliny (faktycznie odwadnia się nawet trawniki i rabaty, przez takie ukształtowanie warstw, aby woda jak najszybciej trafiała do studzienek kanalizacyjnych);
- wody podziemne na skutek urbanizacji znacznie obniżają swoje lustro wody, utrudniając w ten sposób dostęp dla roślin, dodatkowo w związku z uszczelnieniem miejskich nawierzchni są zasilane w niewielkim stopniu i narażone na zanieczyszczenie;
- wody powierzchniowe na obszarach zurbanizowanych często ulegają przekształceniu w miejską infrastrukturę, niestety w wersji szarej - jako kolektory deszczowe, najczęściej skanalizowane, nierzadko w podziemnym systemie rur, a naturalne wody stojące, jak stawy i jeziora, w związku z brakiem miejsca na rozwój miejskiej zabudowy, zostają często zlikwidowane (np. w Gdańsku zlikwidowano w ten sposób między innymi jezioro Zaspą).

W związku z tym planując elementy systemu zieleni miejskiej od początku należy myśleć o możliwościach ich zasilania dzięki wykorzystaniu istniejących, naturalnych elementów hydrografii miasta oraz wykorzystaniu grawitacji w zasilaniu zieleni wodami opadowymi. Należy również podjąć wysiłek tworzenia nowych, seminaturalnych i sztucznych obiektów hydrograficznych – przywracając w mieście miejsce dla wody, która w przeciwnym razie sama się o nie upomni, przy większych

opadach. W tym celu najlepiej wykorzystać elementy SuDS, tworząc je w różnych skalach od zagospodarowania pojedynczej działki poczynając. Takie myślenie ilustruje schemat budowania Zielonej Infrastruktury Miasta na rysunku 49. ZI można tworzyć zarówno od podstaw, w przypadku obszarów wcześniej niezagospodarowanych, jak i przekształcając elementy istniejącej szarej infrastruktury, 'zazieleniając' ją, wprowadzając walory i funkcje ekologiczne oraz dodatkowe funkcje społeczne i ekonomiczne, zgodnie z triadą zrównoważonego rozwoju. W ten sposób połączenia tworzone pomiędzy dotąd zdefragmentowanymi elementami zieleni miejskiej – środowiska przyrodniczego miasta - integrują je w spójny i funkcjonalny system – *Zieloną Infrastrukturę*. Na schemacie na rysunku 50. Przedstawiono szczegółowo typologie obiektów SuDS w kontekście możliwości kształtowania na ich bazie ZI.

**Rys. 49. Schemat budowania Zielonej Infrastruktury miasta**



Źródło: opracowanie własne JR, grafika: J.Rayss, A.Kempa



Proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi zasilające elementy miejskiego systemu zieleni, tworzące połączenia pomiędzy zdefragmentowanymi jego elementami oraz umożliwiające kreację elementów całkiem nowych, stać się mogą podstawą tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta, co jest zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju. Miasto może stworzyć swój System Zielonej Infrastruktury, budując go za pomocą elementów SuDS, zapewniając ZI niezbędną do funkcjonowania ciągłość oraz wielofunkcyjność. WSUD oraz DeltaUrbanism powinny być narzędziami do zarządzania tym procesem w skali miasta oraz regionu i kraju.

#### 4.3.2. Autorskie modele wdrażania Zielonej Infrastruktury Miasta w oparciu o metody i narzędzia proekologicznego zarządzania wodami opadowymi. *Trzecia droga miasta zrównoważonego?*<sup>94</sup>

Rozdział poświęcony jest opracowaniu ogólnych modeli wdrażania koncepcji ZI miasta w oparciu o metody i narzędzia proekologicznego zarządzania wodami opadowymi w kontekście zrównoważonego rozwoju. W swych rozważaniach na temat suburbanizacji, Czochański i Przewoźniak stawiają pytanie, który model rozwoju miasta jest korzystniejszy? Pytając, zestawiają ze sobą **miasto zwarte**, intensywnie zagospodarowane, terenooszczędne, oszczędzające swe przyrodnicze otoczenie, z **miastem modernistycznym**, ekstensywnie zagospodarowanym zajmującym rozległe tereny, z wewnętrznym systemem terenów otwartych o wiodącej funkcji ekologicznej (tzw. *osnową ekologiczną*), zwanym przez Szulczewską **miastem zielonym** (Przewoźniak 2005a; Czochański 2007; Szulczewska 2002). W każdym z nich, podobnie jak Solarek i Szulczewska (Solarek 2011; Szulczewska 2002, op. 2009), dostrzegają pozytywne i negatywne aspekty. Podobnie jak one, postulują poszukiwanie **trzeciej drogi**, przede wszystkim w kontekście miejskich obszarów metropolitalnych, w których szczególnie trudno realizować jest koncepcję miasta zwanego w czystej formie, gdzie z założenia mamy do czynienia z konsolidacją kilku miast. Czochański zamiast, jego zdaniem, nieudanych prób integrowania przestrzeni miejskiej, proponuje świadomą, planowaną i kontrolowaną

<sup>94</sup> Nawiązując do omawianych w rozdziale 2.4. postulatów NU, miasta zrównoważonego rozwoju, miasta zwanego, gdzie autorka dysertacji sugeruje, że ZI może realizować pozornie sprzeczne idee zarówno miasta zielonego jak i miasta zwanego

dezintegrację przestrzenną. Według niego powinna być ona połączona z wyraźnym strefowaniem funkcji i nadrzędną rolą zintegrowanego i integrującego planowania przestrzennego w metropolii wobec indywidualnych interesów pojedynczych gmin. W jego opinii, takie podejście wymaga jednak śmiałego, wręcz wizjonerskiego spojrzenia w przyszłość i uwierzenia, że miasta i gospodarka przyszłości oparte będą na nowoczesnych i nieprawdopodobnie wydajnych środkach przekazu, eliminujących potrzebę przemieszczania wielkiej liczby ludności w celu świadczenia pracy i korzystania z usług (Czochański 2007). Możliwość takiego kształtowania miasta, zgodnego z postulowaną trzecią drogą daje, zdaniem autorki niniejszej dysertacji, Zielona Infrastruktura Miasta. Łączy ona zalety miasta zwarteo i miasta zielonego, minimalizując ich wady, co ukazano w rozdziale 2.4. Może stać się bazą, matrycą, zgodnie z ekologią krajobrazu integrującą ze sobą elementy miejskiego krajobrazu. To właśnie łączność elementów jest jednym z najważniejszych cech ZI. ZI jest planem wykraczającym poza granice administracyjne poszczególnych gmin, promując zarządzanie zlewniowe i zarządzanie ekosystemowe. Dodatkową zaletą jest elastyczność i ciągłość procesu planowania, projektowania i zarządzania elementami ZI. Projektowanie ZI w mieście nie jest z założenia działaniem skończonym. To swoiste **laboratorium**, w którym za pomocą metod i narzędzi planowania i zarządzania adaptacyjnego, gromadzenie i analizowanie danych jest procesem ciągłym. Dzięki informacjom zwrotnym, zarówno od społeczeństwa jak i dzięki obserwacjom i monitoringowi stanu środowiska, nieustannie dokonuje się korekt w strategii i planach operacyjnych. Stworzona dzięki ZI struktura miejskiej przestrzeni ma szansę osiągnąć cele formułowane przez Komisję Europejską, czyli *poprawę stanu środowiska i jakości terenów zurbanizowanych oraz zapewnienie zdrowego środowiska życia mieszkańcom europejskich miast, zwiększenie znaczenia kwestii środowiskowych w rozwoju zrównoważonym terenów miejskich przy uwzględnieniu związanych z tym kwestii gospodarczych i społecznych* (według Komunikatu Komisji: *W stronę strategii tematycznej w zakresie środowiska miejskiego*, 2004).

Zdaniem autorki niniejszej dysertacji modelowy proces tworzenia ZI w warunkach polskich może przebiegać według trzech podstawowych scenariuszy:

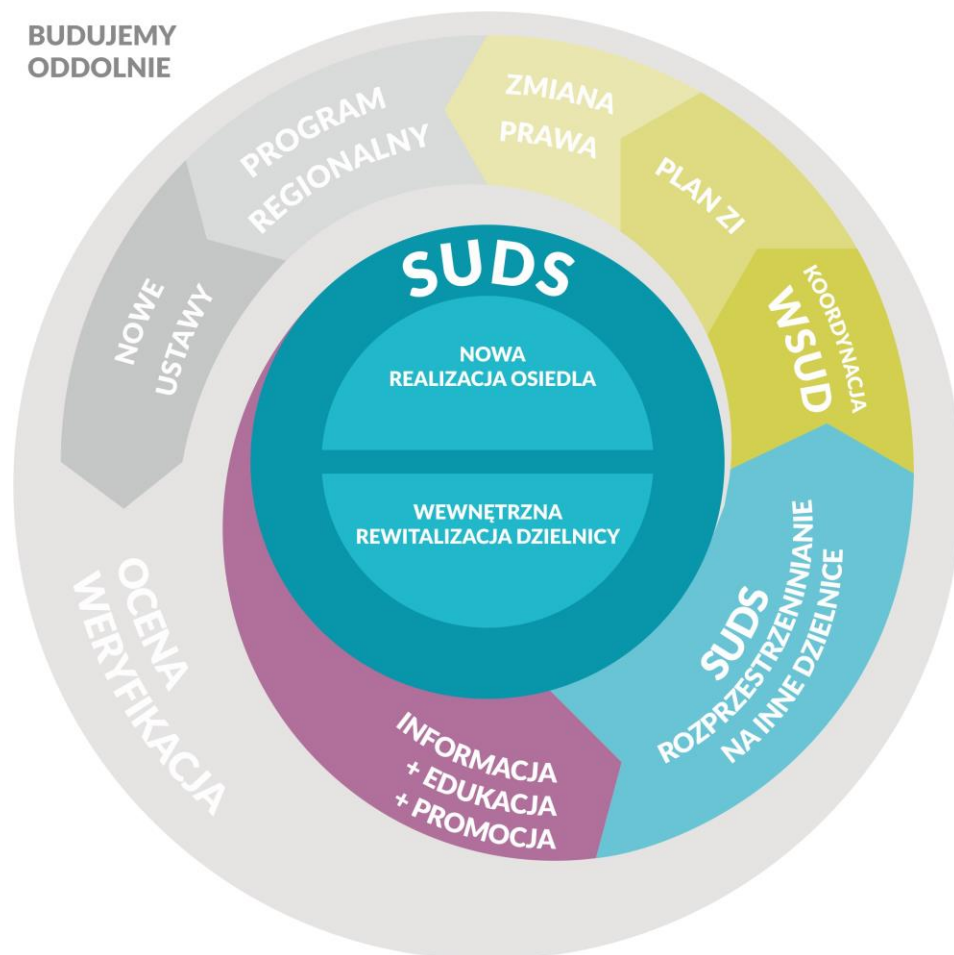
**Model 1: Budowany Oddolnie.** W tym przypadku cały proces rozpoczynają pojedyncze projekty pilotażowe rozwiązań SuDS. Mogą to być działania:

- lokalnej społeczności (na przykład w formie projektów ogrodów deszczowych i innych elementów systemu małej retencji realizowanych w ramach budżetu obywatelskiego),
- miasta, chcącego w sposób łagodny przebadać potencjał skuteczność SuDS, pilotażowo wdrażając go na przykład w pojedynczych podwórkach budynków komunalnych, czy przy budynkach użyteczności publicznej;
- indywidualnych inwestorów, na przykład realizujących SuDS w ramach swoich projektów deweloperskich, także jako tzw. Partnerstwo Publiczno-Prywatne, lub elementów zagospodarowania przestrzeni docelowo przekazywanych w zarządzanie miastu (przestrzenie publiczne, przejścia, fragmenty dróg publicznych itp.)

Wdrożenia te, jako swoiste demonstratory, po sukcesie lokalnym, wsparte następnie akcją edukacyjno-promocyjną, stać się mogą wzorem do naśladowania i replikacji. Proces ten integrować i koordynować powinno miasto, które w kolejnym etapie wykorzystując narzędzia WSUD wprowadzić może Plan ZI w miejską strategię oraz wszelkie niezbędne zapisy regulacyjne oraz prawo lokalne. W tym celu niezbędna jest identyfikacja i inwentaryzacja elementów które potencjalnie tworzyć mają sieć ZI. Następnie ZI powinna zostać wdrożona w system planowania. Tak jak sieć szarej infrastruktury jest połączona ze sobą na różnych szczeblach projektowania i zarządzana, tak również powinna być łączona infrastruktura zielona. Tak jak ulice miejskie łączą się z wojewódzkimi i krajowymi, tak lokalne parki powinny być łączone z systemem miejskim i regionalnym systemem ścieżek alei i korytarzy ekologicznych. ZI, podobnie jak infrastruktura szara, powinna być integralną częścią w społecznym procesie planowania na wiele różnych sposobów, w sposób wielofunkcyjny i ciągły. Ważna jest zmiana polityki rozwoju dzielnic, tak aby chronić i łączyć tereny zieleni i zapewniać solidne rozwiązania w zakresie gospodarki wodnej (SuDS) bazujące na naturalnych funkcjach terenu, wiążąc planowanie ZI z planowaniem zlewni, biorąc pod uwagę raczej granice ekosystemów niż granice administracyjne. Ważne jest przy tym uwzględnianie zasady ZI w działaniach związanych z rozwojem i ochroną dziedzictwa kulturowego i konserwacji zabytków. Możliwe jest przy tym zaliczenie obszarów traktowanych jako tereny otwarte i wszelkich 'nieużytków' miejskich do

struktury ZI. Zasady ZI stosowane powinny być także w rewitalizacji społecznej, rekultywacji terenów zdegradowanych i innych strategiach rozwojowych. Należy także przewidywać możliwości transformacji istniejących obiektów infrastruktury szarej w ZI, poprzez ich wzbogacanie lub przebudowę. W procesie tym niezbędna jest zarówno wewnętrzna współpraca wszystkich miejskich podmiotów i spółek, jak i pozostałych miejskich interesariuszy (od mieszkańców i deweloperów, przez organizacje i stowarzyszenia sąsiedzkie, społeczne, zarządców lasów, przedsiębiorcy, szeroko rozumiany obszar nauki i szkolnictwa, itp.). Zaangażowanie kluczowych grup jest podstawą sukcesu. Finalnie Miasto i lokalne i regionalne instytucje prowadzić mogą działania w kierunku wdrażania polityki zgodnej z ideą ZI (zarządzanie zlewnią, regionalne plany adaptacji do zmian klimatycznych) w całym regionie, a nawet lobbować w kierunku zmian systemowych na szczeblu krajowym oraz objęcia regionu krajowymi programami strategicznymi. Liderem wdrażania koncepcji ZI może być w tym Modelu zarówno samo miasto, jak i inni miejscy interesariusze: organizacje ekologiczne, grupy sąsiedzkie, rady dzielnic. Kluczem do sukcesu jest założenie, że niezależnie od źródeł inicjatywy tworzenia ZI grupa liderów powinna Reprezentować wszystkie interesy społeczności dotkniętej procesem tworzenia ZI. Zaangażowanie grup kluczowych jest podstawą sukcesu. Schemat na rys. 51. ilustruje funkcjonowanie tego modelu. Zaletą takiego wdrażania idei jest duża elastyczność i niewielkie nakłady w początkowych etapach, a także dzięki stopniowej realizacji opracowany Plan ZI będzie już w znacznym stopniu zweryfikowany w lokalnych uwarunkowaniach, dzięki rozwiązaniom pilotażowym. Wadą jest przede wszystkim długi okres wdrażania strategii. Autorka poleca ten Model jako sposób wdrażania ZI w dużych miastach.

**Rys. 51. Autorski MODEL 1: ODDOLNY proces tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta**



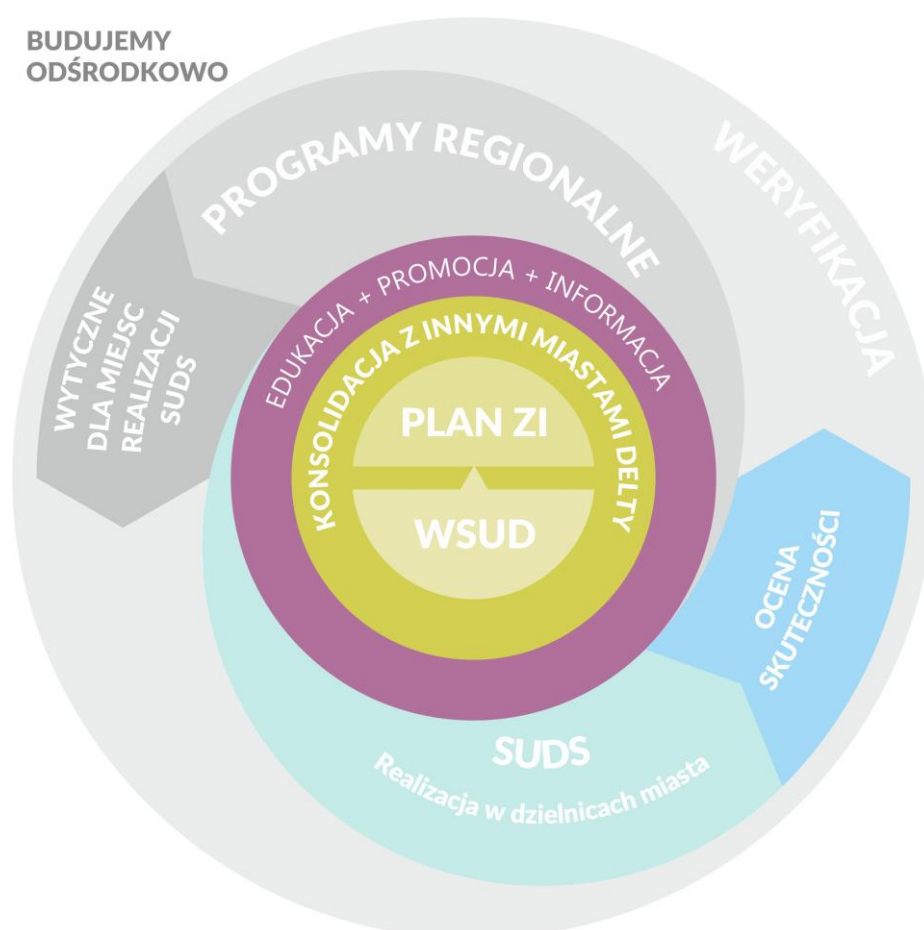
Źródło: autor JR, grafika: J.Rayss, A.Kempa, K.Russek

**Model 2: Budowany odśrodkowo** - jako inicjatywa miejska. W tym przypadku to na poziomie władz miasta, lub miejskich spółek celowych, pojawia się idea wdrażania koncepcji ZI. W pierwszej kolejności, przy użyciu narzędzi WSUD tworzony zostaje Plan ZI, zgodnie z warunkami opisanymi w Modelu 1. Sama koncepcja i plan są następnie rozpropagowany wśród miejskich interesariuszy, a następnie wdrażany w miejską strategię, regulacje i prawo miejscowe. Dzięki lobbingowi koncepcja wdrażana jest równoległe w programy regionalne i krajowe. Model ilustruje schemat na rys. 52. Zaletą tego rozwiązania jest możliwa spójność działań od początku procesu wdrażania na szczeblu miejskim, o ile miasto nie ma bardzo rozbudowanej struktury terytorialnej, społecznej i organizacyjnej. Zaletą jest też



stosunkowo krótki okres wdrażania. Wadą tego rozwiązania jest możliwość napięć wewnętrznych, szczególnie jeżeli mieszkańcy wcześniej nie angażowali się w inicjatywę miejską i nie włączali się w nie aktywnie, a bez nich realizacja koncepcji ZI jest praktycznie niemożliwa. Wadą są także potencjalnie duże nakłady finansowe na nieprzetestowane lokalnie rozwiązania techniczne. Model zalecany jest to wdrażania w niewielkich miastach.

### Rys. 52. Autorski MODEL 2: ODŚRODKOWY proces tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta



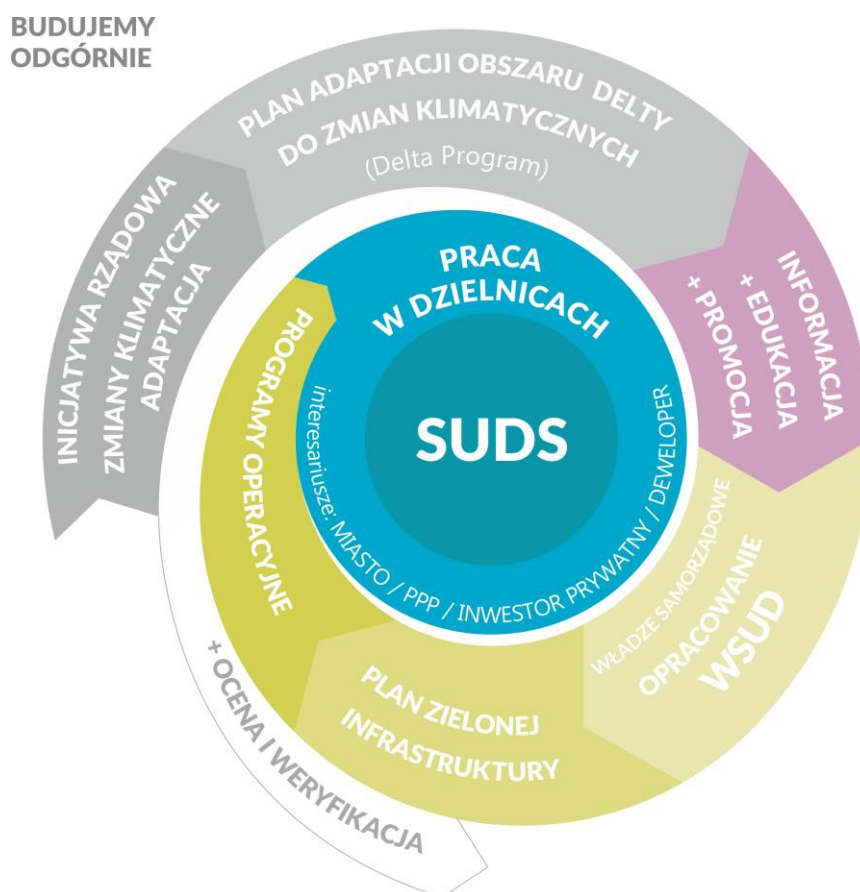
Źródło: opracowanie własne, grafika: J.Rayss, K.Russek, A.Kempa

**Model 3: Budowany odgórnie.** Jest to pierwotnie inicjatywa rządowa, związana z potrzebą adaptacji kraju do zmian klimatycznych, która formalizuje się w postaci ministerialnego programu regionalnego, na przykład zbliżonego do holenderskiego *Delta Programm*. W programie tym uszczegółowione są wytyczne dla

poszczególnych gmin w regionie odnośnie potrzeby wdrażania WSUD oraz SuDS. Procesowi towarzyszy ogólnokrajowa akcja promocyjno-edukacyjna. W kolejnym etapie lokalne władze samorządowe, opracowują wytyczne dla WSUD w skali miasta oraz Plan Zielonej Infrastruktury Miasta, zgodnie z wytycznymi opisanymi w Modelu 1. Przy pomocy lokalnych programów operacyjnych wdrażających Plan ZI realizowane są konkretne rozwiązania SuDS w skali dzielnicy i finalnie indywidualnej działki. Model ilustruje schemat na rys. 53. Jego zaletą jest możliwość koordynacji procesu w skali regionalnej i krajowej, co umożliwia realizację celów strategicznych: ochrony dużych rzek, Morza Bałtyckiego itp. Daje też możliwość realizacji zobowiązań opisanych w traktatach UE podpisanych przez Polskę. Ułatwia też zdobycie finansowania na realizację koncepcji ze środków unijnych. Wadą jest demiurgiczne podejście, uogólniające wytyczne i cele do skali całego kraju. Istnieje groźba nieuwzględnienia lokalnych uwarunkowań. Może istnieć także społeczny opór przed realizacją narzuconych odgórnie celów, niezależnie od ich przesłanek merytorycznych. Model ma zastosowanie jedynie w przypadku sprzyjających uwarunkowań na szczeblu krajowym. Niezbędna jest tutaj bardzo świadoma grupa inicjatywna. Model ilustruje schemat na rys. 53.

Zaproponowane modele wdrożeniowe wyczerpują scenariusze realizowania strategii ZI Miasta opartej na proekologicznych metodach zarządzania wodami opadowymi realizowanych w różnych skalach, pozostawiając względną swobodę na każdym z etapów wdrażania. Udowadniają tym samym, że SuDS, WSUD oraz DU mogą być kluczowymi elementami we wdrażaniu strategii ZI miasta.

### Rys. 53. Autorski MODEL 3: ODGÓRNY proces tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta



Źródło: opracowanie własne, grafika: J.Rayss, K.Russek, A.Kempa

Modele oraz analizy i schematy ukazane w rozdziale 4.1. – 4.3 udowadniają, Tezę I mówiącą, że proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi mogą i powinny stać się podstawą tworzenia systemu Zielonej Infrastruktury miasta, co jest zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju. Dotychczasowe rozważania rozdziału potwierdzają także Tezę II mówiącą, że wody opadowe powinny zasilać miejski system zieleni, utrzymując jego funkcjonowanie, tworzyć połączenia pomiędzy jego zdefragmentowanymi elementami oraz umożliwiać kreację jego nowych fragmentów.

Kolejny podrozdział doprecyzowuje jakie pozostałe narzędzia mogą zostać zastosowane na etapie wdrażania planu ZI, SuDS, WSUD oraz DU.

### 4.3.3. Narzędzia wdrożeniowe

Wdrażanie koncepcji ZI w strategię miejską wymaga poszukiwania skutecznych narzędzi i metod współpracy władz lokalnych z inwestorami prywatnymi, lokalnymi właścicielami budynków oraz lokalną społecznością. Samorządy miast dysponują szerokim wachlarzem narzędzi lokalnych, które mogą służyć celom powiązanim z ZI. Obejmują one m.in.: programy ochrony środowiska, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, projekty zagospodarowania rzek, programy i projekty małej retencji, polityki sektorowe w zakresie zasobów wodnych, zasobów przyrody oraz inne wizje i strategie rozwoju miasta. Dokumentem spajającym wszystkie działania w zakresie ochrony środowiska na poziomie gminy jest program ochrony środowiska, którego opracowanie może być traktowane jako podstawa dla wprowadzania spójnego i sprawnego systemu zarządzania. Biorąc pod uwagę silne powiązania ekohydrologiczne pomiędzy obiegiem wody w mieście i funkcjonowaniem jego systemu przyrodniczego, zarówno diagnoza i analiza potrzeb, jak i sam program ochrony środowiska, stwarzają doskonałą platformę do włączenia celów ZI jako istotnego elementu rozwoju miasta. Dla skutecznego gospodarowania wodą, które jest niezwykle istotne z punktu widzenia koncepcji ZI, ważne jest wykorzystanie danych hydraulicznych z obszarów zlewni, które nie pokrywają się z granicami administracyjnymi gmin, co jest niezbędne dla zarządzania zlewniowego. W tym celu konieczna jest współpraca międzygminna i koordynacja celów różnych strategii sektorowych.

Wśród konkretnych narzędzi i metod ułatwiających wdrożenie można wymienić w szczególności:

- Omawiany już w rozdziale 4.2. **Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego**. W jego ramach następujące zapisy sprzyjają tworzeniu ZI:
  - ustalenie funkcji terenu, w której zieleń będzie przeznaczeniem podstawowym, np.: ZP lub ZU - zieleń parkowa lub publiczna, ZN – zieleń nieurzędzona, ZI – zieleń izolacyjna; lub pełni funkcję uzupełniającą, np. U/ZP, gdzie teren przeznaczony na cele usług oraz zieleni urządzonej, MW/ZP, gdzie teren przeznaczony na cele zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej oraz zieleni publicznej, itp;

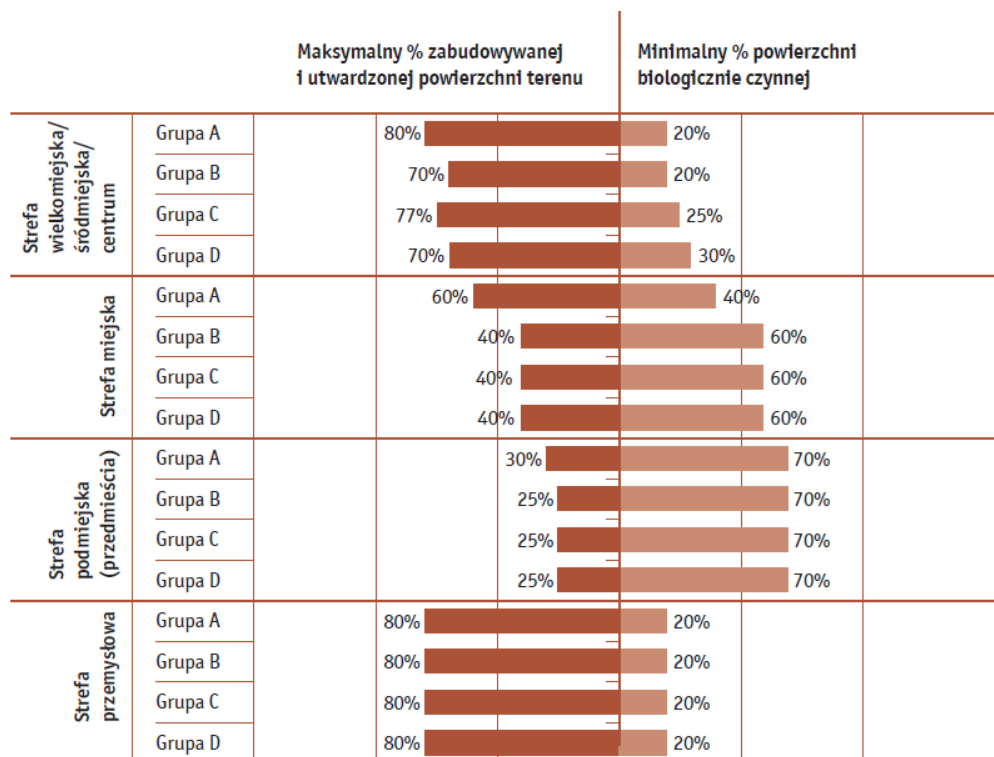
- wskazania jakościowe co do rodzaju zieleni wprowadzanej na objęty planem obszar w ramach kształtowania powierzchni biologicznie czynnej, zapisy wpływające na bioróżnorodność, wskazujące potrzebę wprowadzania gatunków rodzimych, lub preferowania gatunków liściastych, bardzo przydatne z punktu widzenia jakości środowiska, a także retencji wody (na przykład analogiczne do zawierających takie zapisy niemieckich wytycznych FLL — *Towarzystwa ds. Badań nad Rozwojem i Strukturą Krajobrazu — Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.*);
- wskazania ilościowe co do % powierzchni biologicznie czynnej, ilości wymaganych drzew do wprowadzenia np. w odniesieniu do projektowanych miejsc parkingowych, czy powierzchni utwardzonych. Przykład właściwego sformułowania wskaźników kształtowania zabudowy na przykładzie maksymalnego udziału powierzchni zabudowanej i utwardzonej w kontekście minimalnego udziału powierzchni biologicznie czynnej terenu działki, według badań Burlińskiej (Burlińska 2013) prezentuje schemat na rys.54.
- kształtowanie linii zabudowy i zasad z nimi powiązanych, umożliwiających zachowanie istniejących zadrzewień, terenów zieleni, łączności pomiędzy terenami zieleni, elementami ZI;
- wdrożenie zapisów SUIKZP na temat form ochrony przyrody, obowiązku odtwarzania zdegradowanej zieleni, itp, umożliwiając utrzymanie bioróżnorodności ciągłości i funkcjonalności miejskich ekosystemów;
- promocja rozwiązań sprzyjającym tworzeniu choćby kieszonkowych parków (tzw. *pocket park*), wprowadzeniu zieleni i SuDS na projektowane w przyszłości parkingi i drogi (szczególnie te osiedlowe), dzięki wykorzystaniu możliwości wprowadzania do MPZP oznaczeń orientacyjnych, przykładów aranżacji oraz zapisów w tekście nadających ulicy np. funkcje ciągu pieszo-jezdnego z pasem zieleni i SuDS, oraz zadrzewieniem, dodatkowo dzięki określeniu zasad zagospodarowania pasa drogowego. Zapisy planów miejscowych mogłyby być w większym stopniu wykorzystywane szczególnie w celu kontrolowania stopnia uszczelnienia terenu, gdyby były formułowane na podstawie analiz zdolności retencyjnych zlewni i restrykcyjnie przestrzegane.

Istotnym jest aby **myślą przewodnią MPZP było traktowanie opadów jako zasobu** oraz integracja rozwiązań technicznych z zieloną infrastrukturą oraz promocja rozwiązania innowacyjnych.

### Rys. 54. Wskaźniki kształtowania zabudowy

**Maksymalny udział powierzchni zabudowanej i utwardzonej a minimalny udział powierzchni biologicznie czynnej terenu działki.**

Grupa A: miasta > 500 tys. mieszkańców; B: 100-500 tys.; C: 50-100 tys.; D: < 50 tys.



Źródło: (Burlńska 2013), na podstawie (na podst.: Ziobrowski 2012)

- **Narzędzia stosowane w podnoszeniu zaangażowania i partycypacji społecznej**

Formy partycypacji społecznej przewidziane przez polskie prawodawstwo w planowaniu i zarządzaniu przyrodą, zwykle ograniczają się do pisemnych wniosków i uwag oraz dyskusji publicznych, co jest niewątpliwie niewystarczające. Warto szukać nowych, innowacyjnych form, jak na przykład:

- **pozaustawowe konsultacje planistyczne**, w formie dyskusji organizowanych na etapie budowania koncepcji;
- **sądy obywatelskie**;
- **analizy wielokryterialne**;

- tworzenie **budżetów obywatelskich**, umożliwiających mieszkańcom zgłaszanie swoich własnych projektów;
- **specjalistyczne fora internetowe** (jak. Np. Gdańska Akademia Żygaczy, skyscrapercity.com) i **media społecznościowe**;
- **wolontariacka informacja geograficzna** (*Volunteered Geographic Information VGI*) (Czepkiewicz 2013) - wykorzystanie systemów informacji geograficznej (GIS) uzupełnianych o dane uwzględniające wiedzę i punkt widzenia obywateli – tzw. *dane miękkie*, dzięki zastosowaniu map internetowych, jak np. *GoogleMaps* oraz upowszechnianiu modeli sieci 2.0 (*Web 2.0*), w której użytkownicy oprócz korzystania z umieszczonych informacji, sami je także aktywnie tworzą, w ten sposób tworzone są np. *OpenStreetMap*, *Wikimapa*, *OpenTreeMap*<sup>95</sup>. Dane w ten sposób uzyskane mogą być wysokiej jakości, gdyż często miłośnicy i aktywiści, którzy się w nie angażują są jednocześnie profesjonalistami z pasją. VGI może mieć różnorodny charakter:
  - **internetowe konsultacje społeczne** – roboczy projekt MPZT może być wyświetlany jako jedna z warstw na mapie internetowej, którą można komentować, tworząc tzw. ‘mapę argumentacyjną’ (Czepkiewicz 2013);
  - partycypacyjne, **internetowe szkicowanie planów** i projektów;
  - **analityczno-deliberatywne podejmowanie decyzji** (*Analytic-Deliberative Decision Making*) (Czepkiewicz 2013), gdzie laicy razem z ekspertami diagnozują obecny stan, waloryzując, generując pomysły i rozwiązania w oparciu o wizualizację danych geograficznych oraz symulacji wpływu proponowanych rozwiązań na środowisko i życie codzienne, a także koszty i konsekwencje prawne (Czepkiewicz 2013).
  - organizacja **kampanii i akcji informacyjno-edukacyjnych** dla społeczeństwa i lokalnych przedsiębiorców, punktów doradczych, kształtujących świadomość środowiskową, i inne.

Dzięki integracji różnych metod i narzędzi osiągnąć można znacznie większą skuteczność, dlatego ważne żeby łączyć komunikację internetową z metodami tradycyjnymi bazującymi na spotkaniach bezpośrednich.

<sup>95</sup> otwarte oprogramowanie pozwalające na prowadzenie oddolnych spisów drzew, wraz z modułem wyceny wartości ekosystemów

#### 4.3.4. Finansowanie

Istotną barierą dla tworzenia nowych form zieleni w mieści, a także jej utrzymania, są zawsze niedostateczne środki finansowe. W związku z tym niezbędne jest poszukiwanie innowacyjnych rozwiązań w zakresie finansowania, najlepiej takich, które koszty rozłożą pomiędzy władze miasta a inwestorów, a może także społeczność lokalną, przy założeniu np. jej osobistego udziału w tworzeniu i pielęgnacji obiektów ZI. Wśród narzędzi, które można wykorzystać do pozyskania finansowania na ZI miasta wymienić można:

- subsydia – przykładem mogą być subsydia na zielone dachy w Bazylei – utworzenie *Funduszu Oszczędzania Energii*, wcześniej szeroko konsultowanego z interesariuszami, z jasno określonymi wymogami określającymi niezbędne parametry dachów przynoszących największe korzyści dla bioróżnorodności miasta, dodatkowo szeroko ogłaszane w mediach w połączeniu z konkursem na najpiękniejszy zielony dach;
- przyspieszenie procedury pozwolenia na budowę – jak na przykład *Program Zielonych Pozwoleń (Green Permit Program)* z Chicago, opracowany przez *Wydział Budynków Chicago*, uruchomiony w 2005 roku – przyspieszono procedury wydania pozwolenia dla inwestycji spełniających kryteria programu, a dodatkowo budynki o wyjątkowo niskim wpływie na środowisko zwolnione zostały od obowiązkowej opłaty za ocenę jakości projektu przed wydaniem pozwolenia na budowę – deweloper może wybrać określoną liczbę rozwiązań służących ochronie środowiska i zrównoważonemu rozwojowi (jak zielone dachy, niski zużycie energii, przekroczenie programu LEED);
- lokalna polityka podatków i opłat – czasowe zwolnienia z podatku od nieruchomości, wprowadzenie opłat za odprowadzane wody opadowe, naliczane od powierzchni niezazielenionych dachów oraz utwardzonych powierzchni nieprzepuszczalnych w przypadku odprowadzania wód opadowych poza obszar działki i/lub podłączenia do sieci kanalizacji miejskiej;
- negocjacje z przyszłymi inwestorami warunków zabudowy, w podobny sposób jak w przypadku szwedzkiego Bo01, tak aby uzyskać oczekiwane cele środowiskowe;
- budżety obywatelskie, promujące proekologiczne rozwiązania, tworzenie elementów miejskiej ZI;



- tworzenie fundacji celowych, jak np. *Toronto Parks and Trees Foundation*, której celem jest promocja filantropii i zaangażowania społecznego;
- opłata parkowa – w Melbourne pobierana od właścicieli nieruchomości mieszkalnych, handlowych i przemysłowych wliczona w rachunek za wodę, kanalizację, i odprowadzanie wody deszczowej, a fundusze przeznaczone są na rozwój ZI;
- czynsz i dzierżawa z udostępniania powierzchni parków pod sklepy, kawiarnie i restauracje, jak np. w Londynie;
- losy i loterie;
- akcje charytatywne;
- osobisty udział w tworzeniu mieszkańców (przykład Park Regana w Gdańsku).

#### 4.4. Przykład Gdańska – podstawowe uwarunkowania wpływające na możliwość wdrożenia ZI

Jednym z podstawowych celów pracy było udowodnienie tezy, że Koncepcja Zielonej Infrastruktury, jako logiczna konsekwencja wielowiekowego rozwoju teorii dotyczącej relacji natura - miasto – człowiek, może zostać wdrożona w Gdańsku. Niniejszy rozdział ma ukazać potencjał miasta Gdańska do budowania ZI na bazie zrównoważonych metod zarządzania wodami opadowymi, stosowanych w różnych skalach. Tereny zieleni znajdujące się na obszarze miasta charakteryzują się brakiem ciągłości. Tę ciągłość można uzyskać między innymi wprowadzając do miasta linie ZI dzięki transformacji części infrastruktury szarej w SuDS oraz szerokiej promocji małej retencji uzupełniającej duże zbiorniki retencyjne i odciążającej miejski system kanalizacji deszczowej, dodając jej waloru wielofunkcyjności. Niniejszy rozdział poświęcony jest analizie uwarunkowań determinujących możliwości wdrażania w mieście Planu ZI oraz propozycji konkretnego modelu wdrożeniowego w tym zakresie. Analiza Gdańska jako przypadku studialnego wydaje się szczególnie właściwa w dobie narastających negatywnych zmian klimatycznych dotyczących miasta w ostatnich latach objawiających się w postaci nawalnych opadów deszczu. Dodatkowo interesujący kontekst historyczny, przyrodniczy, a w szczególności deltowy charakter miasta, ukazane są jako czynniki, które powinny determinować właściwe zarządzanie wodami.

Gdańsk jest częścią Aglomeracji Gdańskiej. Stanowi jej centrum. Cała Aglomeracja, zwana także Aglomeracją Trójmiejską, rozciąga się wzdłuż zachodniego wybrzeża Zatoki Gdańskiej, będącej południowym krańcem Morza Bałtyckiego. W miejscu tym skupia się największy potencjał zarówno gospodarczy jak i intelektualny całego Województwa Pomorskiego, z dominacją funkcji portowych, przemysłem stoczniowym, rafineryjnym, maszynowym, chemicznym, a także spożywczym. Gdański Port, podobnie jak ten w Gdyni, stanowią ważne węzły transportowe o znaczeniu międzynarodowym, znaczna liczba szkół wyższych jest zapleczem intelektualnym i technologicznym w regionie. Ogromnym atutem Aglomeracji są także uwarunkowania krajobrazowo-przyrodnicze, stwarzając w połączeniu z tysiącletnią historią i zabytkami dziedzictwa kulturowego korzystne warunki dla rozwoju turystyki.

#### 4.4.1. Uwarunkowania Geomorfologiczne i geologiczne

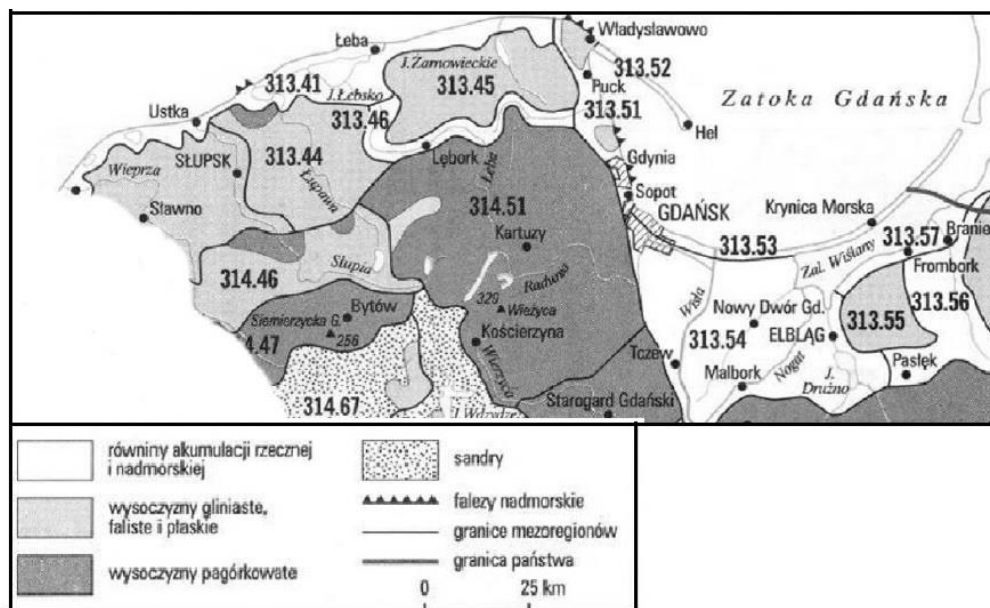
Region gdański charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem warunków fizyczno-geograficznych. Obszar Trójmiasta, w całości położony jest w obrębie pod prowincji Pobrzeża Południowobałtyckie i Pojezierza Południowobałtyckie w makroregionie Pobrzeże Gdańskie i Pojezierze Wschodniopomorskie. Północna część Gdańska objęta jest mezoregionem Pojezierze Kaszubskie i Pobrzeże Kaszubskie zaś południowowschodnia część aglomeracji leży w mezoregionie Mierzeja Wiślana i Żuławy Wiślane. Krainy te charakteryzują się bardzo dużym zróżnicowaniem form geomorfologicznych. W obrębie tego mezoregionu, w obszarze Trójmiasta wyróżnić można formy powstałe w wyniku akumulacyjnej działalności lądolodu (wysoczyzny morenowe płaskie i faliste, moreny czołowe), akumulacyjnej i erozyjnej działalności wód roztopowych (równiny sandrowe, równiny zastoiskowe, ozy, kemy, zagłębienia powstałe po martwym lodzie, rynny subglacjalne, rynny subglacjalne obecnie wykorzystywane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone doliny wód roztopowych), a także formy rzeczne, denudacyjne, morskie, formy utworzone przez roślinność, a także formy antropogeniczne. Południowa część terenów aglomeracji zdominowana jest przez płaskie obszary Gdańskich Żuław i Tarasu Sopocko-Wrzeszczańskiego. Osobliwością geologiczną Żuław Wiślanych jest ich stosunkowo młody wiek, tworzą one bowiem najmłodszą krainę geograficzną Polski, powstałą na skutek wypełniania się płytkiej morskiej zatoki osadami naniesionymi przez rzekę. Proces zasypywania zatoki i tworzenia się płaskiego stożka napływowego, w tym wypadku tzw. równiny aluwialnej, rozpoczął się około 6 tys. lat temu i trwa do dnia dzisiejszego: (Frankowski, Zachowicz 2007), (Kondracki 2011).

Obszary Żuław Gdańskich i Tarasu Sopocko-Wrzeszczańskiego od zachodu otoczone są Wysoczyzną Pojezierza Kaszubskiego. Na północy Aglomeracji wyróżniają się pradoliny: Prodadolina Kaszubska i Pradolina Redy-Łeby, sąsiadujące z wysoczyznami nadmorskimi oraz Pojezierzem Kaszubskim. Obszar miasta od zachodu zamyka Zatoka Gdańska i dolny odcinek Wisły (Kondracki 2011; Lidzbarski op. 2007; Cieśliński 2008).

Południowo-wschodnie dzielnice Gdańska, stanowiące obszar Żuław Gdańskich, to płaskie równiny aluwialne, zazwyczaj ledwie wznoszące się ponad poziom morza, a blisko 30% powierzchni znajduje się poniżej jego poziomu. Dolny

odcinek Wisły, stanowi wschodnią granicę obszaru, a pomiędzy obszarami Żuław a brzegiem morza rozciąga się wschodni odcinek Mierzei Wiślanej. Od północnej strony Żuławy Gdańskie przechodzą stopniowo w płaskie równiny akumulacyjne Tarasu Sopocko-Wrzeszczańskiego, wznosząc się na wysokość od 10 do 30m n.p.m. Płaska, nachylona w kierunku Zatoki Puckiej i gdyńskich basenów portowych, powierzchnia Pradoliny Kaszubskiej oraz Pradoliny Łeby i Redy to efekty działania wód lodowcowych ostatniego zlodowacenia. Kontrastującym elementem geomorfologicznym jest tu Pojezierze Kaszubskie, którego krawędź morfologiczna wyraźnie zarysowuje się na tle płaskich utworów miasta, sięgając miejscami kilkudziesięciu metrów wysokości. Jego rzeźba jest głównie efektem morfogenezy plejstoceńskiej, z przeważającymi osadami moreny dennej, których powierzchnia układa się na rzędnych ok.160 m n.p.m. Są to przede wszystkim gliny i piaski lodowcowe. Falista powierzchnia moreny dennej urozmaicona jest wznoszącą się na obszarze Trójmiasta do 205 m n.p.m. moreną czołową (Lidzbarski op. 2007). Na rys 55. Przedstawiona jest regionalizacja fizyczno-geograficzna na obszarze województwa pomorskiego. Często mocno przekształcona przez człowieka rzeźba terenu od strony brzegu morskiego ukształtowana jest pierwotnie poprzez procesy związane z działalnością morza, co widoczne w rozwoju strefy piaszczystych plaż.

**Rys. 55. Regionalizacja fizyczno-geograficzna na obszarze województwa pomorskiego**



Źródło: (Kondracki 2011)

### Zagrożenia:

Na bogato urzeźbionych obszarach Gdańskiej Wysoczyzny i w jej strefie krawędziowej występują procesy geodynamiczne, mające najczęściej postać erozji powierzchniowej. W obrębie występujących tu licznych wysokich i stromych zboczy zbudowanych z glin zwałowych z warstwami utworów piaszczystych, którym towarzyszą wody gruntowe w przypadku braku zwartej pokrywy roślinnej występują **warunki sprzyjające procesom osuwiskowym**. Niekorzystne warunki atmosferyczne w postaci nawalnych lub długotrwałych opadów, które zdarzają się coraz częściej, prowadzą do nasilenia, się tych zjawisk. Procesy osuwiskowe mogą być również wywołane czynnikami antropogenicznymi, do których najczęściej należą:

- podmycie lub podkopanie zbocza,
- obciążenie przez budowle zbocza lub terenu nad nim,
- niewłaściwe zaprojektowanie nachylenia skarp wykopu lub nasypu.

Brzeg morski w Gdańsku pozostaje na ogół w stanie dynamicznej równowagi między procesami erozji i akumulacji, jednak należy się liczyć z zaburzeniem tej równowagi w wyniku stałego podnoszenia się przeciętnego poziomu wód na południowym brzegu Morza Bałtyckiego, co jest efektem współdziałania geologicznego procesu wypiętrzania się Skandynawii wraz ze skutkami zachodzących zmian klimatycznych. Najnowsze szacunki (jak projekt SEAREG) wskazują na największe prawdopodobieństwo wzrostu tego poziomu co najmniej o 50–60 cm w ciągu następnych 100 lat. Podczas sztormu spowodowanego północnymi wiatrami obszarem Żuław zagraża dodatkowo zjawisko tzw. *cofki wód morskich*.

#### 4.4.2. Klimat<sup>96</sup>

Bliskość morza jest czynnikiem determinującym charakter klimatu w całej Aglomeracji Gdańskiej. Morski charakter klimatu jest dodatkowo wzmacniany przez przemieszczające się nad Polską oceaniczne masy powietrza, głównie z zachodu i w nieznacznym stopniu te ze wschodu. Nakładające się na siebie wpływy Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego wywołują łagodniejsze, w porównaniu do pozostałej części kraju, zimy (w niektóre zimowe miesiące nie ma ani dnia mrozu, a

<sup>96</sup> Opracowano na podstawie: <http://pomorskie.eu/-/warunki-klimatyczne-w-województwie-pomorskim>; <http://pl.climate-data.org/location/233/>; <http://www.gedanopedia.pl/>; IMGW; [gdanskiewody.pl](http://gdanskiewody.pl/); Zieliński 2017a, 2017b

znaczniejszy opad śniegu nie utrzymuje się zwykle na gruncie dużo dłużej niż przez dwa tygodnie w roku) i nieco chłodniejsze niż w głębi lądu lata (odczuwaną temperaturę dodatkowo obniża bryza morską), niskie amplitudy roczne temperatur (średnia roczna temperatura wynosi  $6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), relatywnie długie okresy przejściowe między latem a zimą oraz wyraźnie chłodniejszą niż jesień i stosunkowo późną wiosnę (zaczyna się raczej w maju). Dodatkowo w Gdańsku, podobnie jak na całym Pomorzu notuje się jedne z najniższych w Polsce wartości ciśnienia, co również jest wynikiem wpływu Morza Bałtyckiego, przez które przebiega szlak niżów barycznych, szczególnie aktywnych zimą. Dominujące systemy baryczne to Niż Islandzki i Wyż Azorski, a trzy główne rodzaje mas powietrza docierające nad miasto to: polarne morskie i kontynentalne, zwrotnikowe, arktyczne, których efektem jest duża zmienność pogody. Wiatry wieją z różnych stron zależnie od pory roku: latem najczęściej z zachodu i północnego zachodu, zimą od lądu. Średnioroczne prędkości wahają się od  $3,7\text{ ms}^{-1}$  w Świbnie, do  $4,8\text{ ms}^{-1}$  w Rębiechowie. Najniższe średniomiesięczne prędkości występują w sierpniu (około  $3\text{--}4\text{ ms}^{-1}$ ), największe (około  $5\text{ ms}^{-1}$ ) na wszystkich stacjach badawczych odnotowuje się w styczniu. Cechą charakterystyczną Gdańska jest niska frekwencja ciszy, dużo dni z wiatrem silnym i bardzo silnym (o prędkościach odpowiednio  $\geq 10\text{ ms}^{-1}$  i  $\geq 15\text{ ms}^{-1}$ ). Cisza występuje z częstotliwością od około 2% w Świbnie, do około 4% w Rębiechowie. Wiatry silne notuje się przeciętnie przez 60 dni w roku, bardzo silne, sztormowe, średnio 6 dni w roku, od sierpnia do kwietnia.

W Gdańsku dodatkowo sytuację klimatyczną komplikuje ukształtowanie terenu, dzięki czemu na terenie miasta przechodzi strefa syku dwóch krain klimatycznych: Kraina Wybrzeża Zatoki Gdańskiej w głównej części miasta oraz część zewnętrzna Krainy Pojezierza Pomorskiego od strony górnej części miasta na wzgórzach morenowych. Centrum Gdańska położone jest na płaskiej nadmorskiej platformie abrazyjno-akumulacyjnej, a zachodnie dzielnice na Wysoczyźnie Gdańskiej, przekraczającej wysokość 100 m n.p.m. oddzielone od Centrum wzgórzami morenowymi o wysokości około 150 m n.p.m., wysokość względna jest taka sama). Wschodnia część miasta zajmuje fragment nisko położonej równiny delty Wisły. Najmniej korzystne warunki panują na Wysoczyźnie Gdańskiej, ze względu na dużo niższe wartości temperatury efektywnej oraz mniejszą częstość występowania dni z komfortem klimatycznym (co odnotowuje stacja badawcza w Rębiechowie).

Występują tu też największe w ciągu roku wartości wielkości ochładzającej powietrza oraz najniższa liczba przypadków komfortowej odczuwalności cieplnej. Strefa krawędziowa Wysoczyzny Gdańskiej charakteryzuje się wartościami wskaźników bioklimatycznych pośrednimi między występującymi na wysoczyźnie a notowanymi w niższej położonych dzielnicach. Mała jest tu częstość dobowych amplitud temperatury powietrza poniżej 4°C, a znaczna amplitud  $\geq 12^\circ\text{C}$ .

Średnioroczne zachmurzenie ogólne nieba wynosi około 65%, przy czym największe średniomiesięczne zachmurzenie występuje w listopadzie i grudniu (ponad 76%), a najmniejsze (przeciętnie około 56%) w maju i sierpniu. Średnia liczba dni pogodnych, z zachmurzeniem ogólnym  $\leq 20\%$ , wynosi od nieco ponad 26 dni w Rębiechowie, do nieco ponad 31 dni w Świbnie, natomiast przeciętna liczba dni pochmurnych, z zachmurzeniem  $\geq 80\%$  oscyluje między 126 dniami w Porcie Północnym a 143 dniami w Rębiechowie. Średnie usłonecznienie kształtuje się na poziomie 1641 h/rok-1. Tak wysoka średnia usłonecznienia stawia Gdańsk na uprzywilejowanej pozycji w stosunku do obszarów Polski położonych poza wybrzeżem, gdzie jest ono statystycznie znacznie mniejsze.

Najistotniejsze z punktu widzenia niniejszej dysertacji są sumy opadów i ich struktura w ramach obszaru miasta. W Gdańsku bezpośrednio wynikają one z wyżej opisanych czynników. Gdańsk jest miastem ze znaczącymi opadami deszczu. Średni roczny opad z wielolecia, szacowany przez IMGW, kształtuje się na poziomie około 546,2 mm. Skomplikowane i zróżnicowane uwarunkowania przekładają się na znaczne regionalne zróżnicowanie w poziomie opadów w różnych dzielnicach miasta. Średnioroczne sumy opadów atmosferycznych wahają się według IMGW od około 480 mm w Porcie Północnym do ponad 590 mm w Rębiechowie. Najsuchszym miesiącem jest Luty (od 16 mm w Porcie Północnym, do 27 mm w Rębiechowie), z 23 mm deszczu, a większość opadów przypada na Sierpień, średnio 68 mm, jednak najwyższe miesięczne (około 70 mm) notowane są w lipcu lub czerwcu. Najmniej dni deszczowych jest w kwietniu i maju, najwięcej w grudniu. W ostatnim okresie notuje się w mieście także znaczne zmiany w ilości i intensywności opadów spowodowane zmianami klimatycznymi. Widać to szczególnie po danych z ostatniego, 2016 roku. Średnia roczna suma opadów notowana na stacjach monitoringu „Gdańskich Wód”<sup>97</sup>

---

<sup>97</sup> Gdańskie Wody Sp. z o.o., wcześniej Gdańskie Melioracje, miejska spółka celowa administrująca w imieniu miasta infrastrukturą odwodnieniową, tj. systemami melioracyjnymi oraz siecią kanalizacji deszczowej w pasach drogowych i placach na terenach Gminy Miasta Gdańska, na bieżąco eksploatująca i konserwująca układy odwadniające, studnie publiczne i

w roku 2016 to 694,2 mm, czyli o ponad 150 mm więcej od średniej z wielolecia (127% średniej z wielolecia) (Zieliński 2017a). Wartości opadów notowane na 19 Stacjach Monitoringu wahają się od poziomu 835,9 mm na stacji Monitoringu Matemblewo do poziomu 506,9 mm na Stacji Monitoringu Górki Zachodnie. Rok 2016 oprócz znacznie wyższej od średniej rocznej sumy opadów charakteryzował się także znacznymi różnicami w miesięcznych sumach opadów w porównaniu do średnich z wielolecia, a także różnicami w ilości opadów sezonowych. Według klasyfikacji opadów w skali miesiąca Radomskiego i Tomaszewskiego, tylko jeden miesiąc roku klasyfikuje się jako tzw. normalny<sup>98</sup> (sierpień 2016). Pozostałe miesiące w znacznym stopniu odchylają się od normy bądź w stronę skrajnie wilgotny<sup>99</sup>, bądź w stronę skrajnie suchy<sup>100</sup>. Podsumowując strukturę opadów według pory roku to zima sklasyfikowana została jako bardzo wilgotna<sup>101</sup>, wiosna jako bardzo sucha<sup>102</sup>, lato skrajnie wilgotne a jesień na pograniczu wilgotnej<sup>103</sup> i bardzo wilgotnej. Przy czym bardzo suchy był kwiecień i wrzesień, suchy styczeń, marzec i maj, a skrajnie wilgotne lipiec, październik i listopad (Zieliński 2017a). O tym, że cały rok 2016 zaklasyfikowano jako wilgotny zadecydowała natomiast jedna doba opadowa: 14. lipca 2016 roku, kiedy to w ciągu doby w pojedynczych Stacjach Monitoringu zanotowano opady nawet na poziomie 176,1 mm (Stacja Monitoringu Matemblewo), a opad średni tego dnia w Gdańsku określono na poziomie: 131,6 mm. O zróżnicowaniu struktury opadów świadczy fakt, że tego dnia najniższa suma opadów notowana na stacji Gdańsk Górki Zachodnie wyniosła 73 mm (Zieliński 2017a), czyli ok 55 % opadu średniego, liczonego z 19 Stacji Monitoringu. Opad z dnia 14 lipca 2016 zakwalifikowany został przez Zielińskiego jako opad 500-letni, czyli pojawiający się z prawdopodobieństwem raz na 500 lat (Zieliński 2017a). Zieliński upatruje dwóch przyczyn tego zjawiska. Po pierwsze tak wysoki opad w jego opinii był efektem zbieżności wiatrowej: jednoczesny wiatr od morza i od strony lądu zwiększające kondensacje i ilość opadów. Drugą przyczyną był jego zdaniem tzw. efekt orograficzny, czyli zmiana wraz z wysokością parametrów klimatycznych na dowietrznej stronie gór (w tym przypadku wzgórz morenowych) wynikająca z

---

fontanny, a także koordynująca obronę przeciwpowodziową miasta Gdańska (firma stanowi obwody interwencyjne Wydziału Zarządzania Kryzysowego i Obrony Ludności – Urzędu Miasta w Gdańsku).

<sup>98</sup> Normalny w tej klasyfikacji to 75-125% średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia

<sup>99</sup> Skrajnie wilgotny to powyżej 200% średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia

<sup>100</sup> Skrajnie suchy to poniżej 25% średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia

<sup>101</sup> Bardzo wilgotny to 150-200% średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia

<sup>102</sup> Bardzo suchy to 25-50% średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia

<sup>103</sup> Wilgotny to 125-150% średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia



wymuszonego ruchu wstępującego powietrza, który powoduje adiabaticzny<sup>104</sup> spadek temperatury, wzrost wilgotności względnej powietrza, wzrost zachmurzenia i ostatecznie wzrost sumy opadów (Zieliński 2017a). Stąd najwyższe sumy opadów zanotowano w rejonie najwyższych wzgórz morenowych i w strefie krawędziowej wysoczyzny: Matemblewo i Oliwa.

Pierwsza połowa roku 2017 oraz opady w dniach 26-27. lipca 2017, z opadem na poziomie 141,8 mm<sup>105</sup> i średnim opadem (dla 11 punktów pomiarowych) 100 mm<sup>106</sup>, utwierdzają w przekonaniu, że takie sytuacje będą się powtarzać, a roczna struktura opadów zmierza w kierunku rozkładów ekstremalnych, zgodnie z przewidywaniami modeli klimatycznych przytaczanych w rozdziale 3, czyli długich okresów suchych przerywanych opadami intensywnymi i nawalnymi. Do takiej sytuacji trzeba się przygotować, a najlepszym sposobem jest stopniowe wdrażanie w mieście proekologicznych metod zagospodarowywania wód opadowych jak SuDS, WSUD oraz DU i budowanie przy ich pomocy ZI miasta.

#### 4.4.3. Uwarunkowania hydrograficzne, zlewnie<sup>107</sup>

Gdańsk od zarania swoich dziejów związany jest ściśle z wodą, dzięki niej budując swoje bogactwo jako nadmorskie miasto portowe, położone u ujścia jednej z największych i najważniejszych europejskich rzek – Wisły.

Główny system hydrograficzny południowej części Aglomeracji Gdańskiej stanowi wspomniana Wisła, wraz ze swoim ramieniem ujściowym Wisłą Martwą (zwaną Leniwką) oraz Motławą wraz z jej lewobrzeżnym dopływem Radunią. W północno-zachodniej części miasta występują obszary bezpośrednio odwadniane do Bałtyku, należące do zlewni innych rzek Pomorza. Na Raduni, powyżej miejscowości Straszyn, znajduje się jedyne powierzchniowe ujęcie wód dla Gdańska. Na obszarze Gdańska, Radunia płynie głównie przekopany w czasach krzyżackich kanałem. Mniejsze cieki miasta to lewobrzeżne dopływy Martwej Wisły: Rozwójka (zwany niekiedy Czarną Łachą) i Strzyża, oraz lewobrzeżne dopływy Kanału Raduni: Potok

<sup>104</sup> Proces adiabaticzny to taki proces termodynamiczny, w którym układ ani nie pobiera, ani nie oddaje ciepła

<sup>105</sup> Wg niepublikowanych danych z Raportu Opadowego Jacka Zielińskiego z Gdańskich Wód, z dnia 27 i 27 lipca, pochodzących z automatycznych czujników opadów atmosferycznych, niezweryfikowanych.

<sup>106</sup> J.w.

<sup>107</sup> Opracowano na podstawie: <http://pomorskie.eu/-/warunki-klimatyczne-w-województwie-pomorskim>; <http://pl.climate-data.org/location/233/>; <http://www.gedanopedia.pl/>; IMGW; gdanskiewody.pl; (Zieliński 2015); SUIKZP Gdańska, Mapa Systemu infrastruktury odwodnieniowej miasta opracowana przez Gdańskie Melioracje w 2015 roku, Cieśliński 2008; Cieśliński, Jereczek-Korzeniewska 2013; Sikora, Cieśliński 2015

Oruński i Potok Siedlecki. Bezpośrednio do Zatoki Gdańskiej uchodzi natomiast Potok Oliwski. Sieć hydrograficzna Gdańska zaprezentowana jest na rys. 56.

Stosunki wodne na obszarze Żuław Gdańskich od stuleci regulowane są przez system wodnomelioracyjny, odprowadzający nadmiar wód z polderów za pomocą przepompowni. W granicach miasta znajdują się poldery: Letnica, Niegowo, Olszynka, Orunia, Płonia Mała, Rudniki, Sobieszewo oraz Stogi. Krajobraz deltowy charakteryzuje się ciekawym układem melioracyjnym, często przechodzącym w układy polderowe z gęstą siecią rowów melioracyjnych oraz urządzeń i budowli hydrotechnicznych. Występują tu także historyczne budowle hydrotechniczne m.in. Przekop Wisły. Zasolenie wód poszczególnych obiektów tego podtypu waha się od 30 do 3000 mg Cl<sup>-</sup> dm<sup>-3</sup>. Ochronę przeciwpowodziową zapewnia system wałów oraz wrota sztormowe. Charakterystyczną cechą delty Wisły jest niska infiltracja efektywna nieprzekraczająca najczęściej 1% opadów atmosferycznych.

Przez obszar Tarasu Sopocko-Wrzeszczańskiego przepływają nieliczne, krótkie potoki, spływające ze strefy krawędziowej Pojezierza Kaszubskiego, m.in. Potok Jelitkowski i Potok Strzyża. Wschodni odcinek Pradoliny Łeby i Redy oraz Pradolina Kaszubska odwadniane są przez rzekę Redę i Zagórską Strugę, których zlewnie wyróżniają duże odpływy jednostkowe, które w rejonie pradolin przekraczają nawet 15 l/s km<sup>2</sup>. Wysoki jest również udział wód podziemnych w zasilaniu tych rzek – przekraczający 75% odpływu całkowitego (Cieśliński 2008, op. 2005). Bazę erozyjną oraz bezpośredni i pośredni odbiornik wód wszystkich cieków miasta stanowi Zatoka Gdańska.

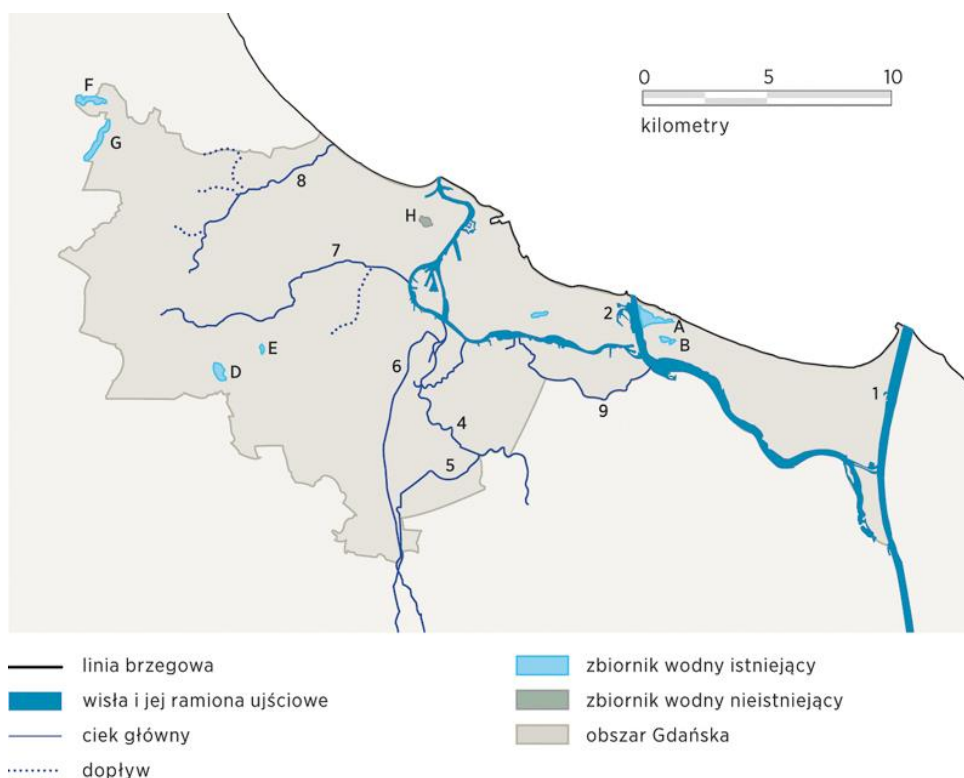
Wisła charakteryzuje się średnimi miesięcznymi przepływami wyższymi od wartości przeciętnej w okresie od lutego do maja, a niższymi od czerwca do stycznia, a jej średni przepływ w rejonie Gdańska wynosi około 1100 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Wczesnowiosenne poziomy maksymalne wywołane są zwiększonym spływem wód roztopowych, często połączonym ze spływem kry, wydatnie utrudniając warunki przepływu. Radunię cechuje występowanie jednego wyraźnego maksimum średnich przepływów w marcu i minimum przypadającego na sierpień. Średni przepływ rzeki w Juszkwie, powyżej rozdziału wód na Starą Radunię i Kanał Raduni, wynosi 6,25 mm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Ustrój hydrologiczny Martwej Wisły i ujściowego odcinka Motławy znajduje się pod silnym wpływem zmian poziomu morza. Stany powyżej średniej występują na Martwej Wiśle od lipca do stycznia (z maksimum w grudniu), a poniżej średniej – od

lutego do czerwca, z minimum w maju. Spośród mniejszych cieków, spływających z Wysoczyzny Gdańskiej, największym przepływem, wynoszącym około  $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , charakteryzuje się Potok Oliwski.

Na obszarze Gdańska występują nieliczne jeziora. Są to zbiorniki o niedużej powierzchni i niewielkiej głębokości. Największy z nich to jezioro Ptasi Raj, najgłębszy to jezioro Osowskie. Do większych należą również jezioro Wysockie, jezioro Jasień, jezioro Karaś, a także Pusty Staw. Łącznie w Gdańsku występuje 28 zbiorników wodnych o powierzchni powyżej 1 ha, z których 18 powstało w wyniku sztucznego piętrzenia wody na niewielkich ciekach (stan na koniec 2009 roku). Szczególnie liczne są sztuczne zbiorniki wodne, wykorzystywane niegdyś jako stawy młyńskie. Na samym tylko Potoku Oliwskim zachowało się kilkanaście takich zbiorników. Jednym z największych zbiorników Gdańska było w przeszłości nieistniejące już jezioro Zaspą (Gedanopedia, Robert Bogdanowicz).

### Rys. 56. Sieć hydrograficzna Gdańska

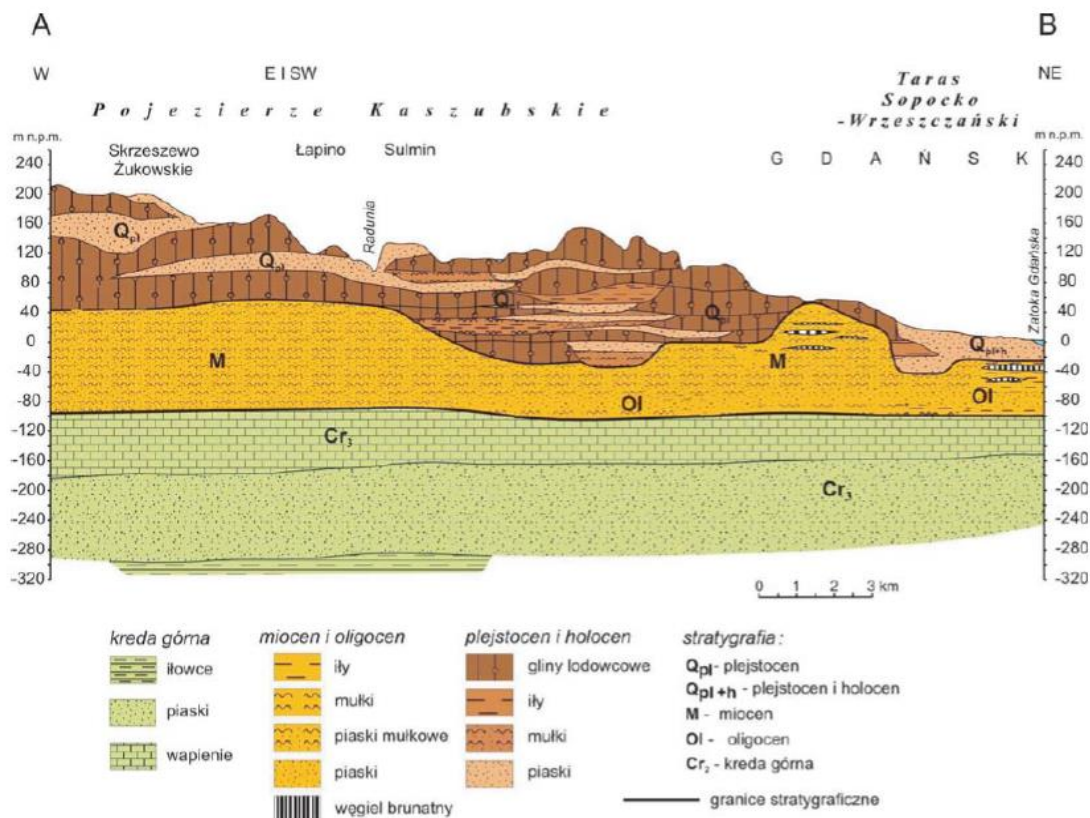
1 – Wisła Przekop, 2 – Wisła Śmiała, 3 – Martwa Wisła, 4 – Motława, 5 – Radunia, 6 – Kanał Raduni, 7 – Strzyża, 8 – Potok Oliwski; A – jezioro Ptasi Raj, B – jezioro Karaś, C – Pusty Staw, D – jezioro Jasień, E – Wróbla Staw, F – Jezioro Osowskie, G – Jezioro Wysockie, H – jezioro Zaspą



Źródło: autorzy ryciny: RB, Z. Krajewska, Źródło: Gedanopedia

Schemat przepływu wód podziemnych rejonu aglomeracji trójmiejskiej jest wielopiętrowy, a układ pięter i poziomów wodonośnych powiązany jest w spójny system obiegu wód podziemnych zwany Gdańskim Systemem Wodonośnym (Jaworska-Szulc, Kozerski 2007). Struktura tego systemu obejmuje kenozoiczne poziomy wodonośne plejstocenu (międzymorenowe, pradolinne, dolinne, sandrowe), neogenu (mioceński), paleogenu (oligoceński) oraz kredowe piętro wodonośne (Subniecka Gdańska). Głównym obszarem zasilania gdańskiego systemu wodonośnego jest Pojezierze Kaszubskie, gdzie formują się najważniejsze strumienie przepływu wód w poszczególnych piętrach i poziomach wodonośnych. Skierowane są one ku Pradolinie Kaszubskiej i Pradolinie Łeby i Redy oraz w kierunku Żuław Gdańskich i Tarasu Sopocko-Wrzeszczańskiego (Jaworska-Szulc, Kozerski 2007).

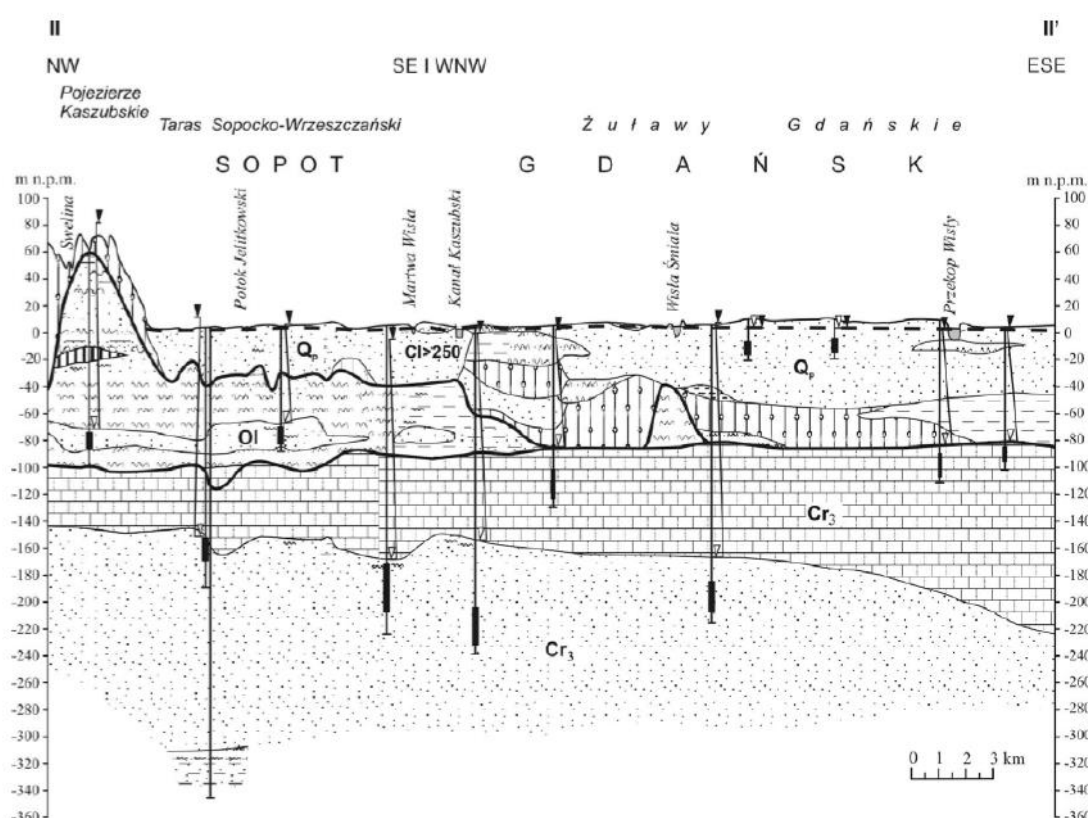
**Rys. 57. Przekrój geologiczny A-B w rejonie Gdańska według Lidzbarskiego**



Źródło: (Lidzbarski op. 2007)

Regionalne uwarunkowania geologiczne sprawiają (co widać na rys. 57. i 58. z przekrojem geologicznym A-B w rejonie Gdańska i przekrojem hydrogeologicznym według Lidzbarskiego), że największa infiltracja efektywna zachodzi w północnej części Pojezierza Kaszubskiego. Poziom mioceński zasilany jest strumieniem filtracyjnym z poziomu plejstoceńskiego (Lidzbarski op. 2007). Dalsza infiltracja w głąb systemu wodonośnego jest już znacznie ograniczona.

**Rys. 58. Przekrój hydrogeologiczny II-II' w rejonie Trójmiasta według Lidzbarskiego**



Źródło: (Lidzbarski op. 2007)

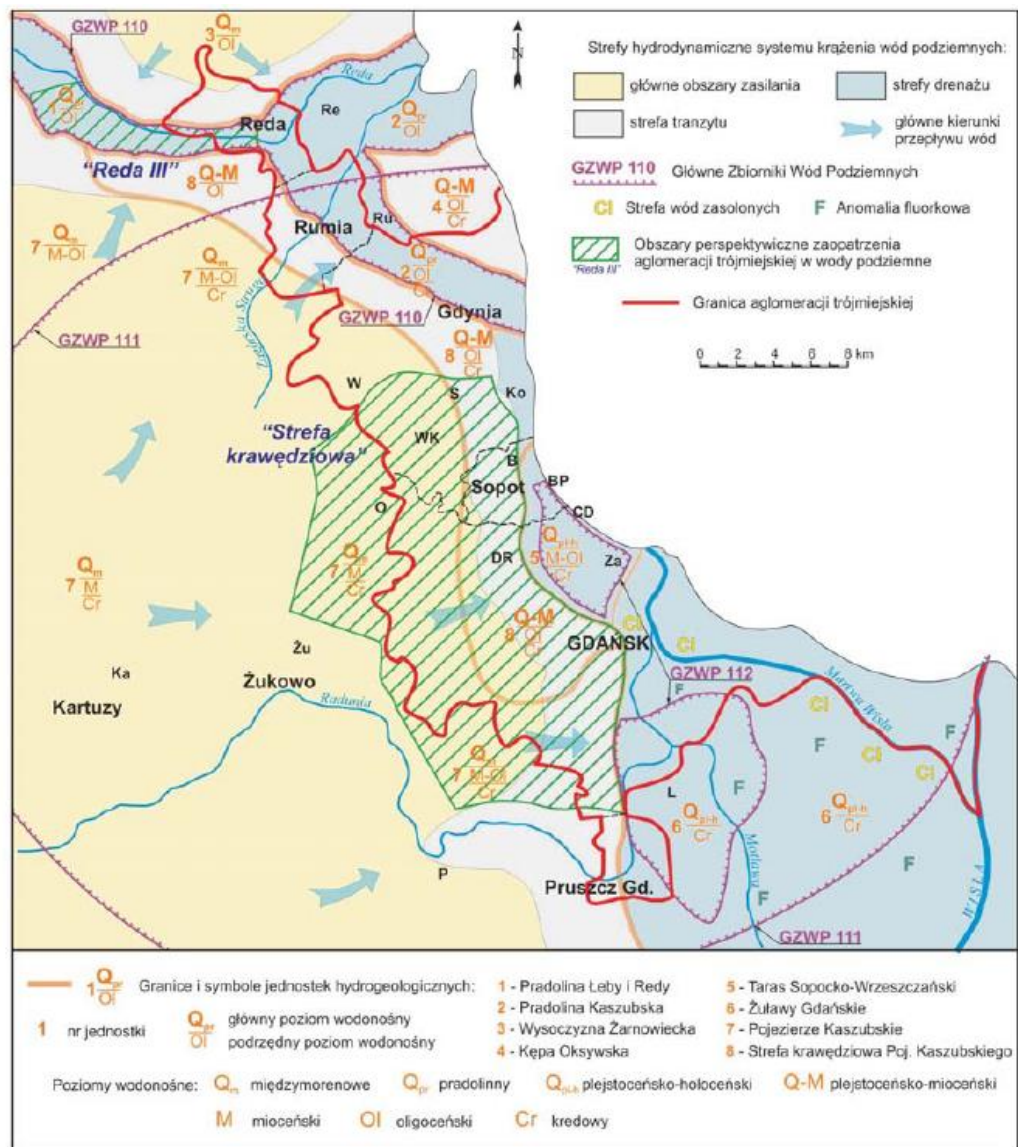
Obszar tranzytu wód najwyraźniej występuje w strefie krawędziowej Pojezierza Kaszubskiego. Obserwuje się tu znaczne spadki zwierciadła wód podziemnych. Miejscami warunki hydrogeologiczne są bardzo skomplikowane i przeważają przepływy przez utwory słabo i półprzepuszczalne. W obrębie głęboko wciętych dolin rzecznych występują rejony intensywnych przepływów pionowych do płytszych warstw wodonośnych, zwłaszcza z poziomu mioceńskiego do utworów czwartorzędowych. Na wschodniej i północnej granicy Pojezierza Kaszubskiego

zachodzi kontakt lateralny między poziomami międzymorenowymi a plejstoceńsko-holoceniowym poziomem wodonośnym na Żuławach Gdańskich i poziomem pradolinowym w Pradolinie Kaszubskiej (Lidzbarski op. 2007; Frankowski, Zachowicz 2007; Jaworska-Szulc, Kozerski 2007).

Główne strefy drenażu wód związane są z Zatoką Gdańską oraz z obszarem Żuław Gdańskich, Tarasem Sopocko-Wrzeszczańskim i Pradolina Kaszubską (Kozerski, Sadurski, 1983). Struktury wodonośne w granicach wymienionych jednostek spełniają rolę „kolektora” bezpośrednio i pośrednio odbierającego wody ze wszystkich poziomów wodonośnych występujących na obszarze Pojezierza Kaszubskiego. W okresie poprzedzającym intensywną eksploatację wód podziemnych dominowały tu przepływy pionowe skierowane ku powierzchni. W miejscach bezpośrednich kontaktów hydraulicznych między poziomami wodonośnymi przekraczały one wartości efektywnej infiltracji opadów atmosferycznych. Obecnie, w rejonach największych ujęć komunalnych naturalny kierunek drenażu wód jest odwrócony na skutek zmienionych warunków hydrodynamicznych, wywołanych wieloletnią eksploatacją wód podziemnych (Lidzbarski, 2002).

Całkowity pobór wód podziemnych na potrzeby Trójmiasta w 2003 r. wynosił 48 mln m<sup>3</sup>, z czego 35 mln m<sup>3</sup> przeznaczono na potrzeby ludności. Poważnym źródłem zaopatrzenia aglomeracji gdańskiej w wodę pitną jest wspomniane już ujęcie w Straszynie, skąd czerpie się ok. 12 mln m<sup>3</sup>/a wód powierzchniowych. Wielkość udokumentowanych zasobów wód podziemnych i powierzchniowych jest znacznie większa niż aktualne zapotrzebowanie aglomeracji wyrażone wielkością poboru. Trójmiasto ma wyznaczone obszary perspektywiczne dla lokalizacji ujęć wód podziemnych. Obejmują one strefę krawędziową Pojezierza Kaszubskiego i wschodni odcinek Pradoliny Łeby i Redy (Jaworska-Szulc, Kozerski 2007; Lidzbarski op. 2007; Frankowski, Zachowicz 2007). Warunki hydrogeologiczne rejonu Trójmiasta prezentuje mapa na rys 59.

Rys. 59. Mapa warunków hydrogeologicznych rejonu Trójmiasta



Źródło: (Lidzbarski op. 2007)

Takie skomplikowane warunki geomorfologiczne i hydrogeologiczne wpływają również na zarządzanie wodami opadowymi w mieście. Z jednej strony liczne obszary z nieprzepuszczalnymi utworami gliniastymi, zlokalizowane w obszarze wysoczyzny morenowej są źródłem intensywnych spływów wód opadowych na obszar miasta oraz groźnych osuwisk w strefie krawędziowej. Z drugiej strony łatwo przepuszczalne utwory głównej części miasta w niewystarczający sposób chronią zasoby podziemnych wód przed zanieczyszczeniem i wpływem urbanizacji. Jest to

duże wyzwanie wymagające różnorodnych działań, w tym proekologicznego zarządzania wodami opadowymi.

#### 4.4.4. Struktura funkcjonalno-przestrzenna<sup>108</sup>

Źródłem współczesnej struktury funkcjonalno-przestrzennej Gdańska są przede wszystkim uwarunkowania naturalne oraz długotrwały, ponad tysiącletni proces rozwojowy, który oprócz korzystnych uwarunkowań geograficznych, zależny był także od możliwości ekonomicznych, technicznych, społecznych, a także kulturowych ludności zamieszkującej w różnych okresach obszar miasta. Jednak od swych początków Gdańsk był portem handlowym i ośrodkiem rzemiosła okrętowego, co stanowiło najważniejszy z czynników kształtujących rozwój przestrzenny miasta. Równie ważne były jednak decyzje polityczne i administracyjne, szczególnie w XVIII, XIX i XX w.

Pierwotnie rozwój miasta był przede wszystkim warunkowany ograniczeniami przyrodniczymi, co powodowało, że najwcześniejsze osadnictwo lokowane było jedynie na niewielkim dostępnym obszarze piaszczystych łąk w otoczeniu terenów podmokłych delty wiślanej.

Średniowieczny rozwój przestrzenny odbywał się w określonych murami obronnymi granicach, doprecyzowanych siatką ulic oraz lubecką zasadą podziałów parcelacyjnych. Rdzeń historyczny miasta do przełomu XIII i XIV stanowiło Stare Miasto, a Główne Miasto wiodącą rolę przejęło w latach 20. XIV wieku. Już wówczas jednak kolonizowano rolnicze tereny położone wzdłuż spływających z wysoczyzny potoków (między innymi ulokowano opactwo cysterskie), rozpoczęto także osuszanie podmokłych terenów delty wiślanej.

W okresie największego rozkwitu Gdańska w XVI i XVII w. miasto otoczone zostało nowożytnymi fortyfikacjami bastionowymi, a w granice miasta włączono także nowe obszary na wschodnim brzegu Motławy, tworząc układ przestrzenny Śródmieścia. Na tak zdefiniowane Śródmieście złożyły się: *Rechtstadt* (Główne Miasto), *Altstadt* (Stare Miasto), *Altes Schloß* (Zamczysko), Hakelwerk (Osiek), *Vorstadt* (Stare Przedmieście), *Speicher* (Spichlerze), *Niederstadt* (Dolne Miasto), *Langgarten* (Długie Ogrody), *Neugarten* (Nowe Ogrody), *Hagelsberg* (Grodzisko), *Petershagen* (Zaroślak), *Schwarzes Meer* (Czarne Morze), *Sandgrube* (Piaskownia),

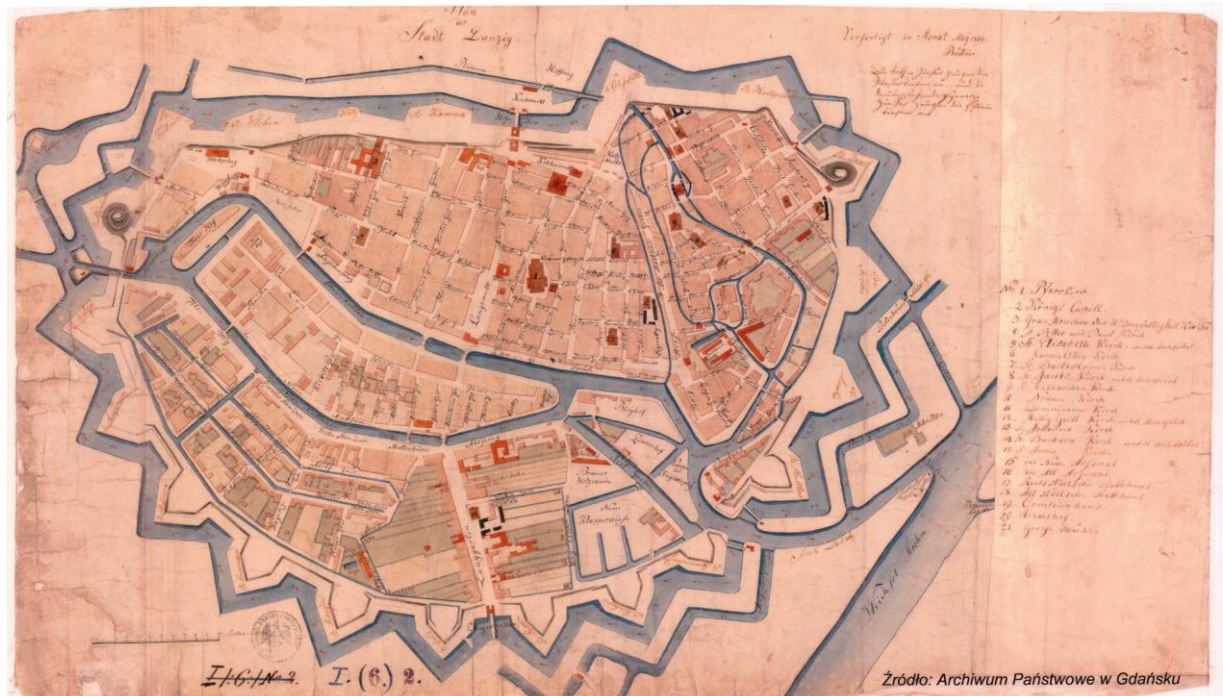
<sup>108</sup> Opracowano na podstawie: <http://www.gedanopedia.pl/>, SUIKZP Gdańska, Grzybkowska 2000; Daniluk, Wasielewski Jarosław 2012; Samp 2004; Samp, Gornowicz 2010, 2012; Zimmermann, Metkowski 2008



*Bischofsberg* (Biskupia Górka). Stały wzrost powierzchni zabudowań na obszarze otoczonym fortyfikacjami doprowadził do rozwoju przedmieść oraz budowy licznych rezydencji podmiejskich. Dalsze przyłączenia do granic miasta nastąpiły w XIX i XX wieku.

Rozwój miasta jako twierdzy, dzięki realizacji wielkich założeń militarnych, trwał do pierwszej połowy XIX wieku (Na rys. 60. mapa Gdańska z początku XIX wieku), a największe przemiany w układzie przestrzennym Gdańska nastąpiły na przełomie XIX i XX wieku, na skutek rewolucji technicznej i realizacji nowoczesnej infrastruktury komunalnej, linii kolejowej a także stopniowej likwidacji przestrzennych ograniczeń budowlanych wynikających z militarnego charakteru miasta. Doprowadziło to do integracji z miastem i rozwoju strefy przedmieść, rozwoju przemysłu i handlu, szczególnie tego opartego na gdańskim porcie.

**Rys. 60. Cieki Wodne w Gdańsku w 1809 roku**



Źródło: Archiwum Państwowe w Gdańsku

Specyficzny układ geomorfologiczno-przyrodniczy skutkuje podziałem współczesnego miasta na dwa obszary: tzw. dolny taras, na którym miasto rozwijało się od swojego początku. Jest to część obejmująca Platformę Oliwsko-Wrzeszczańską, stanowiącą część Pobrzeża Kaszubskiego, fragmenty Żuław Wiślanych i Mierzei Wiślanej. Drugą część stanowi tzw. górny taras, obejmujący

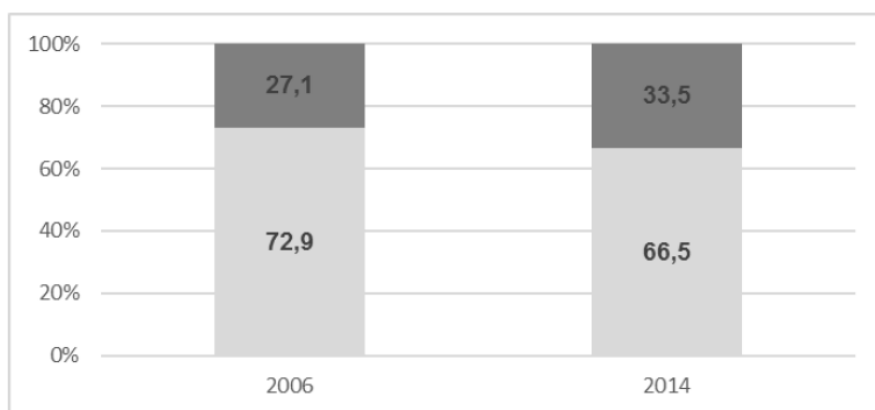
wierzchozinę Wysoczyzny Gdańskiej, stanowiącej część Pojezierza Kaszubskiego. Oba tarasy rozdziela silnie urzeźbiona i rozczłonkowana strefa krawędziową Wysoczyzny, w której deniwelacje terenu dochodzą do 100 m.

Współcześnie Dolny Taras miasta jest głównie wypełniony zainwestowaniem mieszkaniowo - usługowym oraz produkcyjnym. Tu położone jest Śródmieście z zabytkowymi, zrekonstruowanymi po zniszczeniach II Wojny Światowej strukturami historycznymi Głównego miasta oraz w niewielkim stopniu zrekonstruowaną tkanką Starego Miasta, dziewiętnastowieczny Wrzeszcz, pocysterska Oliwa, a także zespół portowo-przemysłowy Nowego Portu i Portu Północnego. Niezagospodarowane, lub nieodbudowane luki dzielnic historycznych zostały w latach powojennych wypełnione zabudową mieszkaniową o charakterze blokowym. Przecina je główna oś komunikacyjna aglomeracji w kierunku: północ – południe, składająca się z ciągu ulic, dalekobieżnej linii kolejowej oraz SKM. Oś przyciąga najwięcej usług ogólnomiejskich, współtworząc tzw. Centralne Pasma Usługowe (CPU) miasta i całej aglomeracji. W południowo-wschodniej części miasta dolny taras obejmuje część Żuław Gdańskich i stanowi głównie polderowe tereny rolnicze. Od strony zachodniej dolnego tarasu przebiega krawędź Wysoczyzny Gdańskiej, która w swojej części północnej, krawędziowej, porośnięta jest lasami Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego, natomiast w południowej, od strony Pojezierza Kaszubskiego, wypełniona jest rozdrobnionymi zespołami terenów otwartych i zabudowanych. Strefa ta zawiera ciekawe i wartościowe punkty ekspozycji czynnej krajobrazu, jednak w większości trudno dostępne, a więc najczęściej niewykorzystane.

Górny taras to tereny włączone do miasta i zabudowywane w okresie powojennym. Większa część tego obszaru stanowi główne tereny rozwojowe miasta, stopniowo zabudowywane, co uwidacznia wskaźnik rozmieszczenia mieszkań w mieście (wykres na rys. 61.) gdzie w 2014 roku znajdowało się 33% wszystkich mieszkań i 39% powierzchni użytkowej mieszkań. Ogólna liczba mieszkań w Gdańsku na 1000 mieszkańców wynosi 448, co w porównaniu z rokiem 2006 daje przyrost o 64 mieszkań na 1000 mieszkańców. Wskaźnik ten jest wyższy niż na przykład w Szczecinie czy Lublinie (420, 425), ale niższy niż w innych dużych polskich miastach (Wrocław – 466, Kraków – 464, Poznań – 454). Tu zlokalizowano ważne inwestycje transportowe: Obwodnicę Trójmiasta i lotnisko Rębiechowo.

### Rys. 61. Procentowe rozmieszczenie mieszkań w Gdańsku w latach 2006, 2016 według opracowania Biura Rozwoju Gdańska na potrzeby Studium

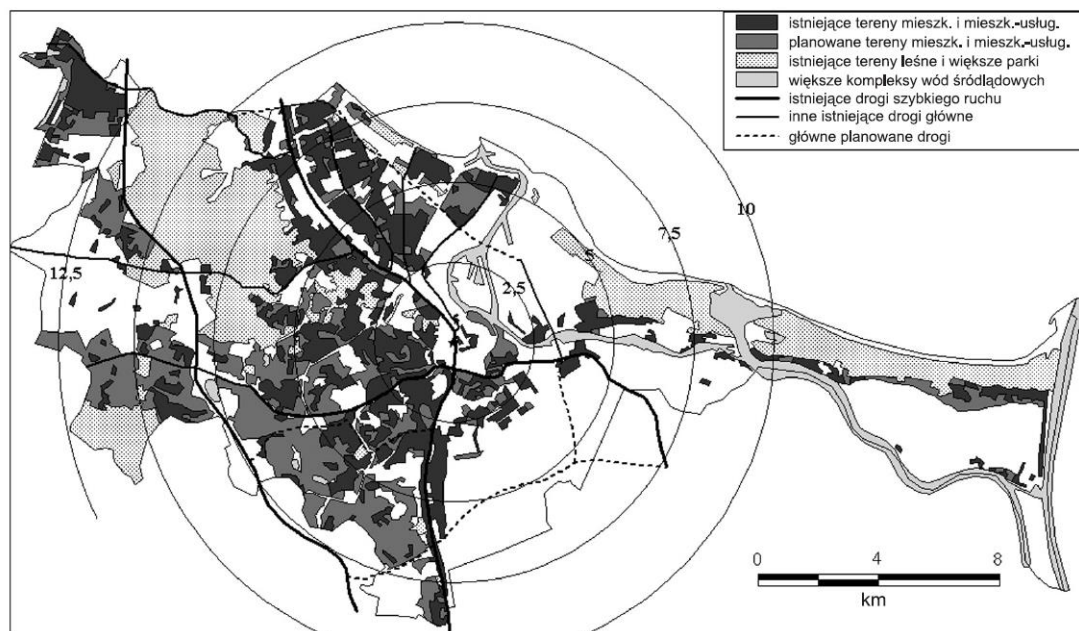
ciemny szary – górny taras; jasny szary – dolny taras



Źródło: BRG

Z roku na rok rośnie ilość mieszkań budowanych na górnym tarasie (co widać na rysunkach 61. i 62). Obszary te, jak wynika w analizie uwarunkowań przedstawionych w podrozdziałach 4.4.2 i 4.4.3, charakteryzują się skomplikowaną budową geomorfologiczną, o utworach głównie gliniastych, przewarstwionych nieregularnie piaskami. W związku z tym są one trudno przepuszczalne dla wody i charakteryzują się naturalną słabą retencją gruntową. Dodatkowo rosnąca ilość zabudowy terenu, której towarzyszy uszczelnianie gruntu, diametralnie podnosi ilości odpływającej z terenu wody opadowej, czyli współczynnik spływu. Problem jest widoczny zarówno w nowych inwestycjach tarasu górnego (gdzie nowe inwestycje borykają się z problemami odwodnienia nowych budynków), a w połączeniu z dużymi spadkami strefy krawędziowej obszary te stanowią sumarycznie zagrożenie dla niżej położonych części miasta, co kończy się powodzią i podtopieniami po większych opadach deszczu w dzielnicach jak Wrzeszcz, czy Oliwa.

**Rys. 62. Istniejące i planowane do zabudowy tereny mieszkaniowe i mieszkalno-usługowe w Gdańsku – stan z roku 2007**



Źródło: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gdańska z 2007 roku

#### 4.4.5. Uwarunkowania demograficzno-społeczne<sup>109</sup>

W 2014 roku liczba mieszkańców Gdańska według bilansów GUS wynosiła 461 489<sup>110</sup>, co stanowiło 20% ludności całego województwa pomorskiego, 61,8% ludności Trójmiasta (Gdańsk+Gdynia+Sopot) i plasuje Gdańsk na szóstym miejscu w Polsce. Liczba rzeczywiście zameldowanych mieszkańców wynosi około 440 tys. 72% mieszkańców miasta zameldowana jest na obszarze dolnego tarasu, a jedynie 28% w tarasie górnym.

Największa liczba ludności znajduje się w jednostkach urbanistycznych: Oliwa Dolna i Chełm, natomiast najmniejsza – w jednostkach Lasy Oliwskie i Stogi Portowe. Najwyższa gęstość zaludnienia występuje w jednostkach urbanistycznych Zaspą i Chełm, najmniejsza, podobnie jak liczba ludności – na Stogach Portowych i w Lasach Oliwskich. Od początku XXI wieku do roku 2008 liczba mieszkańców Gdańska malała, zmniejszając się z poziomu 463 tys. o ponad 7 tys. osób, jednak od 2009 roku trend nieznacznie się odwrócił i obserwuje się raczej niewielki wzrost liczby ludności, stabilizując się na poziomie 460,5–461,5 tys. mieszkańców. Jedną z

<sup>109</sup> Źródła: SUIKZP Gdańska (projekt z 25.04.2016), GUS, Lorens 2013

<sup>110</sup> Informator o sytuacji społeczno-gospodarczej Gdańska za rok 2014, Urząd Statystyczny w Gdańsku, Urząd Miejski w Gdańsku, 2015.

przyczyn spadku liczby ludności był ujemny przyrost naturalny z najniższą wartością w latach 2000 i 2002:  $-1,2\%$ . Zmiana nastąpiła w latach 2008–2011, a najwyższy przyrost naturalny wystąpił w 2009 osiągając  $1,2\%$ . W latach 2012-15 wartość wskaźnika waha się w okolicach zera z niewielkimi odchyleniami na plus i minus. Poziom liczby ludności, szczególnie jego spadek w latach 2000-2008, to między innymi **efekt migracji do gmin ościennych** Trójmiasta i ujemne saldo wskaźnika w latach: 2000-2010. Według wszystkich dostępnych prognoz **liczba ludności Gdańska ma spadać**, szczególnie po roku 2020, jednocześnie proporcjonalnie **zwiększając udział osób w wieku poprodukcyjnym w strukturze ludności**. W 2045 roku może się zwiększyć nawet o ponad 10 tys. (5 p.p.). Wskazuje to na przyszły rozwój zjawiska „starości demograficznej”. Prognoza liczby ludności Gdańska prezentowana jest na schemacie rysunku 63.

Powiązania uwarunkowań społeczno-demograficznych Gdańska z możliwościami tworzenia ZI wynikają z przyczyn kształtujących przyszłe trendy. Wśród nich wymienia się przede wszystkim ujemny przyrost naturalny, uwarunkowania ekonomiczne (w tym głównie niższe ceny nieruchomości na obrzeżach miast i w gminach ościennych) lecz także lepsze warunki życia, czystsze powietrze, większy udział zieleni, ciszę itp.<sup>111</sup> Mieszkańcy Gdańska swoją potrzebę zwiększania udziału terenów zieleni w tkance miasta jednoznacznie ukazują poprzez projekty Budżetów Obywatelskich, w których prym wiodą koncepcje tworzenia parków, zieleńców i placów zabaw. Dodatkowo prognozowane dla Gdańska zmiany w strukturze ludności, gdzie zwiększać się będzie udział osób w wieku podeszłym, z założenia mniej mobilnych, wymusza potrzebę dogęszczania tkanki o łatwo dostępne i wielofunkcyjne elementy przyrodnicze. Odpowiedzią na te potrzeby jest system ZI.

**Rys. 63. Prognoza liczby ludności Gdańska według BRG do 2045 roku**

PROGNOZA	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045
GUS-u	461 489	457 800	453 600	447 300	439 500	431 700	424 800
autorska	461 489	463 545	462 255	456 671	448 414	439 575	431 626

Źródło: BRG

<sup>111</sup> według badań między innymi: *Warunki i jakość życia w województwie pomorskim*. PBS Sp. z o.o. na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego. Gdańsk 2016; *Migracje wewnętrzne ludności. Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011*. GUS. Warszawa 2014

#### 4.4.6. Uwarunkowania Przyrodnicze – OSTAB - istniejący system zieleni <sup>112</sup>:

Niewątpliwie wśród najważniejszych zasobów przyrodniczych Gdańska należy wymienić nadmorską lokalizację, z dostępem do plaż i wód Zatoki Gdańskiej oraz dużą powierzchnię zieleni. Powierzchnia ta wspólnie (tereny leśne, parki, zieleńce, cmentarze, ogrody działkowe, miejski ogród zoologiczny oraz znajdujący się w granicach miasta rezerwat Ptasi Raj) zajmuje 24% powierzchni całkowitej miasta, co daje wskaźnik 144,5 m<sup>2</sup>/mieszkańca. Areał ten jednak stanowią głównie obszary lasów Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego. Kiedy uwzględni się tylko tereny zieleni publicznej, to obszar spada do ok 2% powierzchni miasta (w tym ok 0,4% powierzchni zajmuje Miejski Ogród Zoologiczny). Wskaźnik zieleni dostępnej dla codziennej penetracji w Gdańsku kształtuje się na poziomie 34,5 m<sup>2</sup>/mieszkańca (w dzielnicy Śródmieście zaledwie 9,1 m<sup>2</sup>/mieszkańca), przy czym 70% tej powierzchni stanowią lasy w tzw. paśmie penetracji – czyli w zasięgu 10 min dojazdu od skraju lasu. Obszary leśne zgrupowane są przede wszystkim w północno-zachodniej części miasta (Lasy Oliwskie) oraz w pasie nadmorskim, nie stanowiąc ciągłego systemu przestrzennego. Szczególnie uwidacznia się brak powiązań pomiędzy obszarami Wysoczyzny i pasmem nadmorskim. Wyjątek, nie tylko ze względu na przynależność do odrębnej zlewni, stanowi ciąg Potoku Oliwskiego. Zieleń publiczna, w postaci parków, zieleńcy i cmentarzy, jest rozmieszczona w planie miasta nierównomiernie, a lasy stanowią główną część miejskiej zieleni publicznej w dzielnicach Port i Zachód oraz istotną jej część we Wrzeszczu i Oliwie.

Zieleń publiczna zajmuje największe powierzchnie we Wrzeszczu i w Oliwie, a najmniejsze – w dzielnicach Zachód i Południe<sup>113</sup>. Miejską zielenią publiczną uzupełnia zieleń, towarzysząca terenom mieszkaniowym, obiektom usługowym i sportowym, placom i ulicom, jednak jej jakość pozostawia często wiele do życzenia i jest regulowana w nieznacznym stopniu (choć w ostatnim czasie widać działania zmierzające ku poprawie tego stanu). Na terenie miasta znaleźć można także zbiorowiska roślinne zbliżone do naturalnych, szczególnie te towarzyszące układowi wód powierzchniowych. Niestety w związku z tendencją do ukrywania ich pod ziemią, także ten typ zieleni systematycznie zmniejsza swój udział w powierzchni miasta. Na

<sup>112</sup> (Czochoński 2007 Kistowski 2008; Przewoźniak 2002; Lorens 2013), Projekt SUIKZP z kwietnia 2016

<sup>113</sup> Nazwy dzielnic według SUIKZP Gdańska, gdzie miasto dzieli się na pięć jednostek planistycznych: Śródmieście, Wrzeszcz, Oliwa, Południe, Zachód i Port.

obszarze miasta występują także liczne formy przyrody chronionej, których powierzchnia całkowita wynosi według projektu Studium 9.832 ha.

### Gdański system zieleni - OSTAB:

Pierwszym nowoczesnym dokumentem planistycznym włączającym zagadnienia zieleni do miejskiej urbanistyki w sposób systemowy, łącząc gęsto zabudowane tereny śródmiejskie z naturalnym otoczeniem, był tzw. Plan Wielkiego Gdańska Hugona Althoffa z 1930 roku. Plan obejmował całe miasto wraz z jego terenami rozwojowymi. Plan Terenów Zieleni (*Grünflächenplan*) stanowił integralną część Planu Wielkiego Gdańska obejmując, poza istniejącymi w mieście parkami, zieleńcami i cmentarzami, także podmiejskie lasy, łąki i pola, uwzględniając także tradycyjne trasy spacerowe wokół Gdańska. Ważną rolę w systemie odgrywały również tereny po fortyfikacyjne, które od początku lat 20' XX wieku zamieniano na tereny rekreacyjne. Ogólny zarys planu (rys. 64.) nawiązywał do opisanego w części drugiej, układu pierścieniowo-klinowego. Zakładał utworzenie dwóch szerokich pasów zieleni (kolor czarny na rysunku planu): południowego ciągu umocnień, powiązanego wąskim pasem zieleni z lasami Stogów, Biskupiej Górki, Grodziska i Cygańskiej Góry, dalej Parku Jaśkowej Doliny, razem z cmentarzem na Srebrzysku połączonym trasą spacerową z lasami oliwskimi i sopockimi oraz dolnego pasa od Stogów, przez Westerplatte, i tereny portowe przez Park Brzeźnieński, promenadę nadbrzeżną i Jelitkowo na Sopocie kończąc. Szerokie pierścienie połączone miały zostać ze sobą zielonymi klinami o różnej szerokości pomiędzy Gdańskiem a Wrzeszczem oraz pomiędzy Wrzeszczem a Oliwą, wprowadzając dodatkowo równoległy do linii brzegowej pas od Jelitkowa do Wrzeszcza, aż do ul. Legionów (Rozmarynowska 2011). Niestety plany te nie zostały zrealizowane i pozostają do dzisiaj czytelne jedynie fragmentarycznie.

Narodziny współczesnego gdańskiego systemu zieleni to niewątpliwie wyznaczenie w SUIKZP z 2001 r. Ogólnomiejskiego Systemu Terenów Aktywnych Biologicznie, czyli tzw.: **OSTAB**. Pierwotnie składał się on z podstawowych **elementów strukturalnych** (obejmujących tereny i obiekty objęte ochroną, obszary proponowane do objęcia ochroną oraz inne obszary cenne przyrodniczo) oraz **ciągów łączących** i wiążących ze sobą najbardziej wartościowe tereny zieleni o różnorodnej formie, a także fragmenty terenów otwartych w tym wód

powierzchniowych. Projekt nowego Studium (z 30. maja 2017) rozszerza strukturę przestrzenną OSTAB. Aktualnie składać się ma ona z:

- **osnowy przyrodniczej miasta**, do której zaliczone zostają tereny objęte ochroną prawną i pełniące nadrzędne funkcje przyrodnicze (klimatyczne, biologiczne, hydrograficzne) oraz podporządkowane im funkcje poza przyrodnicze. Są to głównie lasy porastające strefę krawędziową Wysoczyzny Gdańskiej, a także rzeki: Martwa Wisła, Wisła Śmiała, Motława, Radunia oraz Przekop Wisły. Są to również obszary generalnie wyłączone spod zabudowy;

- **płatów OSTAB** stanowiących wybrane kompleksy leśne, plaże i wydmy, zieleń ekologiczno-krajobrazową, doliny rzek i potoków, jeziora i inne zbiorniki wodne, parki miejskie, zieleńce, skwery, parki podworskie, cmentarze, wybrane ogrody działkowe, tereny zagrożone ruchami masowymi oraz tereny zainwestowania miejskiego o odpowiednim udziale powierzchni biologicznie czynnej i przeznaczeniu mieszkaniowym bądź usługowym. Na obszarach tym dopuszczana jest zabudowa pod określonymi warunkami;

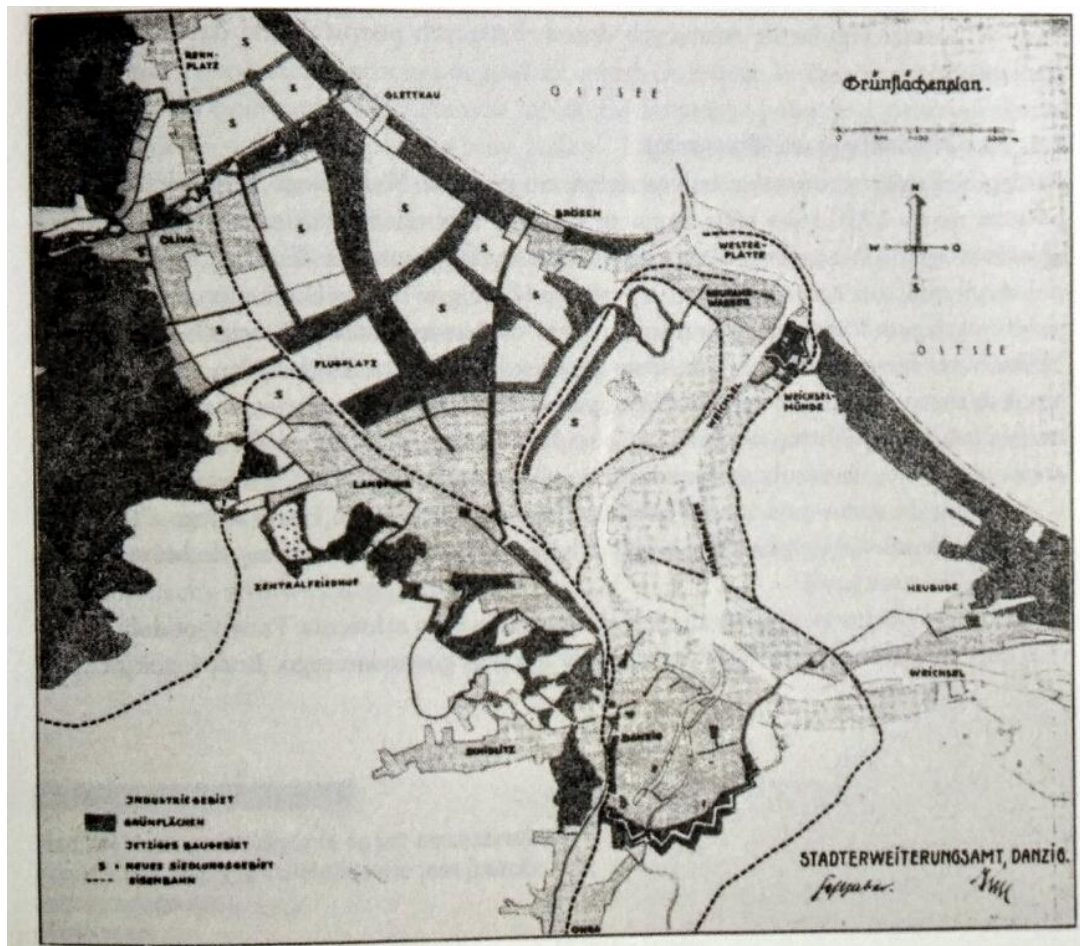
- **ciągów łączących** OSTAB, których główną funkcją jest powiązanie pozostałych elementów OSTAB dla zachowania, odtworzenia lub wzmocnienia ekologicznego ładu przestrzennego miasta.

Ochrona obszarów OSTAB polega na ustalaniu w planach miejscowych specjalnych zasad zagospodarowania. Spora część struktury jest już utrwalona w obowiązujących miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego miasta, mając wedle twórców za zadanie tworzenie osnowy dla kształtowania pozostałej przestrzeni miasta. Od 2001 roku kolejne opracowania SUIKZP przejmują koncepcję OSTAB z różnymi korektami. Jak widać na rysunku planu ukazującym współczesny gdański system zieleni (Rys. 65.), z pierwotnych założeń Althofa pozostał jedynie zielony klin łączący lasy porastające wysoczyznę z plażą w Jelitkowie. Ciągnie się on wzdłuż Potoku Oliwskiego, jest jednak dużo węższy od pierwotnych założeń. Znacznie węższy i częściowo poprzerwany jest pierwotny pierścień w pasie nadmorskim. Całkowicie nieczytelny jest klin południowy.





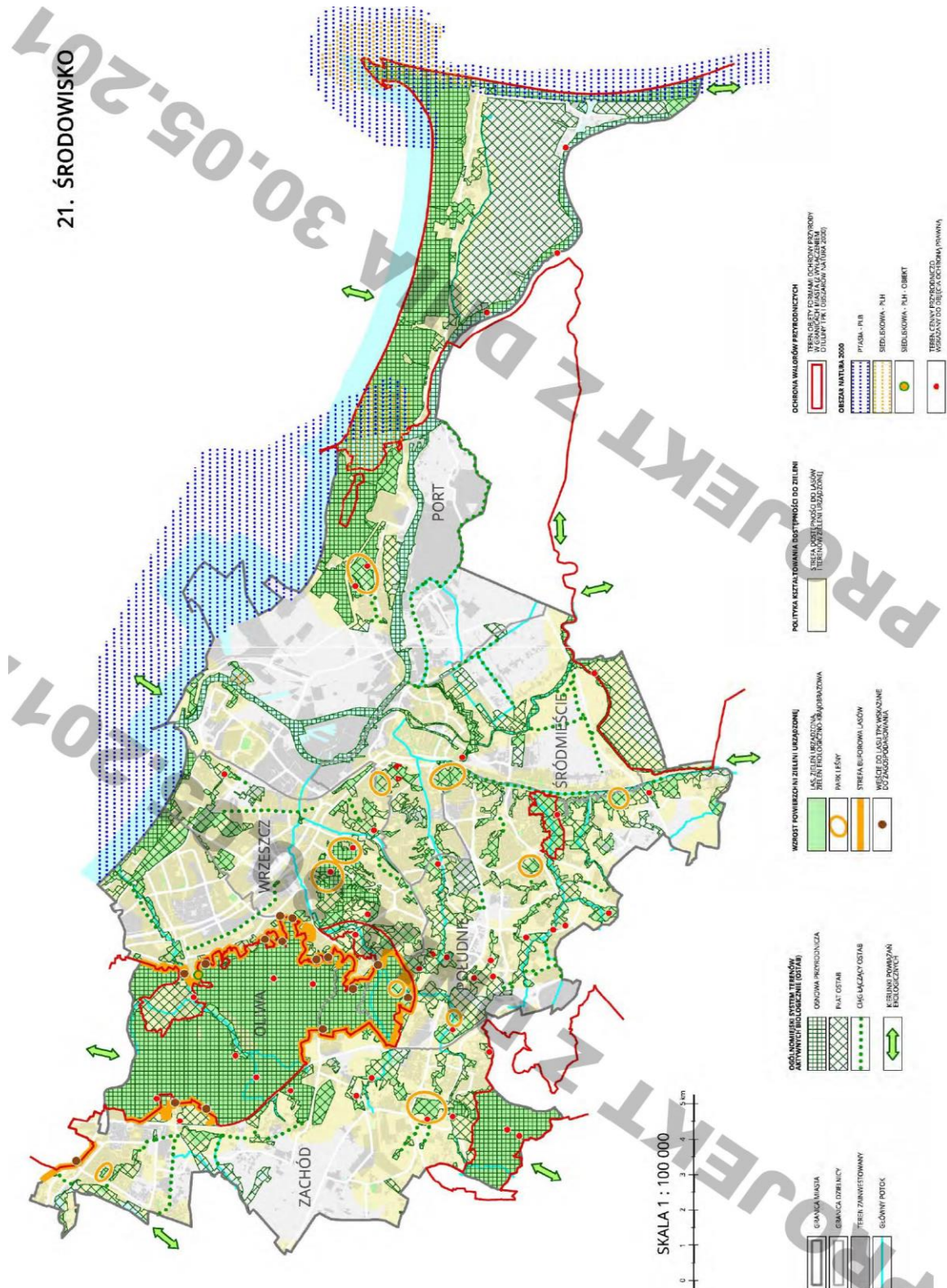
**Rys. 64. Projekt systemu zieleni, część Planu Wielkiego Gdańska autorstwa Hugona Althoffa, Kurta Fehlhabera, Karla Hella, 1930**



Źródło: (Rozmarynowska 2011), strona 295

Sumarycznie tereny OSTAB w założeniach tworzyć mają system korytarzy i układów powiązań ekologicznych o charakterze ciągłym, przenikający obszar zurbanizowany. Według twórców OSTAB, połączenie systemu z biologicznie aktywnymi terenami pozamiejskimi umożliwiać ma przepływ wody i migrację organizmów żywych oraz ułatwiać cyrkulację atmosferyczną i sukcesję gatunków. W ich opinii takie powiązania bardzo dobrze zachowują doliny potoków utrzymane w stanie bliskim naturalnemu. Jednak aktualnie tylko jeden potok (Oliwski) odcinkowo spełnia te założenia.

Rys. 65. Projekt systemu przyrodniczego miasta w planszy nr 9. Ochrona przyrody, obszary cenne przyrodniczo, Ogólnomiejski System Terenów Aktywnych Biologicznie - OSTAB, szkic do SUiZP Gdańska, projekt z 30 maja 2017.



Źródło: BRG

Projekt Nowego Studium postuluje wprowadzenie dodatkowych przestrzennych powiązania terenów o zróżnicowanej aktywności biologicznej, łącznie z elementami wprowadzanymi i kształtowanymi sztucznie, co ma zapewnić trwałość i odnawialność całego systemu oraz zachowanie jego walorów estetycznych i użytkowych. Dlatego w obręb OSTAB włącza się także niektóre tereny przeznaczone na funkcje inne niż zieleni publiczną, z istniejącymi dużymi powierzchniami zieleni towarzyszącej (zwłaszcza zadrzewień), wybrane tereny mieszkaniowe i usługowe oraz wybrane tereny jeszcze niezagospodarowane. Intencją jest tu nie tylko zachowanie istniejących struktur przyrodniczych, ale także możliwość przekształcania wskazanych terenów zgodnie z przesłankami zrównoważonego rozwoju. Także kreowanie nowych przestrzeni biologicznie czynnych w rejonach jeszcze niezagospodarowanych, co zgodne jest z założeniami ZI. Studium proponuje także tworzenie połączeń zastępczych w zamian za przerwane naturalne powiązania ekologiczne na terenach, na których obecne użytkowanie stwarza możliwość odpowiedniego ich przekształcenia lub urządzenia.

Niestety, zgodnie z analizami projektu Studium, w całym systemie OSTAB od momentu jego wdrożenia w system planowania miasta, nastąpiło zmniejszenie powierzchni OSTAB oraz zmniejszenie jego wartości przyrodniczych. Miejscami doszło nawet do ich całkowitej utraty. Jednocześnie osłabione zostały powiązania przyrodnicze systemu OSTAB z zewnętrznymi obszarami cennymi przyrodniczo, na skutek zabudowy terenów przyległych do granic miasta.

Na system składają się również ciągi łączące, będące aktualnie przede wszystkim alejami lub pojedynczymi szpalerami drzew oraz inną zielenią (np. wzdłuż ciągów komunikacyjnych) o mniejszym znaczeniu ekologicznym. Zdaniem twórców Studium mają one silne oddziaływanie estetyczne i psychologiczne na mieszkańców miasta. Jednak bez powiązania ekologicznego i włączenia ich w system przyrodniczy, w tym także zapewnienia podstawowych warunków do życia, jak woda, aleje i szpalery w dłuższym czasie stopniowo narażane są na zamieranie. Widać to na przykładzie gdańskiej Wielkiej Alei Lipowej, która, zgodnie z opinią konserwatorską wykonaną w tym (2017) roku, pod kierunkiem prof. Katarzyny Rozmarynowskiej *"Rewaloryzacja Wielkiej Alei Lipowej w Gdańsku. Ocena możliwości przetrwania i uwarunkowania konserwatorskie"*, jest w bardzo złym stanie. Drzewa pierwotnie nawadniane były za pomocą systemu grawitacyjnego w

formie rowów ciągnących się wzdłuż wewnętrznych rzędów drzew, przerywanych wąskim przejściem na wysokości każdego drzewa. Pozwalało to także na odprowadzenie nadmiaru wody z ciągu komunikacyjnego. System ten uwieczniony jest na rysunku z pamiętnika Daniela Chodowieckiego z 1773 roku. (rys. 66). Do pogorszenia stanu zdrowotnego drzew doprowadziło przede wszystkim ich systematyczne drenowanie, związane z realizowanymi w ich sąsiedztwie inwestycjami komunikacyjnymi oraz realizacją sieci infrastruktury miejskiej nierządkiem w bezpośrednim sąsiedztwie korzeni. Zdaniem autorów zalecenia konserwatorskiego *drzewa w Alei cierpią z powodu braku wody. (...) Od samego początku istniały w Alei systemy nawadniające. Początkowo były zaopatrywane w wodę powierzchniową, a od 1926 roku w wodę pochodzącą z jednego z gdańskich potoków. Autorzy ekspertyzy, odnosząc się do projektu rewaloryzacji alei z 2007 roku pt. Wielka Aleja Lipowa w ciągu Al. Zwycięstwa w Gdańsku, wykonaną przez Pracownię Architektury Krajobrazu "BD Projekt" zauważają, że autorzy projektu słusznie dostrzegli potrzebę sztucznego nawadniania drzew i zaproponowali system nawadniania korzeniowego, zasilanego z miejskiego wodociągu, niemniej jednak wydaje się, że przy stale pogłębiającym się deficycie wody i kurczących się jej zasobach, warto rozważyć wykorzystanie do tego celu wody powierzchniowej (opadowej lub ze zbiorników retencyjnych.) tym bardziej, że jest ona lepsza dla roślin niż woda z wodociągu. Przy rekonstrukcji drzewostanu kanały nawadniające mogłyby zostać poprowadzone środkiem obu kontr alej (Rozmarynowska et al. 2017). Jest to jednoznaczny dowód, że zdrenowana zieleń miejska nie jest w stanie przetrwać w dłuższym czasie, bez nawadniania. Projektując elementy miejskiego systemu zieleni należy jednocześnie planować i uwzględniać ich sposób zasilania w wodę. Bez tego projekty zostaną tylko zielonymi plamami na rysunkach i w planach, nie znajdując pokrycia w rzeczywistości. Dlatego niezbędnym uzupełnieniem gdańskiego systemu zieleni jest plan ZI, projektowany z uwzględnieniem proekologicznego zarządzania wodami opadowymi tak, aby zapewnić zieleni gdańskiej warunki niezbędne do życia.*

**Rys. 66. Wielka Aleja Lipowa w 1773 roku, trzy lata po posadzeniu na rysunku Daniela Chodowieckiego**



Źródło: (Rozmarynowska et al. 2017), str.41

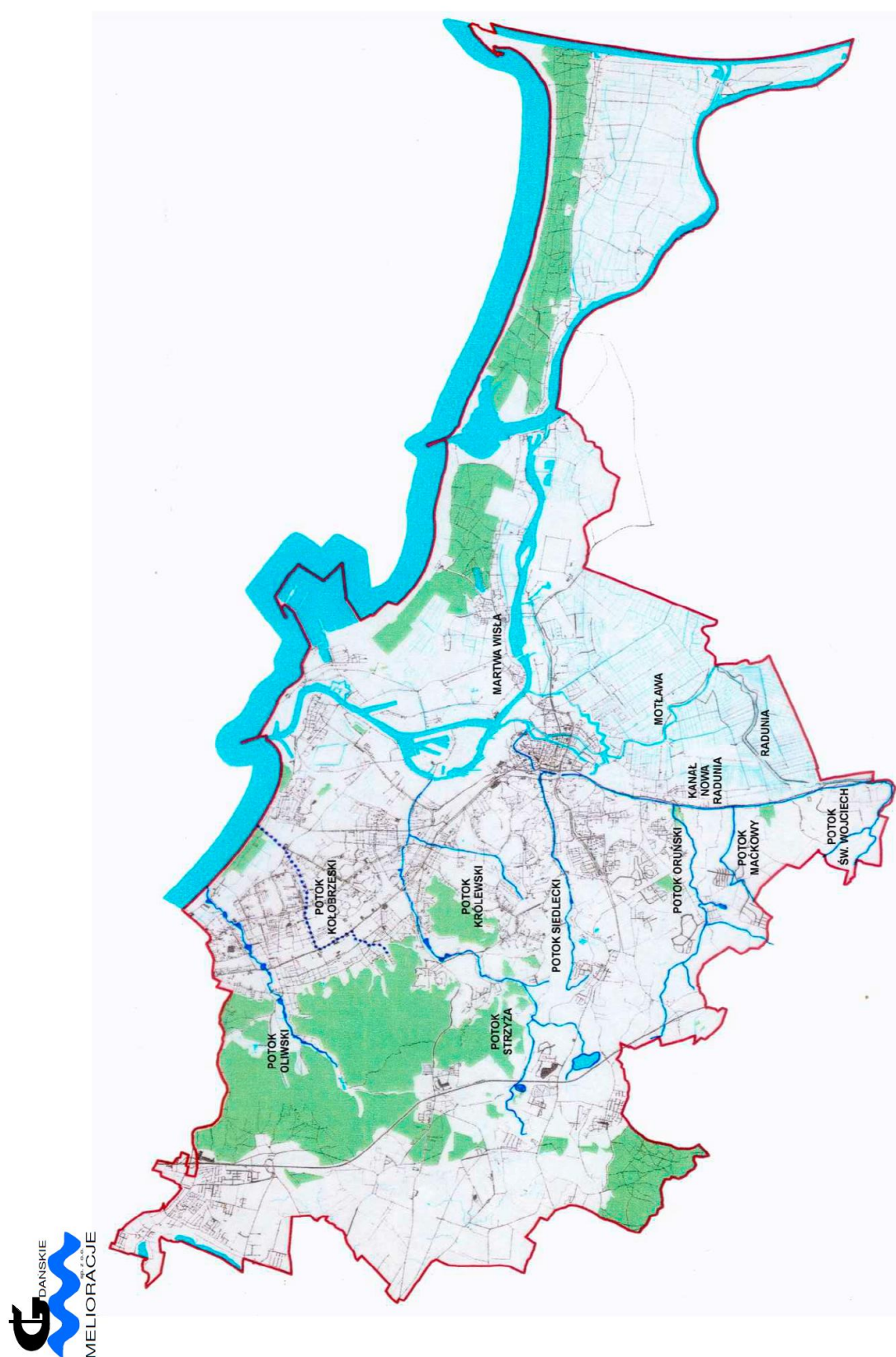
Potencjał, leżący w strukturze OSTAB, to jej ogólnomiejski charakter. Odpowiednie kształtowanie systemu przez zapisy w ustaleniach planów miejscowych może i powinno być zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju przestrzeni miasta. Będzie to możliwe, o ile zapisy podporządkowane będą ekologicznym kryteriom ciągłości w czasie i przestrzeni, różnorodności biologicznej, zgodne z teorią usług ekosystemowych oraz tworzone będą z uwzględnieniem maksymalizacji pełnionych funkcji. W ten sposób system OSTAB jest idealnym punktem wyjścia dla stworzenia Gdańskiego systemu ZI.

#### **4.4.7. Uwarunkowania Infrastrukturalne – istniejąca sieć kanalizacji deszczowej, regulacja stosunków wodnych, ryzyko powodziowe<sup>114</sup>**

Historia gdańskiej infrastruktury wodno-kanalizacyjnej sięga połowy XIV wieku, kiedy to władający wówczas miastem krzyżacy postanowili poprawić zaopatrzenie zamku i miasta w wodę pitną, regulując system cieków wodnych oraz budując Kanał Raduni. Inwestycja zakończyła się około roku 1354, a woda pitna z Kanału Radunii i

<sup>114</sup> Źródła: projekt SUIKZP Gdańska z 30.05.2017; Gdańskie Wody Sp z o.o.; (Sierński 2013; Jamroz 2013; Kowalik, Suligowski 1997; Lidzbarski op. 2007; Frankowski, Zachowicz 2007)

Potoku Siedleckiego za pomocą systemu rur drewnianych, doprowadzana była do 595 publicznych studni miejskich, a systemem drewnianych koryt, przykrytych tzw. dylami (grubymi deskami) doprowadzana była do licznych na terenie miasta warsztatów. Ścieki natomiast, wraz z wodami opadowymi, odprowadzono korytami, również przykrywanymi dylami, bezpośrednio do Motławy, lub do jednego z licznych kanałów Raduni w obrębie miasta. Taki stan przetrwał mniej więcej do połowy XIX wieku, kiedy to z powodu złego problemów sanitarnych miasta oraz powtarzających się epidemii postanowiono zrealizować nowożytny system wodno-kanalizacyjny. Projekt i realizacja przypadły na lata 1863-1874, kiedy to w Gdańsku zrealizowano pierwszy w Europie całościowy system od ujęcia, przez sieć wodociągową, kanalizacyjną, centralną pompownię ścieków, oczyszczalnię, po monitorowany odbiornik ścieków. Cały system zaprojektowano dla 100 tysięcznego miasta, jednak działał sprawnie nawet przy dwukrotnie większej liczbie mieszkańców. Od tego czasu w związku z systematycznym wzrostem ludności i potrzebą zwiększenia przepustowości systemu podlegał on rozbudowie i licznym modernizacjom. Co ważne, w Gdańsku od roku 1903 w mieście funkcjonuje system kanalizacji rozdzielczej. Opisana wcześniej skomplikowana specyfika geomorfologiczna miasta, zarówno pod względem charakterystyki cieków jak i obszarów odwadnianych (w granicach miasta istnieją obszary o problemach terenów górskich, nizinnych i depresyjnych) sprawiła, że do eksploatacji systemu odwodnieniowego powołana została branżowa spółka miejska, po przekształceniach zwana aktualnie Gdańskie Wody Sp. z o.o.

**Rys. 67. Układ hydrograficzny Miasta Gdańska**

Źródło: Gdańskie Wody Sp. z o.o.

Aktualnie wody opadowe w Gdańsku odprowadzane są grawitacyjnie i mechanicznie siecią kanalizacji deszczowej wykonaną głównie z betonowych rur (a w przypadku mniejszych średnic rurami z tworzyw sztucznych). Na obszarze Żuław melioracja odbywa się rowami. Odbiornikami wód opadowych są wody powierzchniowe: potoki, rzeki, kanały, a finalnie Zatoka Gdańska. Bogaty układ hydrograficzny Gdańska przedstawia rysunek nr. 67. Część wód opadowych z nisko położonych rejonów miasta lokalnie jest odprowadzana za pomocą pompowni: „Kliniczna”, „Rzeczypospolitej”, „Brzeźno”, „Litewska”. W granicach miasta, na obszarze Żuław znajdują się także poldery odwadniane mechanicznie: Orunia, Olszynka, Rudniki, Niegowo, Płonia Mała, Letnica, Stogi, Sobieszewo. Wody opadowe podczyszczane są jedynie przez osadniki przeciwdziałające odkładaniu się osadu niesionego z odwadnianych terenów, umieszczone w studniach rewizyjnych lokalizowanych na kolektorach deszczowych oraz studzienkach wpustów ulicznych. Około 20% kolektorów i kanałów deszczowych zbudowano jeszcze w okresie przedwojennym. Obecny stan tej sieci według zapisów projektu Studium nie jest zadowalający, ze względu na wiek, technologię wykonawstwa, niewłaściwą jakość materiałów użytych do budowy oraz ograniczoną sprawność działania zmniejszoną przez okresowe jej zamulanie spowodowane bogatą rzeźbą terenu i strukturą geomorfologiczną odwadnianych obszarów. Przy dużych deniwelacjach woda opadowa spływając z dużą prędkością i w dużej masie niesie ze sobą dużo więcej materiału na skutek erozji, niż w obszarach płaskich. Łączna aktualna długość gdańskiej sieci kanalizacji deszczowej wynosi 432,5 km, długość cieków naturalnych ok. 139 km, a długość kanałów podstawowych na polderach ok. 77 km. Rys. 68. prezentuje Gdański System Infrastruktury odwodnieniowej.

Jak już wspomniano wcześniej, od lat 70' XX wieku górny taras Gdańska podlega intensywnej zabudowie osiedlami mieszkaniowymi. Utwardzanie i uszczelnianie nawierzchni związane z zabudową przyczyniło się do znacznego wzrostu odpływu i spływów maksymalnych z tego obszaru. Odbiornikami wód opadowych są w tym przypadku cieki naturalne znajdujące się głównie w zlewni Kanału Raduni, a także Martwej Wisły i bezpośrednio Zatoki Gdańskiej. Ich koryta w stanie pierwotnym miały przepustowość niewystarczającą dla przyjęcia zwiększonych spływów. Problem ten dotyczy szczególnie zlewni potoku Strzyża i Kanału Raduni. Znaczne poszerzenie koryta potoku Strzyża i jego dopływów w środkowych i dolnych



odcinkach jest niemożliwe ze względu na istniejące zainwestowanie w bezpośrednim sąsiedztwie cieków. Z kolei radykalne zwiększenie ilości wód wprowadzanych do Kanału Raduni powoduje jego przeciążenie i grozi zniszczeniem obwałowania prawostronnego tego obiektu. W związku z tym w ramach miejskiej polityki odwodnieniowej mówi się o konieczności istotnych przekształceń w systemie odprowadzania wód opadowych. Czyni się to głównie budując nowe zbiorniki retencyjne, mające za zadanie zmniejszenie i opóźnienie odpływów maksymalnych. W obrębie zlewni Kanału Raduni jest obecnie realizowany program budowy zbiorników retencyjnych, w ramach którego oprócz wykonania obiektów zabezpieczeń przeciwpowodziowych prowadzi się także modernizację koryt cieków. Trudna sytuacja występuje na obszarze odwadnianym do potoku Strzyża, jednakże istniejące i planowane zbiorniki retencyjne (z jednym wyjątkiem) ze względu na możliwości terenowe są zlokalizowane w górnej części zlewni ciek. Intensyfikacja zabudowy prowadzi do częstych przeciążeń istniejącej sieci kanalizacji deszczowej, powodujących lokalne podtopienia terenu, a nawet w przypadku ponadprzeciętnych zdarzeń pogodowych do poważnych powodzi. Problem ten jest najbardziej odczuwalny we Wrzeszczu i w południowej części Oliwy Dolnej. Już w XXI wieku doprowadziło to do dwóch poważnych powodzi na tym terenie: pierwszej 9.07.2001 roku oraz w nocy z 14/15 lipca 2016 roku.

Sprawność odprowadzania wód opadowych siecią kanalizacji deszczowej w obrębie Dolnego Miasta, włączoną grawitacyjnie do Motławy i do Optywu Motławy, jest w znacznym stopniu uzależniona od stanów wody w tych ciekach. W czasie występowania wysokich stanów wody w odbiornikach z jednoczesnym opadem deszczu, w związku z brakiem możliwości odpływu oraz wysokim poziomem wody gruntowej na terenie Dolnego Miasta, tworzą się lokalne zastoiska, a woda często dostaje się do piwnic budynków. Problem utrzymywania się zbyt wysokiego poziomu wód gruntowych oraz niedostatecznej sprawności odprowadzania wód opadowych występuje na terenie Żuław Gdańskich, w Letnicy, na wyspie Stogi oraz wzdłuż Pasa Nadmorskiego Zachodniego. Zagrożone są nie tylko obiekty budowlane lecz także jakość ujęć wód na tym terenie. Podniesienie poziomu wód gruntowych wynika ze zwiększonego spływu wód opadowych z terenów zabudowanych, zmniejszenia poboru wód z ujęć podziemnych (ze względu na ich zanieczyszczenie) i zbyt małej efektywności układów odwadniających.



Włodarze miasta, zdając sobie sprawę z trudności i wyzwań związanych z systemem odwodnieniowym miasta, inwestują w rozbudowę systemu zbiorników retencyjnych. W ostatnich piętnastu latach pojemność zbiorników na terenie miasta wzrosła prawie pięciokrotnie: z poziomu: 136.944m<sup>3</sup> w roku 2001, do 678.826m<sup>3</sup> w roku 2015 i aktualnie w granicach miasta jest ich 49. Powoli zaczyna się mówić w mieście także o potrzebie uzupełniania retencji w dużej skali także lokalnie, retencją małą. W Gdańskich Wodach utworzono specjalny dział, który ma zajmować się promocją i analizą możliwości rozwijania systemu małej miejskiej retencji. Jest to kolejny doskonały krok w stronę realizacji tez i założeń niniejszej dysertacji związanych z promocją ZI miasta<sup>115</sup>

Zagrożenie powodziowe ma na obszarze Gdańska wieloraki charakter. Mogą tu wystąpić zarówno powodzie opadowe, roztopowe, jak i sztormowe od Zatoki Gdańskiej, a także zatorowe i będące wynikiem katastrofy technicznej. Przy czym dodatkowym problemem jest fakt, że wymienione typy powodzi mogą przenikać się, lub nawarstwiać, występując jednocześnie na jednym obszarze. Największe zagrożenie, wiąże się z nałożeniem się zjawisk wezbrań sztormowych, nawalnych opadów oraz spływu wód roztopowych ze zlewni Motławy i Raduni. Mapa zagrożenia powodziowego miasta Gdańska prezentowana jest na rys. nr 69. W ostatnich latach miasto ucierpiało najbardziej przez powodzie opadowe. W lipcu 2016 roku podczas trwającej kilka godzin ulewy opady przekroczyły 150 mm na dobę (co opisano w podrozdziale 4.4.2.) Podobne uwarunkowania pogodowe wywołały również powódź w lipcu 2001 roku, kiedy to w ciągu ośmiu godzin spadło do 127,7 mm deszczu. Wówczas poszkodowanych zostało 300 rodzin, a straty w samym tylko majątku miasta wyniosły ok. 200 milionów zł. Wyburzono 134 budynki. Kluczowe znaczenie miała wówczas duża intensywność opadów. Główne nasilenie ulewy nastąpiło w godz. 15.00 – 17.00, kiedy to w ciągu 2h spadło 90 mm/m<sup>2</sup> deszczu. Wody opadowe wraz z nurtem lokalnych potoków spłynęły do Kanału Raduni, który miał w tamtym czasie maksymalną przepustowość do 25m<sup>3</sup>/sek. Na skutek ulewy Kanał musiał przejść przepływ około pięć razy większy, czyli 125m<sup>3</sup>/sek., a nadwyżka wody przelała się na przyległe do Kanału tereny depresyjne<sup>116</sup>. Bardzo blisko zalania terenów Wrzeszcza było także w lipcu 2017 roku, kiedy to średnia suma opadów

<sup>115</sup> Autorka niniejszej dysertacji współtworzy aktualnie ten dział, jako specjalista ds. małej retencji

<sup>116</sup> <http://www.dziennikbaltycki.pl/wiadomosci/gdansk/a/powodz-w-gdansk-2001-to-juz-15-rocznica-tragedii-zdziecia-archiwalne,10385728/>

wyniosła ok. 100-110 mm, jednak dzięki dobrze przygotowanej akcji służb miejskich i sprawnemu zarządzaniu spływem pomiędzy zbiornikami retencyjnymi, udało się uniknąć przelania Strzyży i skończyło się tylko lokalnymi podtopieniami.

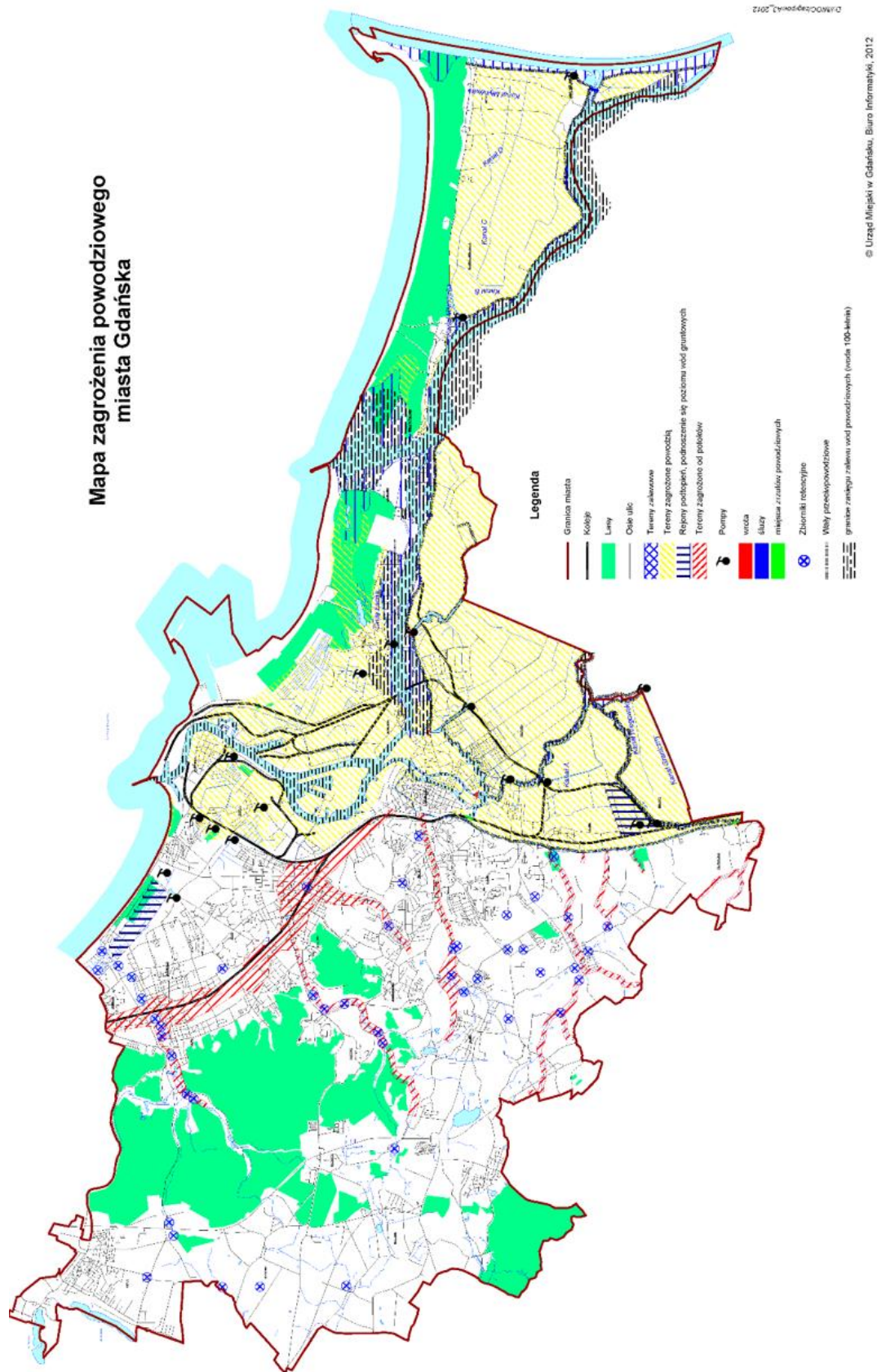
Jak już wcześniej wspomniano, sytuację pogodową w Gdańsku na co dzień, a tym bardziej w sytuacjach ekstremalnych, pogłębia w Gdańsku fakt zwiększenia powierzchni terenów zabudowanych na skłonie wysoczyzny morenowej, ukazane na rys. 62 i 63 w rozdziale 4.4.4. Sytuacja ta przekłada się w wyraźny sposób na warunki krążenia wód w strefie krawędziowej wysoczyzny, powodując przyśpieszony spływ wód opadowych i lokalne, okresowe podtopienia w dolnych odcinkach cieków spływających z obszaru wysoczyzny do centrum miasta, co uwzględnia pokazana na rys. 69. *Mapa ryzyka powodziowego*. Należałoby ją jeszcze uzupełnić o źródła zagrożeń w postaci obszarów utwardzonych, odprowadzających wody opadowe zgodnie z przyjętą zasadą 'im szybciej tym lepiej', co prowadzi do zwiększania przepływów maksymalnych w ciekach wodnych, które dopiero pośrednio zwiększają ryzyko powodziowe.

**Opisane w rozdziałach 3.2.1 oraz 4.4.2. niniejszej pracy prognozy dotyczące zmian klimatycznych mówią, że gwałtowne zjawiska mogą się powtarzać coraz częściej i przybierać na sile, co udowadniają w Gdańsku ostatnie miesiące i lata. Jedynym rozsądnym działaniem jest przygotowanie się na taką sytuację. Spływami deszczowymi i ryzykiem powodziowym można i należy świadomie zarządzać, także zapobiegając zwiększonym odpływom z terenów urbanizujących się. Można to osiągnąć dzięki stosowaniu rozwiązań z zakresu SuDS, WSUD oraz Delta Urbanism, budując przy ich pomocy ZI miasta.**

Prezentowane w podrozdziale na mapach: **Układ hydrograficzny** (rys. 67) oraz **System infrastruktury odwodnieniowej** (rys. 68.) mogą stać się matrycą do integrowania systemu przyrodniczego miasta. Kluczem do takiej integracji, swoistym zestawem wytycznych, powinna być natomiast **Mapa ryzyka powodziowego** (rys. 69), uzupełniona o źródła opisywanych zagrożeń i ich uwarunkowania geomorfologiczne. W ten sposób wielofunkcyjne obszary ZI mogłyby retencjonować wody związane z ryzykiem opadu 5, 10, 15 a nawet 20-letniego. Opad wyższy traktowany powinien być jako sytuacja ekstremalna w

której korzysta się z przelewu do miejskiej sieci kanalizacyjnej i systemu dużej retencji. **Dla opadów ponad 100-letnich sporządzić należy natomiast plan kryzysowy**, na przykład zbliżony do kopenhaskiej *Miejskiej Strategii Zarządzania Deszczami Nawalnymi* (City of Copenhagen, 2012) opisywanej w rozdziale 3.4.2.. **Integracja taka zgodna byłaby z prezentowanym wcześniej w pracy ‘layer cake model’ (patrz str. 149) stanowiąc punkt wyjścia dla tworzenia struktury zintegrowanego systemu ZI w Gdańsku.**

**Rys. 69. Mapa zagrożenia powodziowego miasta Gdańska**



Źródło: Urząd miejski w Gdańsku, Biuro Informatyki, 2012

#### 4.5. Analiza możliwości wdrożenia ZI za pomocą SuDS, WSUD, DU w Gdańsku. Propozycja zastosowania rozwiązania modelowego.

Po przeanalizowaniu w rozdziale 4.4. uwarunkowań determinujących charakter przestrzenny i środowiskowy Gdańska, w kontekście możliwości zastosowania Planu Zielonej Infrastruktury oraz strategii z nim związanych kolejnym krokiem jest **analiza zagrożeń wynikających z poszczególnych uwarunkowań**. Analiza ta przeprowadzona zostanie w kontekście możliwości minimalizacji zagrożeń lub nawet eliminacji dzięki ZI. W ten sposób określone zostaną **szanse w zastosowaniu ZI**. Co prezentuje tabela na rys 70.

**Rys. 70. Podsumowanie analizy uwarunkowań w Gdańsku i wynikających z nich zagrożeń w kontekście szans w zastosowaniu w mieście koncepcji Zielonej Infrastruktury**

UWARUNKOWANIA	Zagrożenia i ich przyczyny	Szanse w zastosowaniu Zielonej Infrastruktury
Klimatyczne	<p>Zmiany klimatyczne, których skutkiem na obszarze Gdańska może być:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Podniesienie się poziomu morza</b> - stała tendencja podnoszenia się poziomu wód - <b>zagrożenie zalaniem dla obszarów lądowych przylegających bezpośrednio do brzegu morskiego</b>. Zagrożenie dotyczy części lądu położonej poniżej 2,5 m n.p.m.</li> <li>2. Zmiany w wielkości i intensywności opadów - przewiduje się po roku 2030 spadek średniej rocznej sumy opadów, a <b>zwiększenie ich intensywności - rosnące ryzyko powodziowe</b>;</li> <li>3. Zwiększenie się ilości zjawisk ekstremalnych, jak burze, wichury, sztormy, oraz pogłębienie się ich intensywności - <b>rosnące ryzyko powodziowe</b></li> <li>4. Niewielki wzrost średniej rocznej temperatury, z tym, że najbardziej wzrośnie ona w okresie jesienno - zimowym, a nieznacznie w okresie</li> </ol>	<p>SuDS, WSUD oraz Delta Urbanism, które budują ZI miasta, to narzędzia oferujące całą paletę rozwiązań <b>zwiększających retencję</b> miejskich terenów zurbanizowanych co pomaga w adaptacji miasta do zmian klimatycznych, w szczególności:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w okresach zjawisk ekstremalnych <b>zmniejsza odpływ maksymalny z obszarów miasta</b> a tym samym przepływy cieków wodnych <b>zmniejszając ryzyko powodzi i podtopień poburzowych</b>;</li> <li>- w okresach suszy <b>umożliwia wykorzystywanie</b> zmagazynowanej w okresach deszczowych wody;</li> <li>- zmniejsza 'efekt miejskiej wyspy ciepła', <b>łagodząc różnice mikroklimatyczne</b> pomiędzy miastem a obszarami sąsiadującymi, <b>zmniejszając także niekorzystne zjawisko częstszych i intensywniejszych opadów</b> na terenie zurbanizowanym;</li> <li>- <b>pozwala kompleksowo i w sposób zintegrowany przygotować się do</b></li> </ul>

	wiosenno letnim – <b>rosnące ryzyko okresowych susz<sup>117</sup>, rosnące ryzyko intensywnych opadów deszczu</b> i innych pogodowych zjawisk ekstremalnych <sup>118</sup> .	<b>zmian klimatu</b> , także podnoszącego się poziomu morza. Tutaj narzędzi dostarcza szczególnie DU.
<b>Geomorfologiczne</b>	<p>1. <b>Erozja powierzchniowa</b> na bogato urzeźbionych obszarach Gdańskiej Wysoczyzny i w jej strefie krawędziowej,</p> <p>2. Warunki sprzyjające <b>procesom osuwiskowym</b> w obrębie występujących tu licznych wysokich i stromych zboczy zbudowanych z glin zwałowych z warstwami utworów piaszczystych, którym towarzyszą wody gruntowe, szczególnie w przypadku <b>braku zwartej pokrywy roślinnej</b>, a pogłębiane są w przypadku niekorzystnych warunków atmosferycznych - nawałnych lub długotrwałych opadów.</p> <p>3. <b>Zaburzenie dynamicznej równowagi pomiędzy procesami erozji i akumulacji, brzegu morskiego</b> w wyniku stałego podnoszenia się przeciętnego poziomu wód na południowym brzegu Morza Bałtyckiego, co jest efektem współdziałania geologicznego procesu wypiętrzania się Skandynawii wraz ze skutkami zachodzących zmian klimatycznych. Najnowsze szacunki (jak projekt SEAREG) wskazują na prawdopodobieństwo wzrostu tego poziomu co najmniej o 50–60 cm w ciągu następnych 100 lat</p>	<p>ZI realizowana dzięki SuDS i WSUD promuje rozwiązania ograniczające erozję powierzchniową dzięki między innymi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ograniczaniu ilości nieprzepuszczalnych nawierzchni utwardzonych</b>, na rzecz nawierzchni przepuszczalnych oraz <b>zwiększania wielofunkcyjnej powierzchni biologicznie czynnej</b>;</li> <li>- <b>promowaniu tworzenia zwartej, wielofunkcyjnej pokrywy roślinnej</b>;</li> <li>- <b>ograniczaniu wielkości i intensywności sptywów powierzchniowych</b>;</li> <li>- <b>stosowaniu metod inżynierskich w projektowaniu skarp, wykopów i nasypów</b>;</li> <li>- <b>promowaniu naturalnych metod i procesów w kształtowaniu i zagospodarowywaniu brzegu morskiego</b>;</li> </ul> <p><b>DU pomaga dodatkowo w szukaniu rozwiązań współistnienia człowieka z wodą</b> w kontekście podnoszącego się poziomu morza.</p>
<b>Hydrograficzne, hydrogeologiczne, zasoby wodne</b>	1. <b>Zanieczyszczenie</b> - największe zagrożenia dotyczą plejstoceńskich poziomów wodonośnych, występujących na obszarze nizin nadmorskich: w Pradolinie Kaszubskiej, na Tarasie Sopotko-Wrzeszczańskim oraz w zachodniej części Żuław Gdańskich, a wynikają	<p>SuDS i WSUD to cała paleta rozwiązań:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>pomagających oczyszczać wody opadowe</b>, zapobiegając zanieczyszczeniu ich odbiorników oraz wód gruntowych i gleby (w szczególności dzięki zastosowaniu hydrofitów, czy warstw filtracyjnych);</li> <li>- <b>umożliwienie recyklingu wody</b></li> </ul>

<sup>117</sup>w związku ze zwiększeniem parowania wody z gleby

<sup>118</sup>co zawsze towarzyszy wzrostowi temperatury



	<p>z <b>braku naturalnej warstwy izolacyjnej dla zasobów wodnych</b><sup>119</sup>. Zagrożenie stanowią zlokalizowane tu tereny zurbanizowane i uprzemysłowione, a także <b>zanieczyszczone wody cieków oraz zasolone wody kanałów stoczniowych i portowych.</b></p> <p>2. <b>Nadmierna eksploatacja</b> wód z ujęć położonych w bezpośredniej bliskości brzegu morskiego i kanałów portowych może doprowadzić do <b>ingresji zasolonych wód</b> z Zatoki Gdańskiej do warstwy wodonośnej. W Gdańsku Przegalinie oraz w rejonie Wisły Śmiałej wody podziemne poziomu plejstoceńskiego są również niezdatne do celów pitnych i przemysłowych ze względu na ich zasolenie. Stanowią one równocześnie zagrożenie dla wód podziemnych w bezpośrednim ich sąsiedztwie oraz dla wód głębszych poziomów.</p> <p>3. <b>Zagrożenie</b> wód podziemnych na <b>obszarach zwartej zabudowy mieszkaniowej</b> w zachodnich dzielnicach Gdańska, będących częścią Pojezierza Kaszubskiego gdzie płytkie wody poziomów plejstoceńskich mogą być podatne na presje antropogeniczne.</p> <p>4. <b>Powodzie od lądowe i od morskie</b> zagrożeniem szczególnie dotyczy Żuław Gdańskich - źródłem jest Wisła zwłaszcza, gdy prowadzi „wysoką wodę”, oraz Bałtyk - w okresie spiętrzeń sztormowych. W przypadku przerwania wałów dotyczy całych Żuław Gdańskich. (Lidzbarski op. 2007; Frankowski, Zachowicz 2007).</p> <p>5. <b>Zmiany poziomu lustra wód podziemnych</b>, na skutek eksploatacji oraz <b>zmian klimatycznych (głównie ilości i intensywności opadów).</b></p>	<p>zarówno opadowej jak i szarej;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w razie konieczności istnieje możliwość zagospodarowywania wód opadowych, ich spowalniania i gromadzenia bez infiltracji do gruntu, w urządzeniach o funkcji gł. retencyjnej i oczyszczającej;</li> <li>- możliwość zarządzania zasobami wodnymi w sposób racjonalny, bez ich marnotrawienia, co jest szczególnie istotne w kontekście możliwości ich niedoboru, tu szczególnie pomocne jest WSUD.</li> </ul> <p><b>DU pomagają dodatkowo w szukaniu rozwiązań współistnienia człowieka z wodą</b> w kontekście podnoszącego się poziomu morza.</p>
--	---	--

<sup>119</sup> Zwierciadło wody występuje płytko, najczęściej na głębokości od 0 do 15 m, co skutkuje bardzo niską odpornością poziomu wodonośnego na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni.

	<p>Zmiany klimatyczne należy rozpatrywać dla dwóch okresów:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Do 2030 r. prognozowane jest nieznaczne podniesienie zwierciadła wód podziemnych</b>, które nie powinno powodować znaczących zmian w środowisku, poza pojedynczymi przypadkami podtopień.</li> <li>• <b>Pod koniec XXI wieku - szacuje się w regionie spadek średniorocznych opadów atmosferycznych o 60 mm</b> przy niezmiennych się pozostałych parametrach meteorologicznych. Skutkiem może być <b>wyraźne obniżenie zwierciadła wód podziemnych poniżej jego obecnego poziomu</b> - poważna ingerencję w środowisko, szczególnie w ekosystemy zależne od wód podziemnych: <b>zanik mokradł i bagien w wielu rejonach, zwiększenie wielkość infiltracji wód powierzchniowych rzek i jezior a w rejonach nadmorskich ingresja wód słonych</b> do sąsiadujących z nimi poziomów wodonośnych. Spowoduje to znaczące zmiany nie tylko ilościowe w płytkich poziomach wodonośnych, ale również zmiany jakości wód podziemnych. („Pectore-Eco” Sp. z o.o.).</li> </ul>	
<p><b>Struktura funkcjonalno-przestrzenna</b></p>	<p>1. <b>Brak zrównoważenia w przestrzennym rozwoju miasta</b> - miasto planuje sukcesywnie rozbudowę mieszkalnictwa głównie na swoich zachodnich i południowych krańcach, co potwierdzają kolejne wersje SUIKZP - wiele planowanych w kolejnych SUIKZP od 2001 roku terenach mieszkaniowych położonych jest 10,</p>	<p>- WSUD oraz DU to innowacyjne narzędzia umożliwiające rozwój miasta na obszarach potencjalnie trudniej dostępnych dla urbanizacji; - ZI ma potencjał integrowania struktury miasta oraz lepszego jej wykorzystania, dzięki realizowaniu zwiększonego programu funkcjonalnego oraz usług ekosystemów;</p>

	<p>a nawet 12–13 km od centrum miasta, <b>co potęguje istniejące problemy komunikacyjne</b> prowadzi do wystąpienia trudności typowych dla miast rozproszonych.</p> <p>2. Szczególnie niebezpieczne jest to w kontekście zmian klimatycznych, jak <b>narażenie inwestycji realizowanych nad brzegiem Zatoki Gdańskiej na intensyfikujące się zjawiska pogodowe</b> (w tym wiatry), <b>podnoszenie się poziomu morza, oraz zalewanie dolnego tarasu miasta w związku ze zwiększającą się ilością powierzchni utwardzonych na górnym tarasie miasta.</b></p>	<p>- ZI miasta wspiera przeorientowanie miasta z rozwoju rozproszonego w kierunku miasta zwartej, zgodnego z paradygmatem zrównoważonego rozwoju;</p> <p>- dużym walorem jest także wzrost wartości nieruchomości który zawsze towarzyszy wzrostowi jakości przestrzeni miasta, a to zyskuje się dzięki ZI.</p>
Demografia	<p>1. <b>Spadek liczby ludności</b> i powiązane z tym źródła i problemy, jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wyludnianie centralnych dzielnic miasta;</b></li> <li>• Migracja z Gdańska do innych gmin Aglomeracji Gdańskiej;</li> <li>• Ujemny przyrost naturalny.</li> </ul> <p>2. Zmiana struktury ludności</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• spadek udziału mieszkańców w wieku produkcyjnym,</li> <li>• <b>starzenie się społeczeństwa</b></li> </ul>	<p>ZI może wpłynąć korzystnie na trendy migracyjne dzięki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>podniesieniu jakości przestrzeni miejskiej i ilości dostępnych miejskich terenów zieleni.</b> To tęsknota za łatwiejszym dostępem do przyrody jest jednym z gł. bodźców wyprowadzania się z centrum miasta na suburbia;</li> <li>- większa dostępność wielofunkcyjnych terenów zieleni w bliskości miejsca zamieszkania, to także cenny walor <b>dla osób starszych, mniej mobilnych;</b></li> <li>- ważną kwestią jest <b>podniesienie jakości środowiska miejskiego</b>, co ma korzystny wpływ na <b>zdrowotność populacji;</b></li> <li>- ważny jest walor <b>integracji społecznej</b> i przywiązania do okolicy, dzielnicy, miasta, dzięki <b>osobistemu zaangażowaniu i poczuciu sensu działania</b>, co dają narzędzia związane z wdrażaniem ZI;</li> </ul>
Środowisko	<p>1. <b>Bardzo silna presja na przestrzeń przyrodniczą</b>, traktowaną jako bariera rozwojowa i potencjalna przestrzeń inwestycyjna;</p> <p>2. Postępująca <b>degradacja i dezintegracja przestrzenna i funkcjonalna</b> (szczególnie w aspekcie ekologicznym) miejskich obszarów naturalnych. Stanowią one izolowane wyspy o funkcjach estetyczno-rekreacyjnych, z niską</p>	<p>Zielona Infrastruktura realizowana przy pomocy SuDS oraz WSUD jest najlepszym remedium na zagrożenia środowiska przyrodniczego w Gdańsku:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dzięki niej <b>zieleń</b> przestaje być tylko barierą rozwojową, a <b>staje się 'kołem zamachowym' rozwoju</b> miasta, dzięki licznym <b>usługom ekosystemowym</b>, które świadczy mieszkańcom, a także <b>możliwości kształtowania nowych terenów</b> seminaturalnych i sztucznych</li> </ul>

	<p>bioróżnorodnością, brak im powiązań z przyrodniczym otoczeniem miasta</p> <p>3. <b>Kanalizacja cieków wodnych</b> spływających ze skłonu Wysoczyzny i powiązane z tym aspekty: krajobrazowy – degradacja krajobrazu; ekologiczny – ciek wodny staje się ściekiem, zamiast elementem ekosystemów naturalnych. Wiąże się to także ze zwiększaniem ryzyka powodziowego;</p> <p>4. Intensywny <b>rozwój sieci komunikacyjnej</b> i zwiększanie jej <b>przepustowości kosztem lasów, terenów zieleni i terenów biologicznie czynnych</b>;</p> <p>5. <b>Dezorganizacja i degradacja przestrzeni</b> w przypadku <b>nowych inwestycji – brak wytycznych jakościowych</b> (lub ich niewystarczające określenie) a najczęściej także <b>ilościowych</b> odnoście wymagań <b>dla tworzonych terenów aktywnych biologicznie</b>.</p> <p>6. <b>Wzrost zanieczyszczenia powietrza</b>, szczególnie Pyłu PM10 oraz dwutlenku azotu, przede wszystkim w związku ze <b>stale rosnącą ilością pojazdów</b> poruszających się po mieście, pomimo bardzo korzystnego ułożenia nad brzegiem morza i związanego z tym przewietrzania.</p> <p>7. <b>Wzrost ilości terenów nieprzepuszczalnych i nieaktywnych biologicznie</b>;</p> <p>8. <b>Zanieczyszczenie odbiorników</b> skanalizowanych wód opadowych (cieki wodne a finalnie wody Zatoki Gdańskiej)</p>	<p>o <b>wysokich walorach przyrodniczych</b>, co przyciąga nowych mieszkańców, zatrzymuje mieszkańców aktualnych, stając się miejscem, gdzie każdy chce żyć i być, podnosi wartość nieruchomości;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>sprzyja integracji przestrzennej miasta</b>, jako koncepcja zgodna z ideą miasta zwarteo;</li> <li>- <b>umożliwia renaturyzacją cieków wodnych, a wody opadowe</b> zagospodarowywane są o ile jest to możliwe <b>w systemach otwartych</b> pozostają widoczne, co sprzyja powstawianiu ekosystemów wodne, co <b>zwiększa miejską bioróżnorodność</b>;</li> <li>- daje narzędzia <b>minimalizacji wpływu negatywnego systemów transportowych</b>, dzięki możliwości częściowego ich 'zazieleniania';</li> <li>- wpływa <b>pozytywnie na stan środowiska miejskiego</b>, zwiększając udział zieleni i <b>wilgotności</b> w mieście, wpływa pozytywnie na <b>mikroklimat</b>;</li> <li>- <b>zwiększa udział wielofunkcyjnych powierzchni biologicznie czynnych</b>, co ma także <b>walor ekonomiczny</b> – zamiast inwestycji w kilka rozwiązań, można uzyskać ten sam efekt jednym, wielofunkcyjnym (np. osuszalny zbiornik retencyjny może być jednocześnie okresowo boiskiem, placem zabaw, bieżnią, kortem tenisowym, nieczynnym tylko przez kilka dni w roku, w trakcie ekstremalnych opadów);</li> <li>- umożliwia <b>oczyszczanie wód opadowych i płynących</b>.</li> </ul>
<p><b>Infrastruktura</b></p>	<p>1. W dużej mierze <b>niewydolny system kanalizacji deszczowej</b>, prowadzony na obszarze miasta głównie podziemnym systemem rur, co zwiększa wielkość przepływu i odpływu maksymalnego</p> <p>2. <b>Rosnąca ilość powierzchni zabudowanych</b> i uszczelnionych, to <b>rosnący odpływ maksymalny</b>, a co za tym idzie rosnąca potrzeba</p>	<p>SuDS, WSUD i DU, jako narzędzia będące elementem systemu ZI miasta rozwiązują problemy infrastrukturalne w różnej skali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SuDS i WSUD <b>udrażniają system kanalizacji miejskiej</b>, zmniejszając spływy powierzchniowe, ograniczając je w miarę możliwości do odpływów awaryjnych;</li> <li>- <b>zmniejszają ilość miejskich</b></li> </ul>

	<p>dołączania do systemu nowych powierzchni do odwodnienia;</p> <p>3. Rozbudowa infrastruktury komunikacyjnej wzdłuż osi cieków wodnych, połączona z ich kanalizacją, co zwiększa ryzyko powodziowe;</p> <p>4. Stała zabudowa górnego tarasu, co zwiększa problemy z odprowadzaniem wód opadowych na tarasie wodnym ;</p> <p>5. Trudne uwarunkowania geomorfologiczne i hydrograficzne, wpływające na kłopoty w eksploatacji infrastruktury, szczególnie na obszarze Delt Wisły;</p> <p>6. Starzejąca się infrastruktura oraz rosnąca ilość awarii, szczególnie na obszarze Śródmieścia, Letnicy, Stogów i Nowego Portu.</p>	<p><b>nieprzepuszczalnych powierzchni;</b></p> <p>- <b>zmniejszają ilość skanalizowanych cieków wodnych,</b> sprzyjają zagospodarowywaniu wody 'in situ' także wzdłuż szlaków komunikacyjnych</p> <p>- <b>DU w sposób kompleksowy rozwiązuje problemy delty rzecznej</b> z jej trudnymi uwarunkowaniami hydrogeologicznymi.</p>
--	--	---

Źródło: opracowanie własne J.Rayss

Jak wynika z tabeli i wniosków z analiz zaprezentowanych w podrozdziale 4.4., **wdrożenie ZI za pomocą SuDS, WSUD oraz DU jest w Gdańsku potrzebne.** Jest odpowiedzią na wiele problemów, zagrożeń i wyzwań, z którymi miasto się aktualnie boryka. **Może być receptą na zrównoważony rozwój miasta.** Kolejne rozważania są propozycją metodologii wdrażania ZI w Gdańsku.

### **MODEL WDRAŻANIA ZI ZA POMOCĄ SuDS, WSUD i DU w Gdańsku.**

Model wdrażania ZI zalecany dla Gdańska, to opracowany przez autorkę **model oddolny.** Zgodnie z analizą z rozdziału 4.3., model oddolny jest najlepszy do zastosowania w dużych miastach, do których zaliczyć należy Gdańsk. Jest on zgodny z prezentowanym w rozdziale 4.3. na rys. 51 schematem.

Metodologia postępowania w przypadku Gdańska mogłaby wyglądać następująco:

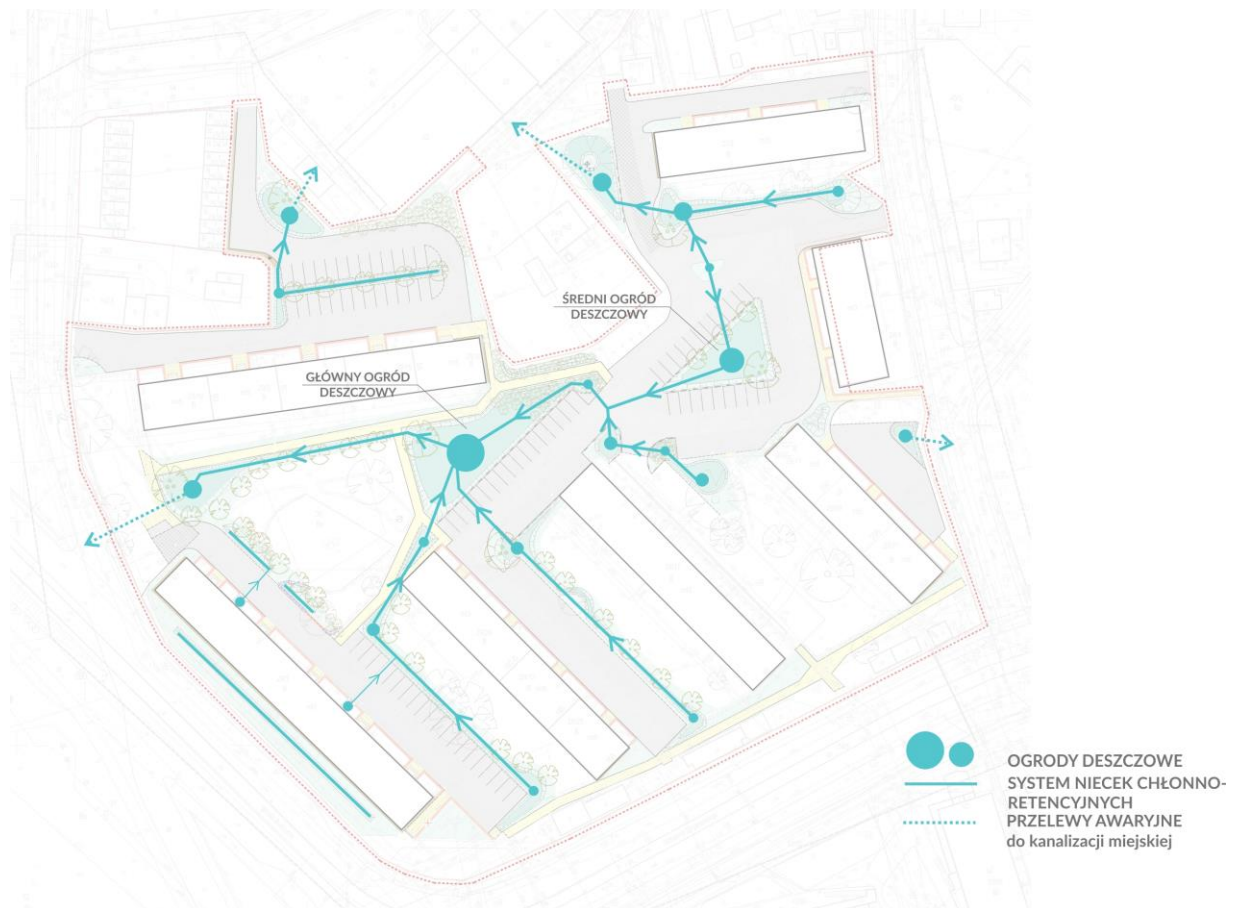
Etap 1.: SuDS – projekt/ty pilotażowe.

W tym etapie należałoby wytypować jedno lub kilka, newralgicznych ze względu na problemy z wodami opadowymi, obszarów miasta. W zależności od źródła inspiracji procesu (na przykład Rada Dzielnicy, lub któraś z miejskich spółek celowych, władze miasta, deweloper) mogą to być podwórka komunalne, nowa zabudowa mieszkaniowa, lokalny węzeł komunikacyjny, przestrzeń publiczna, itp. Wytypowana przestrzeń (przestrzenie) powinna zostać objęta pilotażowym programem zagospodarowania wód opadowych przy zastosowaniu SuDS.

Jako przykład faktycznego działania miasta, mogącego być punktem startowym dla wdrażania ZI, można podać pilotażowy projekt *'Odwodnienia podwórek komunalnych za pomocą systemu małej retencji'* w okolicach ul Skiby, ul. Wrzosa i ul. Stryjewskiego, w dzielnicy Stogi. Projekt ten realizowany jest przez autorkę niniejszej dysertacji z inicjatywy Gdańskiego Zarządu Nieruchomości Komunalnych (GZNK, Gdańska miejska spółka celowa zarządzająca nieruchomościami komunalnymi) oraz Rady Dzielnicy Stogi przy współpracy Dyrekcji Rozbudowy Miasta Gdańska (DRMG, miejskiej spółki celowej obsługującej miejskie inwestycje). W podwórkach objętych projektem od lat istniał problem z zalegającą po każdym deszczu wodą opadową. Mieszkańcy przez lata na własną rękę starali się utwardzać nawierzchnię podwórek w sposób niekontrolowany, co doprowadziło do uszczelnienia gruntu. W związku z tym, że materiał uszczelniający stanowił gruz, żużle i inne nieadekwatne materiały (odpady) sytuację tylko pogorszono. Na przełomie 2016 i 2017 roku autorka dysertacji razem ze studentami Sopotkiej Szkoły Wyższej oraz studentami Akademii Sztuk Pięknych, GZNK oraz Radą Dzielnicy Stogi zorganizowali cykl warsztatów dla mieszkańców, podczas których powstały wstępne koncepcje zagospodarowania obszarów podwórek. Ich podstawą były zgłoszone podczas warsztatów problemy mieszkańców w korzystaniu z przestrzeni podwórek. Najpoważniejszy problem stanowiła zalegająca przez znaczną część roku na terenie woda opadowa. Dodatkowo zgłaszano problem z dużego zapylenia w okresach suchych, a także problemy z parkowaniem (głównie ze względu na zalegającą wodę). Efektem finalnym warsztatów było sformułowanie wytycznych do opracowania profesjonalnego projektu zagospodarowania terenu (w zakresie procedury pozwolenia na budowę), a w szczególności utwardzenia terenu i zagospodarowania wód opadowych w ramach systemu SuDS. Schemat działania SuDS opracowany w

ramach tego projektu pokazuje rys. 71. Projekt zagospodarowania podwórek przedstawiono natomiast na rysunku na rys 72 i 73.

**Rys. 71. Schemat odwodnienia podwórek w dzielnicy Stogi**



Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss

Dążeniem autorki było praktyczne wdrożenie w przestrzeń Gdańska założeń 'management train' stosowanych w ramach SuDS (opisanych w podrozdziale 3.3.1.). Schemat na rysunku 71. przedstawia połączenia przelewowe obiektów małej retencji, jak niecki chłonne i różnych rozmiarów ogrody deszczowe, które w sytuacji awaryjnej (tu zastosowano opad obliczeniowy 10-letni) odprowadzane są do kanalizacji deszczowej.

**Rys. 72. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Projekt zagospodarowania terenu. Projekt budowlany.**

*Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss,*

**Rys. 73. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Projekt wykonawczy. Detal nasadzeń**

*Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss,*

**Rys. 74. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Przekroje.**

*Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss,*

**Rys. 75. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Zlewnie ogrodów deszczowych**

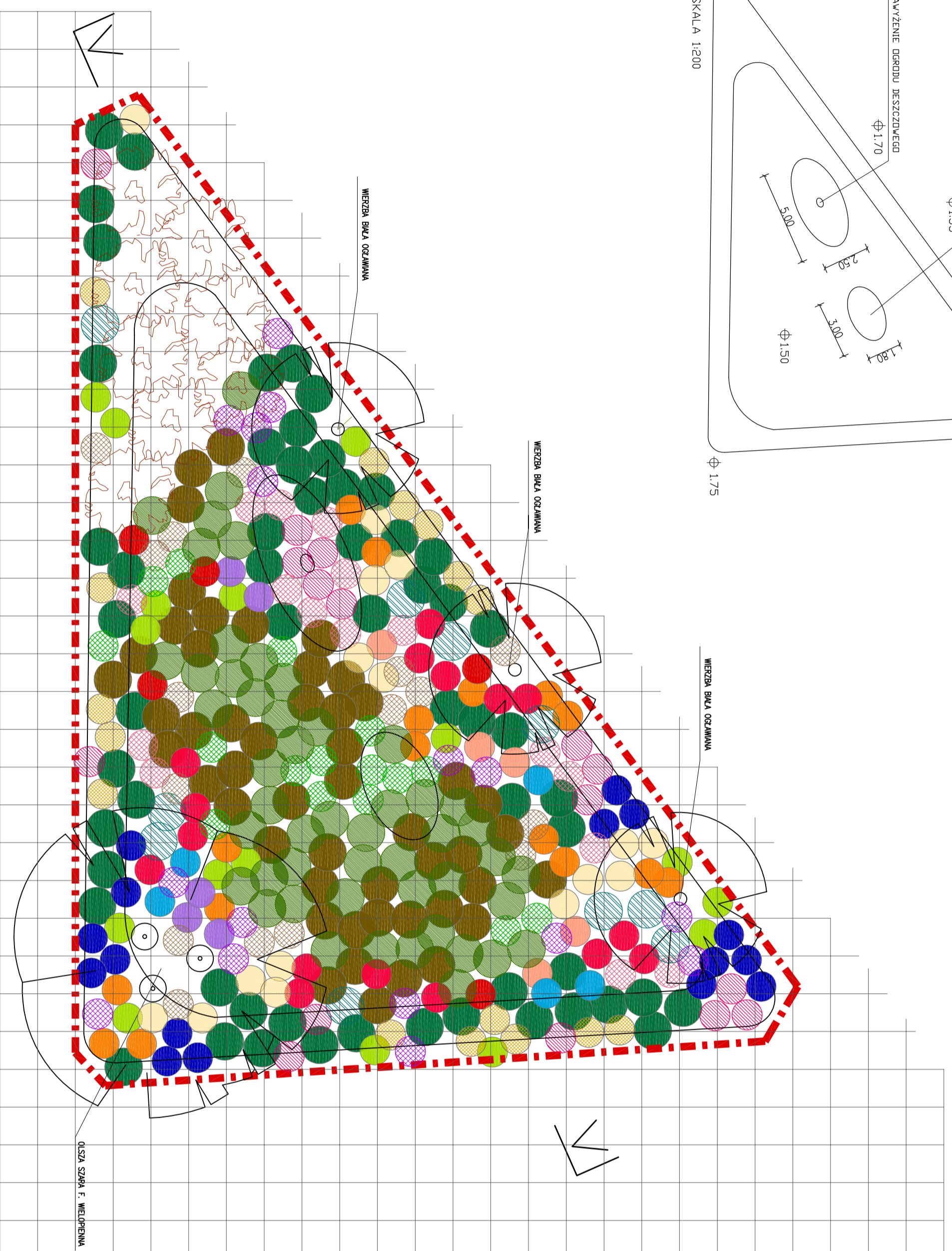
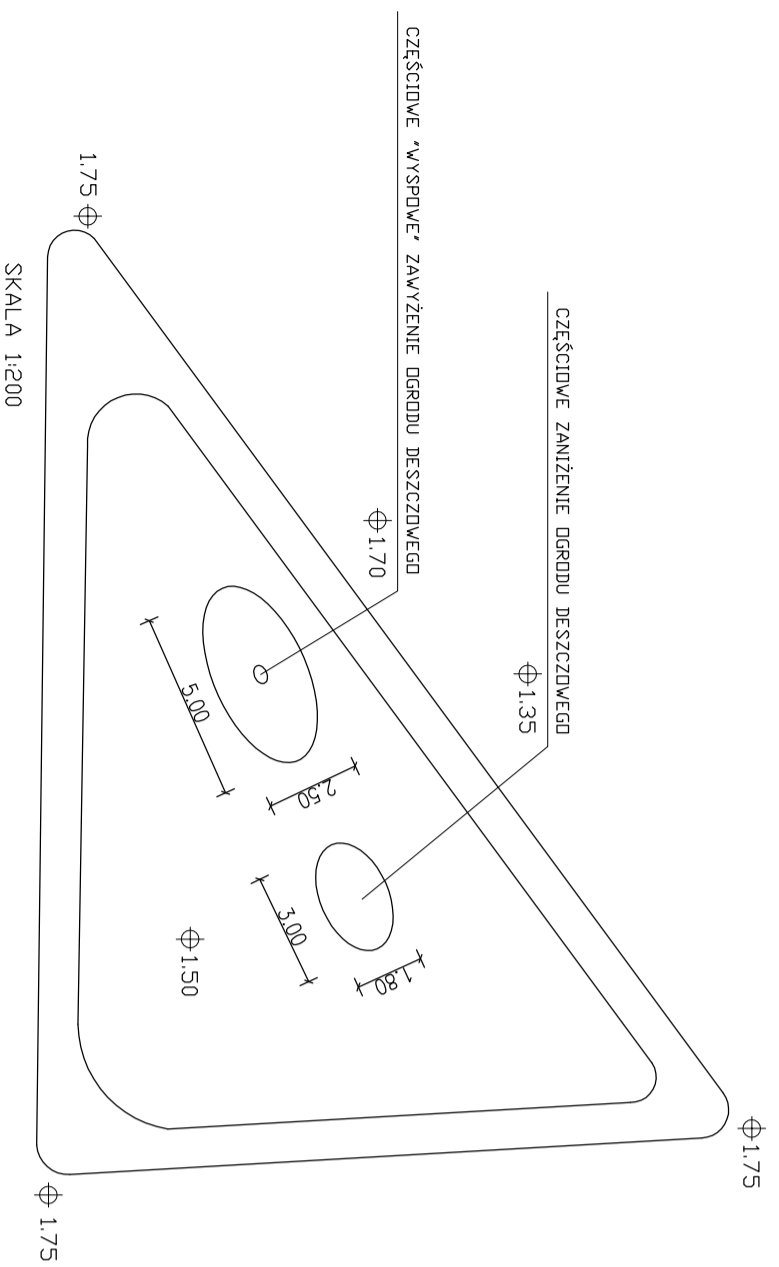
*Źródło: Zieleniarium Joanna Rayss, Hydrostudio*





# DETAL D4

WSZYSTKIE DETALE POKAZANE ZOSTAŁY ZRZUTOWANE NA SIATKĘ METR NA METR Z KŁADEM SKARP NA PŁASKO



- OZNACZENIA:**
- WIEŻBA SZPRAŁA - grupa 10 sztuk

- TRAWY:**
- TRAWA ZIMOCZNAJA - grupa 5 sztuk
  - PASTUSZKA - grupa 5 sztuk
  - KAMISZKOWA - grupa 5 sztuk
  - SZYBKOZIELNA - grupa 5 sztuk
- BRUKI:**
- KAMISZKOWA - grupa 6 sztuk
  - KOSCIUSZKOWA - grupa 6 sztuk
  - WĘGIŁNA - grupa 6 sztuk
  - TŁUSZCZYKOWA - grupa 6 sztuk
  - WIEŻBOWA - grupa 6 sztuk
  - WĘGIŁNA - grupa 6 sztuk
  - STRZYLAKOWA - grupa 6 sztuk
  - KACZMAREKOWA - grupa 6 sztuk
  - CZERWIENIOWA - grupa 6 sztuk
  - DZIĘCIEŁOWA - grupa 6 sztuk
  - BIAŁA - grupa 6 sztuk
  - ZIMOCZNAJA - grupa 6 sztuk
  - PRZECIWKWASOWA - grupa 6 sztuk
  - KIEKISZKOWA - grupa 6 sztuk

**Zieleniarium**  
JOANNA RAYSS

ZIELENIARIUM JOANNA RAYSS 80-299 Gdańsk, ul. Balcerskiego 6/10  
tel/fax: 058 522 99 74 kom: 694 686 375  
e-mail: biuro@zieleniarium.pl www.zieleniarium.pl  
NIP: 851-248-98-24 REGON: 220802203

**PROJEKT:** ODWODNIENIE PODWORZĘ W DZIELNICY STOGI  
**ADRES:** Gdańsk, ul. Strykowskiego 16, 18, 20, ul. Wyrzyki 2, 4, ul. Słupki 1, 2 5 dzielnicy Miasta Gdańska nr 2950, 292, 2715 okryty 295  
**MIEJSCOWOŚĆ:** Dyrekcja Rozwodowy Miasta Gdańska ul. Zagłowa 11, 80-001 Gdańsk  
**RISUNOK:** DETAL WSAZDZEŃ D4  
**FAZA:** PROJEKT WYKONAWCZY

BRANŻA:	ZIELENI	PROJEKT WYKONAWCZY
AUTOR:	mgr inż. arch. JOANNA RAYSS	
DATA:	09/2017	SKALA: 1:100
		WYKONAWCA: Z.05
		REDAKTOR:



MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH  
SKALA 1:500

Objekt: Stryjewskiego

Identyfikator i nazwa jednostki ewidencyjnej: 226101\_M\_Gdańsk  
Identyfikator i nazwa obrębu ewidencyjnego: 226101\_1.0256, 0257, 0258  
Nr sekcji: 6.221.26.19.4.3.-4.4.-24.2.1.-2.2  
IZP: 6640.47873.2017  
Układ współrzędnych prostokątnych płaskich: 2000 strefa 6  
Geodezyjny układ odniesienia: Kronstadt 86 bis  
Imię i nazwisko lub nazwa podmiotu, który wykonał mapę  
oraz podpis osoby reprezentującej ten podmiot:

USŁUGI GEODEZYJNE GEO/WAP  
AL. JANA PAWŁA II 20  
80-462 GDĄNSK  
NIP: 888-283-04-59 REGON: 220802976  
T: 606-471-896 E: biuro@gewoap.pl

Imię i nazwisko, numer świadectwa nadania uprawnień  
geodety, który sporządził mapę:

mgr inż. Paweł Kłockowski  
numer uprawnień: 21537

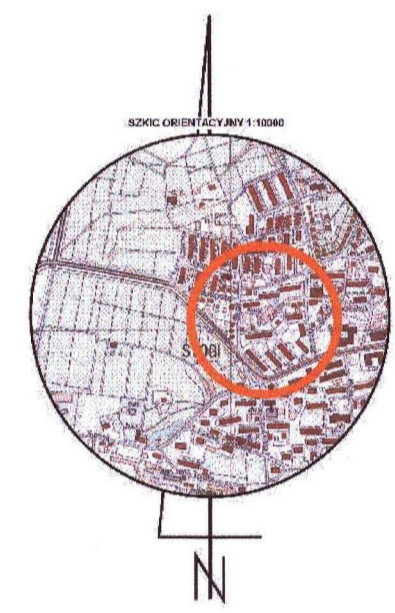
— — Oznaczenie granic obszaru, który był przedmiotem opracowania.  
Gdańsk, dnia 26.06.2017r.

Służebności gruntów nie badano.  
Nie wyklucza się istnienia w terenie urządzeń podziemnych, dla których  
brak było informacji branżowych i nie zostały odnalezione w czasie  
inventaryzacji geodezyjnej.

W dniu 01.06.2017r. uzupełniono o treść nakładki RKSPUT Gdańsk  
- patrz mapa  
Gdańsk, dn. 01.06.2017r.

Zbiór obiektów nie objętych katalogiem baz danych

o wloty śmietnikowe

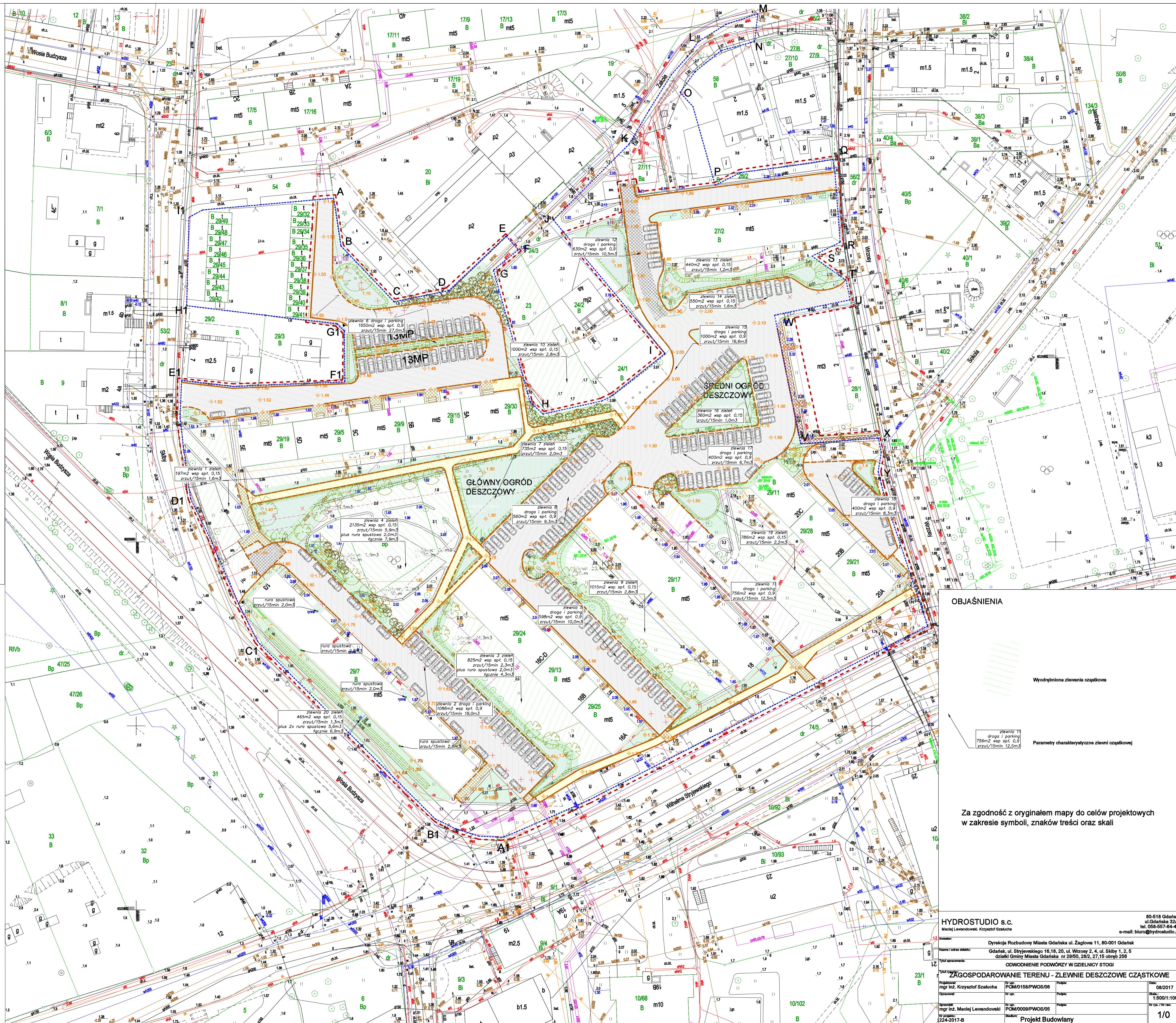


GEODETA UPRAWNIENY  
mgr inż. Paweł Kłockowski  
nr uprawnień 21537 GGK

2017-06-26

Plan opracowany w wyniku prac geodezyjnych i kartograficznych, których rezultaty zawiera opisanie techniczne wykazany do ewidencji materiałów parafianowanego zaobrazowania. Urząd Miasta w Gdańsku - Wydział Geodezji i Kartografii, Referat Zarządu Geodezyjnego. 2017. 11674854. 2017. 08.08.

PODSPIEKTOR  
Ewelina Nowaliska  
2017-09-26



**OBJAŚNIENIA**

Wydrobiona zlewnia cząstkowa

Parametry charakterystyczne zlewni cząstkowej

Za zgodność z oryginałem mapy do celów projektowych  
w zakresie symboli, znaków treści oraz skali

<b>HYDROSTUDIO s.c.</b> Marek Lewandowski, Krzysztof Szalucha		80-518 Gdańsk ul. Gdańska 32A tel. 66-667-64-46 e-mail: biuro@hydrostudio.pl	
Dyrekcja Rozbudowy Miasta Gdańsk ul. Żeglowna 11, 80-001 Gdańsk			
Miejscowość i ulica obiektu: Gdańsk, ul. Stryjewskiego 16, 18, 20, ul. Wilczy 2, 4, ul. Słaby 1, 2, 5 działki Gminy Miasta Gdańsk nr 29/50, 29/2, 27, 15 obręb 256			
ODWODNIENIE PODWÓRZY W DZIELNYCY STOGI			
<b>ZAGOSPODAROWANIE TERENU - ZLEWNIE DESZCZOWE CZĄSTKOWE</b>			
Projektant: mgr inż. Krzysztof Szalucha	PO/M/0158/PW/06/08	Podpis:	08/2017
Opisownik: mgr inż. Marek Lewandowski	PO/M/0008/PW/06/05	Podpis:	15/001/100
Wzrostki: nr uprawnień: 224-2017-B		Podpis:	1/0
Projekt Budowlany			

Rysunek 72. Prezentuje integrację systemu małej retencji, którym jest w tym przypadku SuDS, z projektem zieleni, gdzie prawie wszystkie nasadzenia, jak ogławiane wierzby białe (*salix alba*), naturalne formy olszy (*alnus*), krzewy wierzby szarej (*salix cinerea*) oraz wielogatunkowe nasadzenia ogrodów deszczowych i niecek (ukazane w przykładowym rysunku detalu – rys. 73 oraz przekroju ogrodów deszczowych na rysunku 74.), stanowią część projektowanego systemu stanowiąc obiekty wielofunkcyjnej infrastruktury odwodnieniowej. Każdy obiekt w systemie ma przyporządkowaną sobie mikro zlewnię cząstkową, przeliczoną przez projektanta sanitarnego na podstawie szacunkowych współczynników spływu, projektowanych rzędnych terenowych i niwelet, co prezentuje rysunek 74. Projekt po zrealizowaniu (co planowane jest w pierwszej połowie 2018 roku) może stać się punktem wyjścia dla etapu 2.

### Etap 2. Informacja, Edukacja, promocja.

Zrealizowany na etapie 1 obiekt (obiekty) może stać się podstawowym narzędziem promocji rozwiązań z zakresu SuDS i małej retencji na całym obszarze miasta, udowadniając, że takie rozwiązania mogą być efektywne ekonomicznie, przestrzennie, funkcjonalnie, podnosząc jednocześnie jakość życia mieszkańców. Może stać się także wzorem dla realizacji kolejnych obiektów.

Akcja promocyjna może mieć różny charakter. Funkcjonujący obiekt stać się może swoistym demonstratorem, wartym promocji w środkach masowego przekazu, artykułach w prasie branżowej itp. Powinien zostać opracowany także podręcznik projektowania rozwiązań z zakresu SuDS i małej retencji, z zestawem tzw. 'dobrych praktyk'. Można zorganizować także platformę internetową opartą na tzw. wolontariackiej informacji geograficznej, jak *Gdańska Mapa Porządku*<sup>120</sup>, gdzie mogłyby być zgłaszane miejsca problematyczne z punktu widzenia zagospodarowania wód opadowych. Miałyby to z jednej strony walor edukacyjny, uświadamiając mieszkańcom problem i możliwe jego rozwiązania, z drugiej dając przestrzenną bazę danych, potrzebnych do kolejnych realizacji. Kolejnym pomysłem są warsztaty dla mieszkańców organizowane w ramach przygotowywania wniosków do Budżetu Obywatelskiego. Projekty stworzone w ramach takich warsztatów mogą być potem promowane na etapie opiniowania wniosków. Należałoby także promować

<sup>120</sup> <http://mapa.gdansk.gda.pl/mp/app/index>

rozwiązania SuDS i małej retencji jako pożądane w innych miejskich projektach. W Gdańsku GZNK organizuje corocznie akcję o nazwie 'Wspólne Podwórko'. W ramach tego programu oferuje się wspólnotom mieszkaniowym, zawiązanym przez mieszkańców gdańskich budynków komunalnych, pieniądze na zagospodarowanie przestrzeni ich podwórek, o ile wydzierżawią obszar podwórka od miasta. W ramach tej akcji zalecane byłoby opracowane szeregu wytycznych i wymogów dotyczących zagospodarowania wody opadowej na podwórkach, zgodnie z SuDS i programem małej retencji. Można dodatkowo zorganizować dla mieszkańców warsztaty, na których wspólnie z ekspertami zaprojektują swoje 'niebieskie podwórka'<sup>121</sup> z korzyścią dla siebie i całego miasta. Na tym etapie stosowanie rozwiązań z zakresu SuDS nie jest jeszcze obligatoryjne.

### Etap 3. Rozprzestrzenianie SuDS na kolejne dzielnice, WSUD.

Na tym etapie wytypować można (na przykład wykorzystując dane z wolontariackiej informacji geograficznej) kilka kolejnych przestrzeni do wdrożenia rozwiązań SuDS. Należałoby także stworzyć ogólne wytyczne dla realizacji zwiększających lokalną retencję od rozwiązań systemowych, po pojedyncze indywidualne małe ogrody deszczowe<sup>122</sup>, w kontekście dogęszczania i łączenia zdefragmentowanego miejskiego systemu zieleni oraz zwiększania jego funkcjonalności. Jako narzędzie pomocne na tym etapie należy wykorzystać WSUD. Wytyczne te, zarówno w formie pojedynczych przewodników, dla indywidualnych mieszkańców, jak i sformalizowanych wytycznych projektowych dla projektantów i inwestorów, powinny zostać rozpropagowane także wśród różnych miejskich spółek i organów. Wymaga to współpracy pomiędzy organami miasta, w ramach spójnej polityki wodnej. Finalnie wytyczne powinny być uwzględniane nie tylko przy ew. projektach odwodnień i przyłączeń do sieci kanalizacji deszczowej, lecz także w projektach do budżetu obywatelskiego, projektach planów miejscowych i wszelkich innych opracowań planistycznych. Na tym etapie rozwiązania z zakresu SuDS powinny stawać się stopniowo obowiązujące i wymagane.

<sup>121</sup> Pomysł ten podchwycił GZNK oraz WŚ UMG i planuje się faktycznie opracować takie wytyczne i warsztaty w przyszłym roku w czym aktywnie angażuje się autorka niniejszej dysertacji

<sup>122</sup> Takie wytyczne są aktualnie tworzone przez autorkę dysertacji w ramach pracy w Gdańskich Wodach.

#### Etap 4. Plan ZI.

Wytyczne odwodnieniowe stają się podstawą do opracowania spójnej miejskiej strategii i planu Zielonej Infrastruktury dla Gdańska.

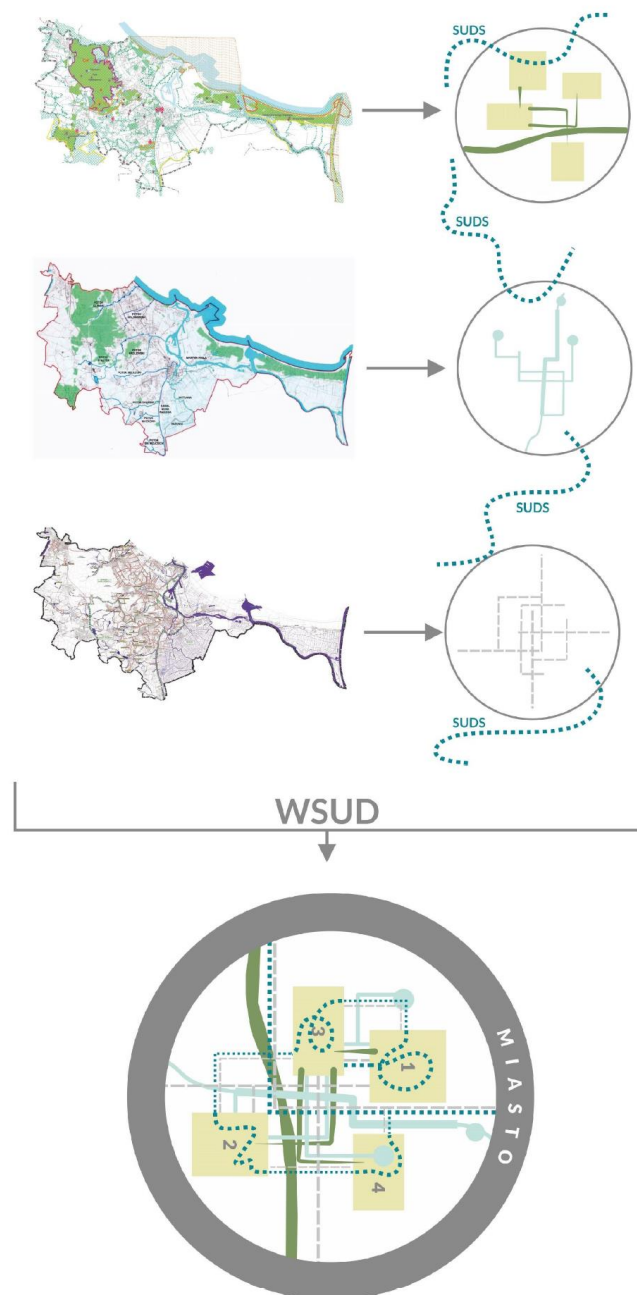
Punktem wyjścia do tworzenia systemu ZI powinien stać się funkcjonujący w mieście OSTAB (opisany szczegółowo w rozdziale 4.4.6.). Jego poważnym mankamentem w przypadku Gdańska jest brak przestrzennej ciągłości i łączności pomiędzy elementami. Połączenia pomiędzy elementami struktury OSTAB można stopniowo realizować dzięki rozbudowywanym obiektom SuDS i małej retencji. W działania te powinny się szczególnie zaangażować ściśle współpracujące ze sobą miejskie spółki celowe, jak Zarząd Dróg i Zieleni (ZDiZ, miejska spółka odpowiadająca za projektowanie i utrzymanie miejskiej zieleni), Gdańskie Wody, DRMG, GZNK, Wydział Środowiska UM oraz miejski organ planistyczny: Biuro Rozwoju Gdańska, we współpracy ze znajdującymi się na terenie miasta zarządami Lasów, czyli Trójmiejskim Parkiem Krajobrazowym oraz Regionalną Dyрекcją Lasów Państwowych w Gdańsku.

ZI powinna docelowo być:

- tworzona jako zróżnicowany, szeroko rozpowszechniony, strategicznie zaplanowany układ elementów wzajemnie wewnątrznie i zewnątrznie połączonych, uwzględniający w szczególności rozwiązania sprzyjające zwiększaniu naturalnej pojemności retencyjnej miasta;
- uwzględniona w wycenie gruntów i decyzjach dotyczących gęstości zabudowy i struktury miejskiej;
- dostępna dla społeczności lokalnej umożliwiając alternatywne opcje przemieszczania się;
- projektowana w celu ukazania i wzmocnienia lokalnego charakteru i tożsamości miasta, jego krajobrazu i charakterystycznych lokalnych siedlisk;
- wielofunkcyjna, integrująca wiele różnorodnych funkcji w ramach jednego obszaru i w ramach całej sieci ZI;
- wdrażana poprzez skoordynowane planowanie, realizację i zarządzanie ponad podziałami lokalnych wydziałów i granic administracyjnych;
- scalana fizycznie i funkcjonalnie na wszystkich poziomach w ramach miasta i jego sub-regionu;

Łącząc w ten sposób elementy istniejącego systemu zieleni (OSTAB), elementy miejskiej hydrologii oraz 'zazieleniając' obiekty miejskiej infrastruktury, używając do tego tworzonych stopniowo obiektów SuDS i wspomagając się narzędziami WSUD stworzyć można ZI Gdańska, co ukazuje schemat na rysunku 75.

**Rys. 75. Propozycja syntezy elementów infrastruktury przyrodniczej hydrograficznej i technicznej przy pomocy SuDS i WSUD, jako potencjał budowania optymalnego układu Zielonej Infrastruktury w Gdańsku**



Źródło: opracowanie własne, grafika: J.Rayss, A. Kempa



#### Etap. 5. Potrzeby zmian prawa

Docelowo ZI powinna zostać wdrożona w system planowania przestrzennego Gdańska w skali lokalnej i regionalnej, co powinno zostać formalnie przeprowadzone w ramach oficjalnie przyjętych dokumentów planistycznych, w tym w szczególności SUIKZP oraz Planach Miejscowych.

#### Etap. 6. Program Regionalny

Na tym etapie w ramach Programu Adaptacji do Zmian Klimatycznych można dążyć do objęcia całych Żuław programem podobnym do DU.

#### Etap 7. Zmiany ustaw.

Lobbing, w razie potrzeby zmian na poziomie ustawowym, w celu ułatwienia realizacji SuDS, WSUD i DU oraz wsparcia finansowego z programów ogólnokrajowych i europejskich.

Etap 8. Monitoring i niezbędne korekty strategii, planów, projektów i działań – czyli zarządzanie adaptacyjne

### **Podsumowanie**

**Po szczegółowym przeanalizowaniu uwarunkowań Gdańska wpływających na zagrożenia i problemy miasta w świetle zmian klimatycznych i zarządzania wodami opadowymi wykazano, że Koncepcja Zielonej Infrastruktury (jako logiczna konsekwencja wielowiekowego rozwoju teorii dotyczących relacji natura – miasto – człowiek) jest miastu potrzebna i może zostać wdrożona w za pomocą oddolnie realizowanych rozwiązań z zakresu proekologicznego zarządzania wodami opadowymi. Tym samym udowodniono Tezę III dysertacji.**

## ROZDZIAŁ 5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Historia osadnictwa pokazuje, że dostęp do wody i wykorzystanie naturalnych uwarunkowań przyrodniczych były zawsze podstawą do osiedlania się ludzi i tworzenia miast. Rozwój cywilizacyjny, a w szczególności postęp naukowy sprawiły, że ludziom wydawało się, że możliwości osiedlania się i rozbudowy miast są nieograniczone i całkowicie niezależne od naturalnych uwarunkowań. Współczesne miasta zaczęły powstawać nawet na pustyni, co wieki temu było niewyobrażalne. Ostatnie lata jednak coraz brutalniej pokazują, że jednym z najważniejszych czynników, które zadecydują, czy osadnictwo ludzkie przetrwa i będzie się nadal rozwijać, jest to czy i jak zaadaptujemy się do swojego geograficznego i klimatycznego kontekstu. Przesłanie jest oczywiste: ludzkość przetrwa w ekstremalnym środowisku jedynie wtedy, gdy bardziej uważnie zacznie kształtować swoje relacje z lądem, wodą i klimatem. Jest to niezbędne do wzrostu i rozwoju społeczeństwa.

W opinii wielu badaczy tematu współczesne miasta, w których mieszka dzisiaj ponad połowa mieszkańców Ziemi, są źródłem większości negatywnych skutków oddziaływania antropogenicznego na systemy przyrodnicze, co ukazano w niniejszej pracy. Przytaczana w pracy koncepcja zrównoważonego rozwoju, oparta z jednej strony na podstawach antropocentrycznych (stawiając jako jeden z celów poprawę jakości życia obecnego i przyszłych pokoleń ludzkich), jednocześnie podkreśla potrzebę utrzymywania zasobów przyrodniczych w aktualnym stanie. Jej przedmiotem zainteresowania są procesy przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne zachodzące w miastach oraz, w skutek suburbanizacji, w ich otoczeniu. Kontekst zrównoważonego rozwoju i zasad z nim związanych wpisuje się także w zagospodarowywanie wód opadowych na obszarach zurbanizowanych. W naturalnym, nieprzekształconym przez człowieka otoczeniu miast, istnieje dynamiczna równowaga pomiędzy ilością opadów a ich spływem, wsiąkaniem i parowaniem. Urbanizacja doprowadza do radykalnej zmiany rozkładu i intensywności opadów. Wpływa także na intensywność odpływu wód opadowych, determinując funkcjonowanie całej infrastruktury miejskiej, a także odbiorników wód opadowych. Celem planowania i zarządzania systemem wodnym powinno być dążenie do równowagi w bilansie wodnym miasta. Woda, spadająca na miasto w postaci deszczu, śniegu, gradu lub mgły, powinna być traktowana jako cenny, niemający

substytutu zasób, a nie tylko problem i zagrożenie. Narzędziem umożliwiającym realizację tego celu jest zintegrowana z proekologicznym zarządzaniem wodami opadowymi koncepcja ZI miasta. Celem niniejszej dysertacji była więc analiza możliwości zintegrowania struktury istniejącego miejskiego systemu zieleni ze zrównoważoną gospodarką wodami opadowymi tak, aby dążyć do przywrócenia zachwianego bilansu wodnego miasta. Dla realizacji tego zamierzenia stworzone zostały w pracy **modele wdrażania koncepcji ZI miasta w oparciu o metody i narzędzia zarządzania wodami opadowymi w różnej skali**. Cel ten zrealizowano dokonując wcześniej szeregu badań i analiz, z których najważniejsze wnioski kształtują się następująco:

- Koncepcja ZI jest logiczną konsekwencją wielowiekowego rozwoju teorii dotyczącej relacji natura – miasto – człowiek.
- Koncepcja ZI łączy w sobie wiedzę i doświadczenia wielu dziedzin zajmujących się badaniem miasta i terenów zurbanizowanych umożliwiając i ułatwiając transdyscyplinarny dialog pomiędzy badaczami i projektantami, m.in. dzięki uniwersalnej terminologii.
- Dzięki zintegrowanej **ZI miasta**, miejski system przyrodniczy staje się nie tylko terenem ekologicznie aktywnym, lecz także równorzędną infrastrukturą miasta która, obok infrastruktury szarej (technicznej), **może** i powinna **świadczyc mieszkańcom konkretne, przeliczalne na wartości finansowe, usługi ekosystemów**, od usług podstawowych i zaopatrujących (jak tworzenie gleby czy zaopatrzenie w żywność i wodę) po usługi regulacyjne (jak regulacja klimatu) i kulturowe (jak wartość estetyczna, duchowa czy edukacyjna ekosystemów).
- **Zrównoważone metody zagospodarowania wód opadowych, dzięki którym tworzone są połączenia pomiędzy zdefragmentowanymi elementami zieleni oraz współtworzona jest ZI miasta** pozwalają uwzględniać, oprócz cech przyrodniczych, funkcjonalnych i ekonomicznych, również walory krajobrazowe, społeczne i estetyczne przestrzeni miejskiej, **nadając jej cechy wielofunkcyjne**.
- **W dotychczasowych publikacjach** z zakresu ZI oraz proekologicznych metod zarządzania wodami opadowymi **nie podnoszono** możliwości wykorzystania zintegrowanych systemów zarządzania i zagospodarowywania wodami opadowymi jako budulca dla ZI miasta. **Brakowało** także pozycji koncentrujących się na kreacji nowych, wielofunkcyjnych elementów ZI,

tworzonych oddolnie z zamierzeniem włączania ich w sieć ZI. Na obszarach miejskich, mocno zurbanizowanych, trudno znaleźć obszary o wyjątkowych walorach przyrodniczych, coraz trudniej także utrzymać istniejące elementy, szczególnie, kiedy są one odizolowanymi fragmentami miejskiego systemu zieleni (jak szpaler drzew czy drzewo pojedyncze). **Zaproponowany w pracy sposób tworzenia ZI miasta przy pomocy proekologicznych metod zarządzania wodami opadowymi jest odpowiedzią na to zapotrzebowanie.**

- W pracy proponuje się integrację zagadnienia ZI z metodami zarządzania wodami opadowymi **w różnych skalach**:
  - **architektonicznej** – pojedynczej działki – metoda *Sustainable Drainage Systems*, w skrócie SuDS;
  - **dzielnicy, miasta** – *Water Sensitive Urban Design*, opisywane w skrócie jako WSUD
  - **regionu** – *Delta Urbanism*, w skrócie DU.
- W pracy wykazano, że SuDS, WSUD oraz DU są **metodami komplementarnymi i możliwe jest stworzenie przy ich pomocy sieci połączeń**, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania całej ZI miasta. Jest to **oryginalne** ujęcie zarówno **uporządkowania metod zarządzania wodami opadowymi** jak i **odniesienia** ich do różnej skali i różnego **poziomu tworzenia ZI za ich pośrednictwem**. Punktem wyjścia jest tu logiczne założenie, że każdy element zieleni do swego istnienia potrzebuje wody. Z powodu jej deficytu szczególnie cierpi zieleń miejska. Dlatego nie projektować zieleni, nie dbając o jej zasilanie w wodę. Parafrazując Talesa z Miletu **woda powinna być początkiem**.
- W pracy zaproponowano trzy modele wdrażania koncepcji ZI za pomocą SuDS, WSUD i DU w zależności od rozwiązania inicjującego proces. W ten sposób otrzymano:
  - **Model oddolny**, gdzie proces wdrażania rozpoczyna pilotażowy projekt SuDS;
  - **Model odśrodkowy**, w którym ZI tworzona inicjowana jest dzięki metodom WSUD;
  - **Model odgórny**, w przypadku którego ZI jest odpowiedzią na wytyczne DU.
- Po przeanalizowaniu uwarunkowań kształtujących charakterystykę Gdańska, a w szczególności zagrożeń i problemów wynikających z tych uwarunkowań w

świetle zmian klimatycznych i zarządzania wodami opadowymi **udowodniono, że Koncepcja ZI jest w Gdańsku potrzebna i może zostać wdrożona w za pomocą rozwiązań z zakresu proekologicznego zarządzania wodami opadowymi.**

- Zaproponowane modele wdrożeniowe, w związku z różną skalą zastosowania, stać się mogą narzędziem projektowym zarówno dla planistów i urbanistów jak i architektów i architektów krajobrazu. Uniwersalne, wariantowe rozwiązanie modelowe może znaleźć zastosowanie zarówno przy projektowaniu obiektów zielonej i szarej infrastruktury Gdańska, jak i miast o zbliżonych uwarunkowaniach.
- Na przykładzie Gdańska przeanalizowano możliwość wdrażania ZI za pomocą modelu oddolnego.
- W pracy przedstawione zostały przykłady projektów autorki zrealizowanych w różnej skali, od skali osiedla, przez zagospodarowane podwórka po detale rozwiązań. Projekty opracowane zostały we współpracy z architektami, projektantami sanitarnymi i drogowymi, co ukazuje zalety współpracy wielobranżowej w tej dziedzinie i możliwość kształtowania obiektów zgodnych z tezami niniejszej dysertacji. Projekty udowadniają, że możliwe jest kształtowanie przestrzeni zgodnie z teorią prezentowaną w pracy także w realiach polskich i trójmiejskich.

Dla realizacji zamierzeń w dysertacji przyjęto i udowodniono następujące tezy, związane z rolą pełnioną przez wody opadowe w tworzeniu i zarządzaniu ZI miasta.

#### Teza I.

Proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi mogą i powinny stać się podstawą tworzenia systemu Zielonej Infrastruktury miasta, co jest zgodne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju.

#### Teza II.

Wody opadowe powinny zasilać miejski system zieleni, utrzymując jego funkcjonowanie, tworzyć połączenia pomiędzy jego zdefragmentowanymi elementami oraz umożliwiać kreację jego nowych fragmentów.

### Teza III.

Koncepcja Zielonej Infrastruktury, jako logiczna konsekwencja wielowiekowego rozwoju teorii dotyczących relacji natura – miasto – człowiek, może zostać wdrożona w Gdańsku za pomocą oddolnie realizowanych rozwiązań z zakresu proekologicznego zarządzania wodami opadowymi.

Zaproponowane w pracy modele wdrożeniowe, które traktowane mogą być jako uniwersalne wytyczne dla kształtowania ZI miasta w oparciu o kompleksowe zarządzanie wodami opadowymi, wymagają praktycznej weryfikacji w ramach promowanego przez ZI zarządzania adaptacyjnego (co omówiono w rozdziale 2.4.). Wymagają także uszczegółowienia i dalszego rozwoju wiedzy i praktyki w tej dziedzinie.

Oprócz podstawowego celu naukowego, pracy przyświecał cel dydaktyczny i popularyzatorski. Rozważania skierowane są do architektów, urbanistów, planistów, architektów krajobrazu, projektantów sanitarnych, drogowych i innych zaangażowanych w projektowanie i wdrażanie ZI miasta oraz proekologiczne metody zarządzania wodami opadowymi. Niezbędne jest dalsze zgłębianie zagadnienia w ramach opracowań branżowych przez konkretnych specjalistów, a szczególnie tworzenia opracowań wielobranżowych. Niezbędne jest integrowanie gospodarki wodami opadowymi z istniejącą siecią hydrologiczną, systemem miejskiej kanalizacji deszczowej i systemem ZI, zwłaszcza w obszarach o dużych deniwelacjach, jak gdańska strefa krawędziowa wysoczyzny morenowej. Konieczna jest kreacja nowych, wielofunkcyjnych obszarów zieleni, które współtworzyć będą miejską sieć obszarów cennych przyrodniczo. W tym celu należy stworzyć szczegółowe wytyczne dla ich kreacji, od konkretnych parametrów urbanistycznych i hydrologicznych po kompleksowe analizy i wytyczne fitosocjologiczne. Warto opracować metody współpracy organów miejskich w ramach wdrażania koncepcji ZI.

W pracy szczególnie skoncentrowano się na wdrażaniu ZI miasta przy pomocy SuDS i WSUD. Wdrażanie ZI za pomocą wodnych strategii w charakterze zbliżonym do DU, wymaga dalszego zgłębiania. Aktualnie wdrażane jest w Polsce Nowe Prawo Wodne. Kształtuje to zupełnie nową sytuację prawno-organizacyjną, stanowiąc nowe uwarunkowania dla wdrażania ZI za pomocą metod zarządzania wodami opadowymi. Analizy wymaga zakres i charakter wpływu nowej ustawy oraz możliwości jej

wykorzystania dla rozwoju koncepcji zaprezentowanej w pracy. Podsumowując, przedstawiona praca stanowi głos w dyskusji na temat wdrażania koncepcji ZI w strukturę miasta, proponując autorskie ujęcie oparte na zarządzaniu wodami opadowymi, zarysowując pole dalszych badań naukowych.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Acot, Pascal (1994): *Histoire de l'écologie*. Paris: Presses universitaires de France (Que sais-je?, 2870).
- Adler, Frederick R.; Tanner, Colby J. (2013): *Urban ecosystems. Ecological principles for the built environment*.
- Ahern, Jack (1995): *Greenways as a Planning Strategy*. In *Landscape and Urban Planning Special Greenways Issue* (33(1–3)), pp. 131–155.
- Ahern, Jack (2007): *Green infrastructure for cities: The spatial dimension*. 2007. In Vladimir Novotny, Paul Brown (Eds.): *Cities of the future. Towards integrated sustainable water and landscape management*, vol. 2007, pp. 265–283, checked on 5/4/2007.
- Ahern, Jack (2013): *Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design*. In *Landscape Ecology* July 2013 (Volume 28, Issue 6), pp. 1203–1212.
- Andrzejewski, Roman: *Ekologia a planowanie przestrzenne*. In : *Podstawy przestrzenne ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego*, CPBP 04.10.11, WA Politechniki Gdańskiej, 1990, checked on 1990.
- Andrzejewski, Roman (1975): *Problemy ekologiczne kształtowania środowiska w mieście*. In *Wiadomości ekologiczne* XXIX (3), pp. 175–186.
- Andrzejewski, Roman (1981): *Ekofizjografia i ekologiczne kształtowanie środowiska biotycznego na obszarach zurbanizowanych*. In *Człowiek i środowisko* IV (4), pp. 5–20.
- Aristoteles (1968): *Fizyka*. Warszawa: Państw. Wydaw. Naukowe (BIBLIOTEKA KLASYKÓW FILOZOFII).
- Aristoteles; Krąpiec, Mieczysław Albert; Maryniarczyk, Andrzej; Żeleźnik, Tadeusz A. (1996): *Metafizyka. Ta meta ta physika = Metaphysica*. Lublin: Redakcja Wydawnictw Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego.
- Aristoteles; Wróblewski, Witold; Podbielski, Henryk (2010): *Etyka wielka ;. Poetyka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN (Biblioteka Gazety Wyborczej. Wielcy filozofowie, 2).
- Austin, Gary: *CASE STUDY AND SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF Bo01, MALMÖ, SWEDEN*. In *Journal of Green Building* 2013 (8), pp. 34–50. Available online at [http://www.collegepublishing.us/jgb/samples/JGB\\_V8N3\\_a02\\_Austin.pdf](http://www.collegepublishing.us/jgb/samples/JGB_V8N3_a02_Austin.pdf), checked on 8/2/2016.
- Austin, Gary (2014): *Green Infrastructure for Landscape Planning. Integrating human and natural systems*. New York: Routledge.
- Baranowski, Andrzej (2001): *Sprawność i tożsamość struktur przestrzennych Metropolii Trójmiejskiej (aspekt urbanistyczno-architektoniczny)*. In *Biuletyn KZK PAN* (199).
- Barros Gomes, Jose (2007): *Care for Water! A Prime Resource for Sustainable Urban Development*. In Lucyna Nyka (Ed.): *Water for urban strategies*. Weimar: Verlag der Bauhaus-Universität, pp. 36–45.
- Bartkowski, Tadeusz (1986): *Zastosowania geografii fizycznej*. Warszawa: Państw. Wyd. nauk.
- Beatley, Timothy (2000): *Green urbanism. Learning from European cities*. Washington, DC: Island Press.
- Beatley, Timothy (2012): *Green cities of Europe. Global lessons on green urbanism*. Washington, DC: Island Press.
- Beauchamp, P.; Adamowski J. (2013): *An Integrated Framework for the Development of Green Infrastructure: A Literature Review*. In *European Journal of Sustainable Development* (2,3), pp. 1–24. Available online at 10.14207/ejsd.2013.v2n3p1.
- Begemann, Wolf; Schiechtel, Hugo Meinhard; Patlewicz, Sławomir (1999): *Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym*. Warszawa: Arkady.



- Benedict, Mark A.; McMahon, Edward T. (2001): Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. The Conservation Fund. Washington, DC (Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series). Available online at [www.sprawlwatch.org](http://www.sprawlwatch.org).
- Benedict, Mark A.; McMahon, Edward T. (2002): Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. In *Renewable Resources Journal* Vol 20 (Autumn), pp. 12–17.
- Benedict, Mark A.; McMahon, Edward T. (2006): Green infrastructure. Linking landscapes and infrastructures. Washington, London: Island Press.
- Benton-Short, Lisa; Short, John R. (2008): Cities and nature. London, New York: Routledge (Routledge critical introductions to urbanism and the city).
- Berkowitz, Alan R.; Nilon, Charles H.; Hollweg, Karen S. (©2003): Understanding urban ecosystems. A new frontier for science and education. New York: Springer.
- Bertalanffy, Ludwig von; Woydyłło, Ewa (1984): Ogólna teoria systemów. Podstawy, rozwój, zastosowania. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Bieroński, Jerzy (op. 2005): Zbiorniki małej retencji – problemy funkcjonowania. In Adolf Szponar, Sylwia Horska-Schwarz (Eds.): Struktura przestrzenno-funkcjonalna krajobrazu. The spatial-functional structure of landscape. Wrocław: Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski (Problemy Ekologii Krajobrazu The Problems of Landscape Ecology, t. 17), pp. 101–110. Available online at <http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol17/JerzyBieronski.pdf>.
- Bogdanowicz, Robert; Fac-Benedy, Joanna (Eds.) (2009): Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych. Gdańsk: Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego.
- Böhm, Aleksander (2006): Planowanie przestrzenne dla architektów krajobrazu. O czynniku kompozycji : podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych. Kraków: Wydawnictwo PK.
- Böhme, Gernot (2002): Filozofia i estetyka przyrody. Warszawa: Oficyna Naukowa.
- Bożętka, Barbara (2008): Systemy zieleni miejskiej w Polsce - ewolucja i problemy kształtowania. In *Problemy Ekologii Krajobrazu* (XXII), pp. 49–63. Available online at <http://paek.ukw.edu.pl/pek/index.php/PEK/article/view/2661/2401>, checked on 7/22/2014.
- Brown, Rebekah; Keath, Nina; Wong, Tony (2008): Transitioning to Water Sensitive Cities. Historical, Current and Future Transition States. In *11th International Conference on Urban Drainage* Edinburgh, Scotland, UK., checked on 7/25/2014.
- Brundtland, Gro; Khalid, Mansour; Agnelli, Susanna; Al-Athel, Sali; Chidzero, Bernard; Fadika, Lamina et al. (1987): Our Common Future. Brundtland report. Report of the World Commission on Environment and Development. Available online at <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>, checked on 1/11/2016.
- Burlińska, Agata (2013): Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego jako narzędzie zarządzania przyrodą w mieście. In Tomasz Bergier, Jakub Kronenberg, Paweł Lisicki (Eds.): Zrównoważony Rozwój — Zastosowania 4. Kraków: Fundacja Sendzimira, pp. 133–153. Available online at <http://www.sendzimir.org.pl/sites/default/files/wzr4/wzr4-10.pdf>, checked on 4/14/2016.
- Burszta-Adamiak Ewa (2010): Zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi. In *Rynek Instalacyjny* (9). Available online at <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id1581,zrownowazone-gospodarowanie-wodami-opadowymi>, checked on 30.07.201.
- Burszta-Adamiak Ewa (2011a): Odprowadzanie wód opadowych systemami do podziemnej retencji i infiltracji. In *Rynek Instalacyjny* 2011 (5). Available online at <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id1774,odprowadzanie-wod-opadowych-systemami-do-podziemnej-retencji-i-infiltracji>, checked on 7/30/2014.
- Burszta-Adamiak Ewa (2011b): Zagospodarowanie spływów opadowych za pomocą systemów bioretencji. In *Rynek Instalacyjny* 2011 (3). Available online at <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id1734,zagospodarowanie-splywow-opadowych-za-pomoca-systemow-bioretencji>, checked on 7/30/2014.
- Burszta-Adamiak Ewa (2012): Wody opadowe w miastach. Stormwater in urban area. In *Rynek Instalacyjny* 2012 (5), p. 35. Available online at <http://www.rynekinstalacyjny.pl/archiwum/id68,5-maj>, checked on 7/30/2014.

- Butler, David; Davies, John W. (2011): *Urban drainage*. 3rd ed. London, New York: Spon Press.
- C. Mell, Ian (2008): *Green Infrastructure: concepts and planning*. In *FORUM Ejournal 8 by Newcastle University* (June 2008), pp. 69–80. Available online at [file:///C:/Users/PRO/Downloads/green\\_infrastructure-libre.pdf](file:///C:/Users/PRO/Downloads/green_infrastructure-libre.pdf), checked on 1/2/2015.
- CABE Space (2003): *Planning green infrastructure*. Source: The Commission for Architecture and the Built Environment, London.
- Campanella, Richard (2010): *Delta urbanism*. New Orleans. Chicago: American Planning Association; Planners Press.
- Campbell, Bernard Grant; Bitner, Maria Aleksandra (1995): *Ekologia człowieka. Historia naszego miejsca w przyrodzie od prehistorii do czasów współczesnych*. Warszawa: Wydaw. Naukowe PWN.
- Capra, Fritjof; Woydyłło, Ewa; Wyka, Anna (1987): *Punkt zwrotny. Nauka, społeczeństwo, nowa kultura*. Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy (Biblioteka Myśli Współczesnej).
- Chmielewski, Tadeusz J. (Ed.) (2008): *Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych. Meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania*. Polska Asocjacja Ekologii Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie: Zakład Ekologii Krajobrazu i Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk – Oddział w Lublinie, Instytut Agrofizyki im.B.Dobrzańskiego PANwLublinie, Leśny Kompleks Promocyjny „Lasy Janowskie”, Roztoczański Park Narodowy. Lublin. Available online at <http://paek.ukw.edu.pl/pek/index.php/PEK/issue/view/71/showToc>.
- Chmielewski, Tadeusz Jan (2012): *Systemy krajobrazowe. Struktura - funkcjonowanie - planowanie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Choynowski, Piotr; Mycielski, Maciej M. (2005): *KARTA NOWEJ URBANISTYKI*. In *Urbanista* (6), pp. 8–10. Available online at <http://www.mau.com.pl/pdf/karta.pdf>, checked on 4/19/2016.
- CIAM; Pankiewicz, Wiesław; Wyganowski, Stanisław (2004): *Nowa Karta Ateńska 1998 Karta Ateńska 1933. Zasady planowania miast przyjęte przez Europejską Radę Urbanistów ; Karta Ateńska : przyjęta przez VI Kongres C.I.A.M. w 1933 r. wraz z komentarzem według wydania z 1941 r.* Rzeszów: POBITNO.
- Cieszewska, Agata. (2004a): *Model płatów i korytarzy - dyskusja pojęć*. In Agata. Cieszewska (Ed.): *Płaty i korytarze jako elementy struktury krajobrazu - możliwości i ograniczenia koncepcji*. Warszawa: Wydaw. SGGW (PROBLEMY EKOLOGII KRAJOBRAZU, 14), pp. 13–18. Available online at <http://paek.ukw.edu.pl/pek/index.php/PEK/article/view/4541/4161>, checked on 7/22/2014.
- Cieszewska, Agata. (Ed.) (2004b): *Płaty i korytarze jako elementy struktury krajobrazu - możliwości i ograniczenia koncepcji*. Warszawa: Wydaw. SGGW (PROBLEMY EKOLOGII KRAJOBRAZU, 14).
- Cieszewska, Agata. (2008): *Zachowanie terenów cennych przyrodniczo w kształtowaniu struktury krajobrazu na poziomie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego*. In Tadeusz J. Chmielewski (Ed.): *Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych. Meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania*. Lublin, pp. 239–250. Available online at <http://paek.ukw.edu.pl/pek/index.php/PEK/article/view/3241/2981>, checked on 7/22/2014.
- Cieśliński, Roman (op. 2005): *Wpływ antropopresji na charakter przemian wybranego cieku (Potoku Oliwskiego) aglomeracji gdańskiej*. In Adolf Szponar, Sylwia Horska-Schwarz (Eds.): *Struktura przestrzenno-funkcjonalna krajobrazu. The spatial-functional structure of landscape*. Wrocław: Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski (Problemy Ekologii Krajobrazu The Problems of Landscape Ecology, t. 17), pp. 216–225. Available online at [http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol17/Roman\\_Cieslinski.pdf](http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol17/Roman_Cieslinski.pdf), checked on 5/31/2016.
- Cieśliński, Roman (2008): *Współczesne zmiany stosunków wodnych na terenie miasta Gdańska*. In Sylwia Bródka (Ed.): *Problemy środowiska przyrodniczego miast. The problems of urban natural environments*. Poznań: Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza [etc.] (Problemy Ekologii Krajobrazu The Problems of Landscape Ecology, t. 22), pp. 19–29. Available online at [http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol22/PEK\\_XXII\\_Cieslinski.pdf](http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol22/PEK_XXII_Cieslinski.pdf).
- Cieśliński, Roman; Jereczek-Korzeniewska, Katarzyna (Eds.) (2013): *ASPEKTY BADAŃ WODY W XX i XXI WIEKU: Wydział Oceanografii i Geografii UG, WFOŚiGW w Gdańsku*.

- City of Malmö. (2002): Grön Kvalitets Program (Green Quality Program) dp 4537. City of Malmö. Malmö, Sweden. Available online at <http://www.malmo.se/download/18.5d8108001222c393c008000104544/kvalprog%2Bbo01%2Bmed%2Bbild%2Bp65.pdf>.
- Clément, Gilles (2014): *Manifeste du tiers paysage. Édition augmentée d'un avant-propos*. Paris: Sens&Tonka.
- Czarnecki, Władysław (1961): *Planowanie miast i osiedli. Tereny zielone*. 6 volumes. Warszawa: PWN (III).
- Czepakiewicz, Michał (2013): Systemy informacji geograficznej w partycypacyjnym zarządzaniu przyrodą w mieście. In Tomasz Bergier, Jakub Kronenberg, Paweł Lisicki (Eds.): *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania 4*. Kraków: Fundacja Sendzimira, pp. 111–123. Available online at <http://www.sendzimir.org.pl/sites/default/files/wzr4/wzr4-8.pdf>, checked on 4/14/2016.
- Czochoński, Jarosław (2007): Dezintegracja przestrzenna w rozwoju obszaru metropolii trójmiejskiej. In Mariusz Kistowski, B. Korwel-Lejkowska (Eds.): *Waloryzacja środowiska przyrodniczego w planowaniu przestrzennym*. Gdańsk-Warszawa, pp. 195–207.
- Czyżewski, Adam; Howard, Ebenezer; Borman, Piotr (2009): *Trzewia Lewiatana. Miasta-ogrody i narodziny przedmieścia kulturalnego*. Warszawa: Państwowe Muzeum Etnograficzne.
- Czyżewski, Adam; Howard, Ebenezer (2001): *Trzewia Lewiatana. Antropologiczna interpretacja utopii miasta-ogrodu*. Wyd. 1. Kraków: Wydawn. Uniwersytetu Jagiellońskiego (Anthropos).
- Daniluk, Jan; Wasielewski Jarosław (2012): *Gdańskie Dzielnice. Dolny Wrzeszcz i Zaspą*. Gdańsk: Wyd. Oskar.
- Davies, C.; McGloin, C.; MacFarlane, R & Roe, M (2006): *Green Infrastructure Planning Guide Project: Final Report*. NECF, Annfield Plain. Available online at <https://pl.scribd.com/doc/55042694/Green-Infrastructure-Guide-Project-Davies-Et-Al-2006>, checked on 1/7/2015.
- Deltacommissie (2008): *Working working together with together with water. A living land builds for its future. Findings of the Deltacommissie*. Available online at [http://www.deltacommissie.com/doc/deltareport\\_full.pdf](http://www.deltacommissie.com/doc/deltareport_full.pdf).
- Demuzere, M.; Orru, K.; Heidrich, O.; Olazabal, E.; Geneletti, D.; Orru, H. et al. (2014): Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. In *Journal of Environmental Management* 146, pp. 107–115. DOI: 10.1016/j.jenvman.2014.07.025.
- Diamond, Jared M.; Lang, Jacek (2008): *Upadek. Dlaczego niektóre społeczeństwa upadły, a innym się udało*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Djukic, Aleksandra; Vukmirovic, Milena; Stankovic, Srdjan (2015): Principles of climate sensitive urban design analysis in identification of suitable urban design proposals. Case study: Central zone of Leskovac competition. In *Energy and Buildings*. DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.03.057.
- Drabik, Lidia; Sobol, Elżbieta (2007): *Słownik języka polskiego PWN*. Wyd. 1, dodr. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Dramstad, Wenche E.; Olson, James D.; Forman, Richard T. T (1996): *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. [Cambridge? Mass.], Washington, DC, [Washington, D.C.?]: Harvard University Graduate School of Design; Island Press; American Society of Landscape Architects.
- Drapella-Hermansdorfer, Alina (1998): *Idea jedności w architekturze*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Drapella-Hermansdorfer, Alina (2014): Plany krajobrazowe i zarządzanie zieloną infrastrukturą miasta. In Alina Pancewicz (Ed.): *Zielona infrastruktura miasta*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (Monografia / Politechnika Śląska, 515), pp. 31–58.
- Dutch Ministry of Education, Ministry of Culture and Science (15.06 2011): *Character in Focus (Kiezen voor karakter). Vision for Heritage and Spatial Planning*. Available online at [http://culturalheritageagency.nl/sites/default/files/u6/publicatie\\_Characterinfocus%5B1%5D.pdf](http://culturalheritageagency.nl/sites/default/files/u6/publicatie_Characterinfocus%5B1%5D.pdf), checked on 8/7/2016.

- Dymitryszyn, Izabela; Kaczyńska, Małgorzata; Maksymiuk, Gabriela (Eds.) (2012): The power of landscape. Peer reviewed proceedings of ECLAS 2012 Conference at Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Warsaw: [Gabriela Maksymiuk].
- Echols, S.; Pennypacker, E. (2008): From Stormwater Management to Artful Rainwater Design. In *Landscape Journal* 27 (2), pp. 268–290. DOI: 10.3368/lj.27.2.268.
- Echols, Stuart; Pennypacker, Eliza (2015): Artful rainwater design. Creative ways to manage stormwater. Washington, DC: Island Press.
- Edel, Roman (2009): Odwodnienie dróg. Wyd. 4 uaktual. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
- EEA, Copenhagen (2012): Urban adaptation to climate change. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. EEA Report 2.
- European Council of Town Planners (ECTP) (2003): The New Charter of Athens. The European Council of Town Planners' vision for cities in the 21st century : Lisbon, 20 November 2003 = La nouvelle charte d'Athènes 2003. Available online at [http://www.tup.org.pl/download/Karta\\_Atenska\\_2003-1.pdf](http://www.tup.org.pl/download/Karta_Atenska_2003-1.pdf), checked on 4/19/2016.
- European Environment Agency (EEA) (2012): European waters - assessment of status and pressures. Luxembourg: Off. for Official Publ. of the European Union (EEA report, 2012,8).
- European Environment Agency (EEA); Abdul Malak, Dania; Erhard, Markus (2015): European ecosystem assessment. Concept, data, and implementation : contribution to Target 2 Action 5 Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES) of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Luxembourg: Publications Office (EEA Technical report, 6/2015).
- Fabos, Julius Gy; Ahern, Jack (1995): Greenways. The beginning of an international movement. Amsterdam, New York: Elsevier.
- Fábos, J. G. (2004): Greenway planning in the United States: its origins and recent case studies. In *Landscape and Urban Planning* 68 (2-3), pp. 321–342.
- Fábos, J. G. Ryan, R. L. (2004): Editorial: International greenway planning: an introduction. In *Landscape and Urban Planning* 68 (2-3), pp. 143–146.
- Firehock, Karen (2010): A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature. Green Infrastructure Center. Charlottesville. Available online at <http://www.gicinc.org/PDFs/GI%20History.pdf>, checked on 4/13/2016.
- Fisher, Brendan; Kerry Turner, R. (2008): Ecosystem services: Classification for valuation. In *Biological Conservation* 141 (5), pp. 1167–1169. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.02.019.
- Fisher, Brendan; Turner, R. Kerry; Morling, Paul (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. In *Ecological Economics* 68 (3), pp. 643–653. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.09.014.
- Fisher, B., Turner, K., Morling, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. In *Ecological Economics* 3 (68), pp. 643–653.
- Forman, Richard T. T. (1997): Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. New York: Cambridge University Press.
- Forman, Richard T. T. (2014): Urban ecology. Science of cities.
- Foucault, Michel (1994): The order of things. An archaeology of the human sciences. Vintage Books ed. New York: Vintage Books.
- Francis, Robert A.; Chadwick, Michael A. (2013): Urban ecosystems. Understanding the human environment. 1st ed. New York: Routledge.
- Frankowski, Zbigniew; Zachowicz, Joanna (2007): BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH WRAZ Z OPRACOWANIEM ATLASU GEOLOGICZNO —INŻYNIERSKIEGO AGLOMERACJI TRÓJMIEJSKIEJ GDAŃSK – SOPOT – GDYNIA. With assistance of Joanna Zachowicz, Zbigniew Frankowski, Piotr Gałkowski, Michał Jaros, Krzysztof Majer, Anna Pasieczna et al. Państwowy Instytut Geologiczny, MŚ, NFOŚiGW. Gdańsk-Warszawa.

- Fratini, C. F.; Geldof, G. D.; Kluck, J.; Mikkelsen, P. S. (2012): Three Points Approach (3PA) for urban flood risk management. A tool to support climate change adaptation through transdisciplinarity and multifunctionality. In *Urban Water Journal* 9 (5), pp. 317–331. DOI: 10.1080/1573062X.2012.668913.
- Geiger, Wolfgang; Dreiseitl, Herbert; Brzeski, Jan (1999): Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik retencjonowania i infiltracji wód deszczowych do gruntu na terenach zabudowanych. Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO.
- Gessner, M. O.; Hinkelmann, R.; Nützmann, G.; Jekel, M.; Singer, G.; Lewandowski, J. et al. (2014): Urban water interfaces. In *Journal of Hydrology* 514, pp. 226–232. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2014.04.021.
- Giedych, Renata (2003): Problemy z identyfikacją systemu terenów rekreacyjnych miast na przykładzie terenów zieleni Warszawy. In *Problemy Ekologii Krajobrazu* (XI), pp. 277–283.
- Giedych, Renata (2005): Zarys prawnych przemian konkretyzacji pojęcia „tereny zieleni” w II połowie XX wieku w Polsce. In Renata Giedych, Marek Szumański (Eds.): *Tereny zieleni jako przedmiot planowania miejscowego. (wybór tekstów)*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, pp. 64–72.
- Giedych, Renata; Szulczewska, Barbara; Maksymiuk, Gabriela (2012): Problemy zarządzania zieloną infrastrukturą miasta na przykładzie Warszawy. In *Problemy Ekologii Krajobrazu* T. XXXIII., pp. 203–213.
- Giedych, Renata; Szumański, Marek (Eds.) (2005): *Tereny zieleni jako przedmiot planowania miejscowego. (wybór tekstów)*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Gomółka, Zdzisław (1999): *Elementy ogólnej teorii systemów*. Wyd. 3. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego (Rozprawy i Studia / Uniwersytet Szczeciński, t. (381) 307).
- Grant, Gary (2012): *Ecosystem services come to town. Greening cities by working with nature*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Grimm, Nancy B.; Faeth, Stanley H.; Golubiewski, Nancy E.; Redman, Charles L.; Wu, Jianguo; Bai, Xuemei; Briggs, John M. (2008): Global change and the ecology of cities. In *Science (New York, N. Y.)* 319 (5864), pp. 756–760. DOI: 10.1126/science.1150195.
- Grzybkowska, Teresa (2000): *Gdańsk*. Wrocław: Wydawn. Dolnośląskie (A to Polska właśnie).
- Gudelis-Taraszkiewicz, Katarzyna (2008): Zagospodarowanie wód opadowych. Nowoczesne rozwiązania. In *Drogi lądowe - powietrzne - wodne* (10).
- Gudelis-Taraszkiewicz, Katarzyna (2009a): Deszczowy kłopot naszych dróg. Odwodnienia złe i dobre. In *Drogi lądowe - powietrzne - wodne* (5), pp. 68–69.
- Gudelis-Taraszkiewicz, Katarzyna (2009b): Odwodnienia dróg. Bagatelizowany problem. In *Magazyn Autostrady* (11), pp. 32–33.
- Gudelis-Taraszkiewicz, Katarzyna (2009c): Uliczny prysznic. In *ABC Instalatora* (3), pp. 6–8.
- Gzell, Sławomir (2013): Praktyka planistyczna a naukowe metody badania miasta. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): *Wybrane teorie urbanistyki współczesnej*: Gdank University of Technology, pp. 224–245.
- Haase, Dagmar; Larondelle, Neele; Andersson, Erik; Artmann, Martina; Borgstrom, Sara; Breuste, Jurgen et al. (2014): A quantitative review of urban ecosystem service assessments: concepts, models, and implementation. In *Ambio* 43 (4), pp. 413–433. DOI: 10.1007/s13280-014-0504-0.
- Haghighatafshar, Salar; La Cour Jansen, Jes; Aspegren, Henrik; Lidström, Viveka; Mattsson, Ann; Jönsson, Karin (2014): Storm-water management in Malmö and Copenhagen with regard to climate change scenarios. *Dagvattenhantering i Malmö och Köpenhamn med avseende på klimatförändringsscenario*. In *Journal of Water Management and Research* 159 (70), pp. 159–168. Available online at [http://www.tidskriftenvatten.se/mag/tidskriftenvatten.se/dircode/docs/48\\_article\\_4750.pdf](http://www.tidskriftenvatten.se/mag/tidskriftenvatten.se/dircode/docs/48_article_4750.pdf), checked on 8/4/2016.
- Heczko-Hyłowa Ewa (op. 2009): Miejski system Przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem i odmową miast na tle koncepcji reurbanizacji. In Tadeusz Markowski, Dominik Drzazga (Eds.): *System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. (Nature in management of*

- metropolitan areas). Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN (Studia / Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, t. 123), pp. 59–74.
- Hodor, Katarzyna (2012): Zieleń i ogrody w krajobrazach miast. (Cz. 1, do XVIII w.). In *Czasopismo Techniczne* 109 (6-A), pp. 7–15. Available online at [https://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i1/i6/i4/i3/i8/r16438/HodorK\\_ZielenOgrody.pdf](https://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i1/i6/i4/i3/i8/r16438/HodorK_ZielenOgrody.pdf), checked on 5/24/2016.
- Hooimeijer, F., I.: Mismatched boundaries between the disciplines of civil engineering and urban design considering polder cities in the Netherlands. In *Projections : MIT student journal of planning* 2007, pp. 134–156.
- Hooimeijer, Fransje; Meyer, Han; Nienhuis, Arjan (2009): Atlas of Dutch water cities. 2nd ed. Amsterdam: SUN.
- Hurley, Stephanie, Elizabeth (2009): Urban Watershed Redevelopment: Design Scenarios for Reducing Phosphorus Pollution from Stormwater in Boston's Charles River Basin, USA. praca doktorska. Harvard University, Graduate School of Design.
- IEEP (2011): Green infrastructure implementation and efficiency. Final Report 22. Source: Institute for European Environmental Policy.
- III Kongres Urbanistyki Polskiej (Poznań, 6 września 2009): Deklaracja Programowa III Kongresu Urbanistyki Polskiej. Nowa Urbanistyka - Nowa Jakość Życia. Source: <http://www.tup.org.pl/download/DeklaracjaProgramowaPoznan.pdf>.
- Januchta-Szostak, Anna (2008): Błękitna krew miasta. Woda jako ożywcza siła przestrzeni publicznych. In *Built Environment* (z 3-A), pp. 21–28. Available online at [https://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i8/i7/i3/r873/JanuchtaSzostakA\\_BlekitnaKrew.pdf](https://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i8/i7/i3/r873/JanuchtaSzostakA_BlekitnaKrew.pdf), checked on 6/2/2016.
- Januchta-Szostak, Anna (2010): Miasto w symbiozie z wodą. In *Czasopismo Techniczne* 107 (6-A, Z14), pp. 95–102.
- Januchta-Szostak, Anna (2011): Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych. Wyd. 1. Poznań: Wydawn. Politechniki Poznańskiej (Rozprawy / Politechnika Poznańska, nr 454).
- Januchta-Szostak, Anna (2012a): Kształtowanie miast wobec zagrożeń powodziowych w XXI wieku. Rotterdam - wodne miasto. In *Czasopismo Techniczne* 109 (1-A/1).
- Januchta-Szostak, Anna (2012b): Usługi ekosystemów wodnych w miastach. In Bergier Tomasz, Kronenberg Jakub (Ed.): *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania. Przyroda w mieście. Usługi ekosystemów. Niewykorzystany potencjał miast*. Kraków: Fundacja Sendzimira (III), pp. 91–112. Available online at [http://www.sendzimir.org.pl/images/zrz\\_3\\_pl/05\\_uslugi\\_ekosystemow\\_wodnych\\_w\\_miastach.pdf](http://www.sendzimir.org.pl/images/zrz_3_pl/05_uslugi_ekosystemow_wodnych_w_miastach.pdf), checked on 6/2/2016.
- Januchta-Szostak, Anna (2014): Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą. In Tomasz Bergier, Jakub Kronenberg, Iwona Wagner-Lotkowska (Eds.): *Woda w mieście*. Kraków: Fundacja Sendzimira (Zrównoważony Rozwój - Zastosowania, 5), pp. 31–44. Available online at [http://sendzimir.org.pl/images/zrz-5-pl/ZRZ5\\_all.pdf](http://sendzimir.org.pl/images/zrz-5-pl/ZRZ5_all.pdf), checked on 7/9/2016.
- Jaworska-Szulc, Beata; Kozerski, Bohdan (2007): Gdański system wodonośny. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Jia, Z.; Tang, S.; Luo, W.; Li, S.; Zhou, M. (2016): Small scale green infrastructure design to meet different urban hydrological criteria. In *Journal of Environmental Management*. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.01.016.
- Jianguo (Jingle) Wu (2008): Making the Case for Landscape Ecology. An Effective Approach to Urban Sustainability. In *Landscape Journal* (27), pp. 41–50. Available online at [http://leml.asu.edu/jingle/web\\_pages/wu\\_pubs/pdf\\_files/2008-wu-urbansust.pdf](http://leml.asu.edu/jingle/web_pages/wu_pubs/pdf_files/2008-wu-urbansust.pdf).
- Juzwa, Nina; Gil, Adam (2013): Rozwój miasta współczesnego na tle procesówuprzemysłowienia. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): *Wybrane teorie urbanistyki współczesnej*: Gdank University of Technology, pp. 33–72.

- Kahneman, Daniel (2008): Judgment under uncertainty. Heuristics and biases. 24. print. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press.
- Kambites, Carol; Owen, Stephen (November/ 2006): Renewed Prospects for Green Infrastructure Planning in the UK. In *Planning, Practice & Research* Vol. 21 (No. 4), pp. 483–496. Available online at DOI: 10.1080/02697450601173413.
- Karolewski, Marek (1981): Specyfika i status ekologiczny miasta. In *Wiadomości ekologiczne* 27 (1), pp. 3–35.
- Keeling, Charles D. (1998): Rewards and Penalties of Monitoring the Earth. In *Annual Review of Energy and the Environment* (Volume 23), pp. 25–82. Available online at [http://scrippsco2.ucsd.edu/assets/publications/keeling\\_autobiography.pdf](http://scrippsco2.ucsd.edu/assets/publications/keeling_autobiography.pdf).
- Kistowski, Mariusz (2008): Niezrównoważny rozwój aglomeracji trójmiejskiej – problemy i perspektywy. In Sylwia Bródka (Ed.): Problemy środowiska przyrodniczego miast. The problems of urban natural environments. Poznań: Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza [etc.] (Problemy Ekologii Krajobrazu The Problems of Landscape Ecology, t. 22), pp. 211–221. Available online at [http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol22/PEK\\_XXII\\_Kistowski.pdf](http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol22/PEK_XXII_Kistowski.pdf), checked on 5/31/2016.
- Kleiber, D., A., Hutchinson, S., L., Williams, R. (2002): Leisure as a Resource in Transcending Negative Life Events: Self-Protection, Self-Restoration and Personal Transformation. In *Leisure Science* (24), pp. 219–235.
- Klein, Naomi; Halaba, Małgorzata; Jankowska, Hanna; Makaruk, Katarzyna (2014): No logo. Bez przestrzeni, bez wyboru, bez pracy. Warszawa: Warszawskie Wydawnictwo Literackie Muza.
- Kochanowski, Mieczysław (2013): Bardzo krótka historia współczesnych doktryn urbanistycznych. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): Wybrane teorie urbanistyki współczesnej: Gdank University of Technology, pp. 246–251.
- Kondracki, Jerzy (2011): Geografia regionalna Polski. Wyd. 3 uzup. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kowalczak, Piotr (2007): Konflikty o wodę. Wyd. 1. Przeźmierowo: Wydawn. Kurpisz S.A.
- Kowalczak, Piotr (2011): Wodne dylematy urbanizacji. Poznań: Wydawn. Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk.
- Kowalski, Przemysław (2010): Zielona infrastruktura w miejskiej przestrzeni publicznej. In *Czasopismo Techniczne* 107 (2-A, zeszyt 5), pp. 247–253.
- Kowalski, Przemysław (2011): Kształtowanie systemów zieleni na obszarach miejskich. Zielona infrastruktura w VIII dzielnicy Krakowa. In *Przestrzeń i Forma* (15), pp. 353–366.
- Kozłowska, Ewa (2008): Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w aspekcie architektury krajobrazu. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego (Współczesne Problemy Architektury Krajobrazu, 2).
- Kozłowski, Felicjan (1845): Dzieła Platona. 1. Apologia czyli Obrona Sokratesa, 2. Kriton, 3. PHEDON czyli 0 NIEŚMIERTELNOŚCI DUSZY. Warszawa. Available online at [http://polona.pl/archive\\_prod?uid=897861&cid=897854](http://polona.pl/archive_prod?uid=897861&cid=897854).
- Krenz, Jacek (1997): Architektura znaczeń. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Krenz, Jacek (2007): Rain in Architecture and Urban Design. In Lucyna Nyka (Ed.): Water for urban strategies. Weimar: Verlag der Bauhaus-Universität, pp. 12–19.
- Krężalek, Katarzyna (2011): Oazy w krajobrazie zurbanizowanym - piękno i funkcjonalność. In *Architektura Krajobrazu* 33 (4), pp. 32–38.
- Krężalek, Katarzyna (2012): Mała retencja na terenach zurbanizowanych. In *Wiadomości melioracyjne i łąkarskie* tom 55 (4), pp. 166–169.
- Kronenberg, Jakub (2012): Usługi ekosystemów w miastach. In Tomasz Kronenberg, Jakub Bergier (Eds.): Zrównoważony Rozwój — Zastosowania 3. Kraków, pp. 13–30. Available online at [http://www.sendzimir.org.pl/images/zrz\\_3\\_pl/01\\_uslugi\\_ekosystemow\\_w\\_miastach.pdf](http://www.sendzimir.org.pl/images/zrz_3_pl/01_uslugi_ekosystemow_w_miastach.pdf), checked on 4/14/2016.

- Kronenberg, Jakub (2016a): Usługi ekosystemów – nowe spojrzenie na wartość środowiska przyrodniczego. In Agnieszka Rzeńca (Ed.): *EkoMiasto#Środowisko. Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta*: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Kronenberg, Jakub (2016b): Usługi ekosystemów – nowe spojrzenie na wartość środowiska przyrodniczego. In Agnieszka Rzeńca (Ed.): *EKOMIASTO#ŚRODOWISKO. Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, pp. 63–88.
- Kronenberg, Jakub; Mader, André (2011): *Poradnik TEEB dla miast. Usługi ekosystemów w gospodarce miejskiej*. Kraków: Fundacja Sendzimira. Available online at [http://uslugiekosystemow.pl/sites/default/files/teeb\\_poradnik\\_dla\\_miast\\_pl.pdf](http://uslugiekosystemow.pl/sites/default/files/teeb_poradnik_dla_miast_pl.pdf), checked on 4/14/2016.
- Królikowska, Jadwiga Stanisława; Królikowski, Andrzej Janusz (op. 2012): *Wody opadowe. Odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie*. [S.l.]: Wydawnictwo Seidel-Przywecki.
- Kundzewicz, Zbigniew; Kowalczak, Piotr (2008): *Zmiany klimatu i ich skutki*. Poznań: Wydawnictwo Kurpisz.
- Kundzewicz, Zbigniew W. (2008): Konsekwencje globalnych zmian klimatu. In *Nauka* (1), pp. 103–118. Available online at [http://www.pan.poznan.pl/nauki/N\\_108\\_07\\_Kundzewicz.pdf](http://www.pan.poznan.pl/nauki/N_108_07_Kundzewicz.pdf), checked on 5/30/2016.
- Kundzewicz, Zbigniew W. (21 października 2008): Scenariusze zmian klimatu i ich prawdopodobieństwa w świetle najnowszych badań naukowych. Warszawa, 21 października 2008, checked on 5/30/2016.
- Kundzewicz, Zbigniew W. (2011): Zmiany klimatu, ich przyczyny i skutki – obserwacje i projekcje. In *Landform Analysis* (15), pp. 39–49. Available online at [http://geoinfo.amu.edu.pl/sgp/LA/LA15/LA15\\_39-49.pdf](http://geoinfo.amu.edu.pl/sgp/LA/LA15/LA15_39-49.pdf), checked on 5/30/2016.
- Kundzewicz, Zbigniew W.; Ulbrich, Uwe; Brücher, Tim; Graczyk, Dariusz; Krüger, Andreas; Leckebusch, Gregor C. et al. (2005): Summer Floods in Central Europe – Climate Change Track? In *Nat Hazards* 36 (1-2), pp. 165–189. DOI: 10.1007/s11069-004-4547-6.
- Ladzianska Zuzana (2007): Sustainable Urban Drainage System in the Waterfront Development. Case: Innenhafen Duisburg Riverfront. In Lucyna Nyka (Ed.): *Water for urban strategies*. Weimar: Verlag der Bauhaus-Universität, pp. 50–55.
- Landscape Institute (Ed.) (2013): *Green Infrastructure. An integrated approach to land use. Landscape Institute Position Statement*. Landscape Institute. London: Landscape Institute.
- Landscape Institute Policy Committee (2009): *Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes. Landscape Institute Position statement. With assistance of Roger Butler, Clare Brockhurst, Annie Coombs, Richard Copas, Sue Evans, Noel Farrer, Martin Kelly, Val Kirby, Jane Knight, Jon Lovell, Ian Philips, Paul Tiplady, Peter Wilder*. Landscape Institute. London. Available online at <http://www.landscapeinstitute.org/PDF/Contribute/GreenInfrastructurepositionstatement13May09.pdf>, checked on 7/22/2014.
- Le Corbusier; Swoboda, Tomasz (op. 2012): *W stronę architektury*. Wyd. 2. Warszawa: Fundacja Centrum Architektury (Fundamenty).
- Lerer, Sara Maria; Madsen, Herle Mo; Smit Andersen, Jonas; Rasmussen, Hannibal; Sørup, Hjalte Jomo (2016): Applying the “WSUD potential”- tool in the framework of the Copenhagen Climate Adaptation and Cloudburst Management Plans. In : *Proceedings of 9th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management*. Lyon, France. Available online at [http://orbit.dtu.dk/files/124316697/3D83\\_043LER.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/124316697/3D83_043LER.pdf), checked on 8/4/2016.
- Leśniak, Kazimierz (1968): *Platon*. Warszawa: Wiedza Powszechna.
- Lewis, C. S.; Ostrowski, Witold (2008): *Odrzucony obraz. Wprowadzenie do literatury średniowiecznej i renesansowej*. Wyd. 2. Kraków: Wydawnictwo "Znak".
- Lidzbarski, Mirosław (op. 2007): *Trójmiasto*. In Zbigniew Nowicki (Ed.): *Wody podziemne miast wojewódzkich Polski. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej*. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny, pp. 199–220.



- Little, Charles, E. (1990): *Greenways for America*.
- Lorens, Piotr (2009): Kształtowanie nowej doktryny urbanistycznej. In E. Cichy-Pazder, Tadeusz Markowski (Eds.): *Nowa Urbanistyka – Nowa Jakość Życia*. Warszawa („Biblioteka Urbanisty”, nr 14), p. 38.
- Lorens, Piotr (2013): Współczesne trendy zmian w strukturze i funkcjonowaniu miast. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): *Wybrane teorie urbanistyki współczesnej*: Gdank University of Technology, pp. 6–32.
- Lorens, Piotr; Martyniuk-Pęczek, Justyna (2013): Od City Beautiful Movement do Nowego Urbanizmu. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): *Wybrane teorie urbanistyki współczesnej*: Gdank University of Technology, pp. 176–202.
- Łyp, Bohdan (2005): *Problematyka wodna w planowaniu przestrzennym miast. Poradnik dla urbanistów*. Warszawa: Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa PP.
- MacArthur, Robert H. (2016): *The Theory of Island Biogeography*. With assistance of Edward O. Wilson. 2nd ed. Princeton: Princeton University Press (Princeton Landmarks in Biology).
- Macias, Andrzej; Bródka, Sylwia (2014): *Przyrodnicze podstawy gospodarowania przestrzenią*. Wydanie pierwsze.
- Macnaghten, Phil.; Urry, John; Baran, Bogdan (2005): *Alternatywne przyrody. Nowe myślenie o przyrodzie i społeczeństwie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe "Scholar"; Wydawnictwo Naukowe Scholar, Jacek Raciborski.
- Majdecki, Longin; Majdecka-Strzeżek, Anna (2007): *Historia ogrodów*. Wyd. 3 zm. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- LI Technical Guidance Note Interim Technical Guidance Note 01/2014, March 2014: Management and maintenance of Sustainable Drainage Systems (SuDS) landscapes.
- Margolis, Liat; Robinson, Alexander (2007): *Living Systems. Innovative Materialien und Technologien für die Landschaftsarchitektur*. Basel [u.a.]: Birkhäuser.
- Markowski, Janusz; Markowski, Marcin (op. 2009): System przyrodniczy miasta. In Tadeusz Markowski, Dominik Drzazga (Eds.): *System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. (Nature in management of metropolitan areas)*. Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN (Studia / Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, t. 123), pp. 12–27.
- Markowski, Tadeusz; Drzazga, Dominik (Eds.) (op. 2009): *System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. (Nature in management of metropolitan areas)*. Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN (Studia / Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, t. 123).
- Mazza L.; Bennett G.; De Nocker L.; Gantioler S.; Losarcos L.; Margerison C. et al. (2011): *Green Infrastructure Implementation and Efficiency. Final report for the European Commission. DG Environment on Contract ENV.B.2/SER/2010/0059*. Institute for European Environmental Policy. Brussels and London.
- McDonnell, Mark J.; Hahs, Amy K.; Breuste, Jürgen (2009): *Ecology of cities and towns. A comparative approach*. Cambridge, UK, New York: Cambridge University Press.
- McDonnell, Mark J.; Pickett, Steward T. (1993): *Humans as components of ecosystems. The ecology of subtle human effects and populated areas*. New York: Springer-Verlag.
- McHarg, Ian L. (1992): *Design with nature*. New York: J. Wiley.
- McLeod, Virginia (2008): *Detail in contemporary landscape architecture*. London: Laurence King.
- McWilliam, Wendy; Brown, Robert; Eagles, Paul; Seasons, Mark (2015): Evaluation of planning policy for protecting green infrastructure from loss and degradation due to residential encroachment. In *Land Use Policy* 47, pp. 459–467. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.05.006.
- MEA (2005): *Ecosystems and human well-being: Synthesis, Millennium Ecosystem Assessment*. Washington, D.C.: World Resources Institute. Available online at <http://www.unep.org/maweb/documents/document.354.aspx.pdf>, checked on 5/6/2016.

- Meadows, Donella H.; Meadows, Dennis L.; Randers, Jørgen; Behrens, William W. (1972): *The Limits to growth*. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York: Universe Books (Potomac Associates books).
- Mell, Ian (2015): Green infrastructure planning: policy and objectives. In Danielle Sinnett, Nick Smith, Sarah Burgess (Eds.): *Handbook on green infrastructure. Planning, design and implementation*: University of the West of England, UK, pp. 105–123.
- Mell, Ian C.: GI management – time to 'let someone else have a go'? Ian Mell looks at the options for the financing and management of green and open spaces in times of austerity. In *Journal of the Town & Country Planning Association* Mar 2016.
- Mell, Ian C. (2008): Green Infrastructure: concepts and planning. In *FORUM Ejournal by Newcastle University* June 2008 (8), pp. 69–80. Available online at <http://research.ncl.ac.uk/forum>.
- Mell, Ian C. (18-20 marca 2008): Integrated and sustainable planning: can Green Infrastructure meet the needs of a changing urban environment? UK-Ireland Planning Research Conference 2008: Sustainability, Space and Social Justice. Belfast, 18-20 marca 2008. Available online at [https://www.academia.edu/958904/Integrated\\_and\\_sustainable\\_planning\\_can\\_Green\\_Infrastructure\\_meet\\_the\\_needs\\_of\\_a\\_changing\\_urban\\_environment](https://www.academia.edu/958904/Integrated_and_sustainable_planning_can_Green_Infrastructure_meet_the_needs_of_a_changing_urban_environment), checked on 4/18/2016.
- Mell, Ian C. (2010): *Green infrastructure: concepts, perceptions and its use in spatial planning*. Dysertacja. Newcastle University, Newcastle. School of Architecture, Planning and Landscape.
- Meyer, Han; Bobbink, Inge; Nijhuis, Steffen (©2010): *Delta urbanism. The Netherlands*. Chicago, IL: American Planning Association.
- Meyer, V., J.; Nijhuis, Steffen (2013): Delta urbanism: planning and design in urbanized deltas – comparing the Dutch delta with the Mississippi River delta. In *Journal of Urbanism* 2 (6), pp. 160–191.
- Mieszkowska Krystyna (2005): Ogólnomiejski System Terenów Aktywnych Biologicznie (OSTAB) w Gdańsku jako jeden ze sposobów rewitalizacji przyrodniczej miasta. In *Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych PAN Lublin* (I), pp. 111–118.
- Mironowicz, Izabela (2013): Miasto, jego struktura i kompozycja – definicje, schematy, relacje przestrzenne. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): *Wybrane teorie urbanistyki współczesnej*: Gdansk University of Technology, pp. 93–116.
- Mironowicz, Izabela; Lorens, Piotr (Eds.) (2013): *Wybrane teorie urbanistyki współczesnej*: Gdansk University of Technology.
- Mizgajski, Andrzej (2010): Świadczenia ekosystemów jako rozwijające się pole badawcze i aplikacyjne. In *Ekonomia i środowisko* 37 (1), pp. 10–19. Available online at <http://geokompleks.amu.edu.pl/data/10.pdf>, checked on 1/10/2017.
- Morison, Peter J.; Brown, Rebekah R. (2011): Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. In *Landscape and Urban Planning* 99 (2), pp. 83–92. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.08.019.
- Næss, Arne; Glasser, Harold; Drengson, Alan; Gullvåg, Ingemund (2005): *Which world is the real one? Inquiry into comprehensive systems, cultures, and philosophies*. Dordrecht: Springer (Selected works of Arne Næss, v. 3).
- Næss, Arne; Seed, John; Flemming, P., Macy, J. (1988): *Thinking like a mountain. Towards a council of all beings*. London: Heretic books.
- Niemelä, Jari (2012): *Urban ecology. Patterns, processes, and applications*. Oxford, New York: Oxford University Press (Oxford biology).
- Nillesen, Anne Loes (2014): Improving the allocation of flood-risk interventions from a spatial quality perspective. In *Journal of Landscape Architecture* 9 (1), pp. 20–31. DOI: 10.1080/18626033.2014.898823.
- Novotny, Vladimir; Ahern, John; Brown, Paul (2010): *Water centric sustainable communities. Planning, retrofitting, and building the next urban environment*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- Novotny, Vladimir; Brown, Paul (Eds.) (2007): *Cities of the future. Towards integrated sustainable water and landscape management*.

- Nyka, Lucyna (2013): Architektura i woda. Przekraczanie granic. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Obarska-Pempkowiak, Hanna; Gajewska, Magdalena; Wojciechowska, Ewa (2010): Hydrofitowe oczyszczanie wód i ścieków. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN (Środowisko).
- Ocioszyński; Tadeusz (1968): Rozwój żeglugi i myśli morskiej. Gdańsk: Wydawnictwo Morskie.
- ODPM (2005): reating Sustainable Communities: Greening the Gateway Implementation Plan. Office of the Deputy Prime Minister London. Available online at [www.odpm.gov.uk/thamesgateway](http://www.odpm.gov.uk/thamesgateway).
- Pancewicz, Alina (2004): Rzeką w krajobrazie miasta. Gliwice: Wydaw. Politechniki Śląskiej.
- Pancewicz, Alina (2014): Zielona infrastruktura w planowaniu przestrzennym miast przemysłowych na przykładzie Katowic. In Alina Pancewicz (Ed.): Zielona infrastruktura miasta. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (Monografia / Politechnika Śląska, 515), pp. 113–138.
- Pandit, Arka; Minné, Elizabeth A.; Li, Feng; Brown, Hillary; Jeong, Hyunju; James, Jean-Ann C. et al. (2015): Infrastructure ecology. An evolving paradigm for sustainable urban development. In *Journal of Cleaner Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.09.010.
- Parry, M. L.; Canziani, O. F.; Palutikof, J. P.; van der Linden J, P.; Hanson, C. E. (Eds.) (2007): Climate Change 2007: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, UK. Available online at <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter3.pdf>, checked on 5/30/2016.
- Parteka, Tomasz (2000): Planowanie strategiczne w równoważeniu struktur regionalnych. Warszawa: Wydawn. Naukowe PWN (Studia (Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju), t. 108).
- Pauleit, S., Liu, L., Ahern, J., Kazmierczak, A. (2011): Multifunctional Green Infrastructure Planning to Promote Ecological Services in the City. In Niemelä, J., Breuste, G., Guntenspergen, N., McIntyre, T., Elmqvist, T., James, P (Ed.): Urban ecology: Patterns, Processes, and Applications., pp. 272–285.
- Peterson del Mar, David; Karłowski, Jan (op. 2011): Ekologia. Poznań: Zysk i S-ka.
- Pickett, Steward T.; Cadenasso, Mary L.; McGrath, Brian (Eds.) (2013): Resilience in ecology and urban design. Linking theory and practice for sustainable cities. Dordrecht, New York: Springer (Future city, v.3). Available online at [file:///C:/Users/PRO/Downloads/9789400753402-c1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PRO/Downloads/9789400753402-c1%20(1).pdf).
- Porębska, Grażyna; Sadowski, Maciej (2007): Współczesne problemy pustynnienia. In *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* (30), pp. 73–82. Available online at [http://www.ios.edu.pl/pol/wydawnictwa/5\\_rozd30.pdf](http://www.ios.edu.pl/pol/wydawnictwa/5_rozd30.pdf).
- Przewoźniak, Maciej (2001): Ekologiczne uwarunkowania kształtowania ładu przestrzennego Metropolii Trójmiasta. In *Biuletyn KZK PAN* (199).
- Przewoźniak, Maciej (2002): Kształtowanie środowiska przyrodniczego miast. Przykłady z regionu gdańskiego. Wyd. 1. Gdańsk: Wydział Architektury Politechniki Gdańskiej.
- Przewoźniak, Maciej (2004): Płaty i korytarze ekologiczne w strukturze miasta – teoria i praktyka. In *Problemy Ekologii Krajobrazu* (XIV), pp. 52–53. Available online at <http://www.paek.ukw.edu.pl/wydaw/vol14/Przewozniak.pdf>.
- Przewoźniak, Maciej (2005a): Ochrona przyrody w planowaniu przestrzennym, teoria - prawo - realia. In *Przegląd Przyrodniczy* XIV (1-2), pp. 52–72.
- Przewoźniak, Maciej (2005b): TEORETYCZNE ASPEKTY PRZYRODNICZEJ REWITALIZACJI MIAST: KU METODOLOGII ZINTEGROWANEJ REWITALIZACJI URBANISTYCZNO-PRZYRODNICZEJ. In *Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych PAN Lublin*, pp. 25–34. Available online at <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TArch1/Przewozniak.pdf>.
- Przewoźniak, Maciej (op. 2009): Klasyfikacja systemów przyrodniczych miast. Teoria i zastosowania w zarządzaniu obszarami zurbanizowanymi. In Tadeusz Markowski, Dominik Drzazga (Eds.): System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. (Nature in management of metropolitan areas). Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN (Studia / Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, t. 123), pp. 35–50.

- Rayss, Joanna (2011): In serach of a new relationship between nature and society, [w:] Contemporary Rural Landscapes. In Romana Cielątkowska, Joanna Poczobut (Eds.): Contemporary rural landscapes. Tuchola: University of Environmental Management, pp. 155–162.
- Richling, Andrzej (2008): Ekologia krajobrazu – nauka czy pole badawcze? In Tadeusz J. Chmielewski (Ed.): Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych. Meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania. Lublin, pp. 11–17. Available online at <http://paek.ukw.edu.pl/pek/index.php/PEK/article/view/3061/2801>.
- Romanowicz, Renata J.; Nachlik, Elżbieta; Januchta-Szostak, Anna; Starkel, Leszek; Kundzewicz, Zbigniew W.; Byczkowski, Andrzej et al. (2014): Zagrożenia związane z nadmiarem wody. In *Nauka* (1), pp. 123–148. Available online at [http://www.pan.poznan.pl/nauki/N\\_114\\_09\\_Romanowicz.pdf](http://www.pan.poznan.pl/nauki/N_114_09_Romanowicz.pdf), checked on 6/2/2016.
- Romnée, Ambroise; Evrard, Arnaud; Trachte, Sophie (2015): Methodology for a stormwater sensitive urban watershed design. In *Journal of Hydrology* 530, pp. 87–102. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2015.09.054.
- Rostański, Krzysztof Marek (2012): Natura modelowana. Elementy naturalistyczne w kompozycji urbanistycznej. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (Monografia / Politechnika Śląska, 397).
- Rouse, David C., Bunster-Ossa Ignacio, F. (2013): Green Infrastructure. A landscape approach (American Planning Association. Planning Advisory Service report, no. 571).
- Rozmarynowska, Katarzyna (2011): Ogrody odchodzące...? Z dziejów gdańskiej zieleni publicznej 1708-1945. Gdańsk: Słowo/obraz terytoria.
- Rozmarynowska, Katarzyna; Dąbrowski Andrzej; Jankowski Wojciech (2017): Opinia pt.: "REWALORYZACJA WIELKIEJ ALEI LIPOWEJ W GDAŃSKU. OCENA MOŻLIWOŚCI PRZETRWANIA I UWARUNKOWANIA" KONSERWATORSKIE". Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków w Gdańsku. Gdańsk. Available online at [http://s-trojmiasto.pl/download/1/1\\_Aleja\\_opinia\\_tekst.pdf](http://s-trojmiasto.pl/download/1/1_Aleja_opinia_tekst.pdf).
- Ruskin, John; Wilmer, Clive (1985): Unto this last, and other writings. Harmondsworth, Middlesex, England, New York, N.Y., U.S.A: Penguin Books; Viking Penguin (Penguin classics).
- Samp, Jerzy (2004): Bedeker Gdański. Gdańsk: Polnord Wydawn. Oskar.
- Samp, Jerzy; Gornowicz, Zygmunt (2010): Gdańskie legendy nieznanne. Gdańsk: POLNORD Wydawnictwo-Oskar.
- Samp, Jerzy; Gornowicz, Zygmunt (2012): Legendy gdańskie. Dawne, nowe i najnowsze. Gdańsk: Polnord - Wydawnictwo "Oskar".
- Sarté, S. Bry (©2010): Sustainable infrastructure. The guide to green engineering and design. Hoboken, N.J: Wiley.
- Sas-Bojarska, Aleksandra; Walewska, Anna (2013): Od garden city do ecocity. In Izabela Mironowicz, Piotr Lorens (Eds.): Wybrane teorie urbanistyki współczesnej: Gdank University of Technology, pp. 118–151.
- Short, John R. (2005): Imagined country. Environment, culture, and society. Syracuse, N.Y: Syracuse University Press (Space, place, and society).
- Sikora, Magda; Cieśliński, Roman (2015): THE FORMATION OF THE OUTFLOW IN THE URBANISED CATCHMENT AREA ON THE EXAMPLE OF THE CATCHMENT OF STRZYŻA. In *Inż. Ekolog.* 41, pp. 69–78. DOI: 10.12912/23920629/1830.
- SLA (2016): Cities of Nature. A New Nordic Model. Copenhagen: SLA. Available online at [https://issuu.com/sla\\_architects/docs/cityofnature\\_publication\\_updated111](https://issuu.com/sla_architects/docs/cityofnature_publication_updated111).
- Słyś, Daniel (2008): Retencja i infiltracja wód deszczowych. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- Słyś, Daniel (2013): Zrównoważone systemy odwodnienia miast. Wrocław: Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne.

- Solarek, Krystyna (2011): Współczesne koncepcje rozwoju miasta. In *Kwartalnik Architektury i Urbanistyki* (T. 56, z. 4), pp. 51–71. Available online at <http://www.kaiu.pan.pl/images/stories/4.2011pdf/K.Solarek.pdf>, checked on 4/19/2016.
- Solon, Jerzy (2008): Koncepcja „Ecosystem Services” i jej zastosowania w badaniach ekologiczno-krajobrazowych. In Tadeusz J. Chmielewski (Ed.): *Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych. Meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania*. Lublin, pp. 25–44. Available online at <http://paek.ukw.edu.pl/pek/index.php/PEK/article/view/3081/2821>.
- Sołtys, Jacek (2007): Niedostatek ochrony środowiska w gospodarowaniu przestrzenią - przyczyny i sposoby poprawy. In *Czasopismo Techniczne* (z.7-A).
- Sołtys, Jacek (op. 2009): Wybrane problemy respektowania struktury przyrodniczej w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. In Tadeusz Markowski, Dominik Drzazga (Eds.): *System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. (Nature in management of metropolitan areas)*. Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN (Studia / Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, t. 123), pp. 51–58.
- Sołtys, Jacek (2010): Struktura miasta a zasady rozwoju zrównoważonego – wybrane problemy. In *Czasopismo Techniczne* 107 (6-A, zeszyt 14), pp. 13–20. Available online at [https://www.academia.edu/25754045/Struktura\\_miasta\\_a\\_zasady\\_rozwoju\\_zr%C3%B3wnowa%C5%BConego\\_wybrane\\_problemy?auto=download&campaign=upload\\_email](https://www.academia.edu/25754045/Struktura_miasta_a_zasady_rozwoju_zr%C3%B3wnowa%C5%BConego_wybrane_problemy?auto=download&campaign=upload_email), checked on 6/2/2016.
- Sołtys, Jacek (2011): Trudności ochrony środowiska w planowaniu przestrzennym – struktura problemu. In *Czasopismo Techniczne* 108 (6-A, zeszyt 17), pp. 29–34. Available online at [https://www.academia.edu/25754032/Trudno%C5%9Bci\\_ochrony\\_%C5%9Brodowiska\\_w\\_planowaniu\\_przestrzennym\\_struktura\\_problemu?auto=download&campaign=upload\\_email](https://www.academia.edu/25754032/Trudno%C5%9Bci_ochrony_%C5%9Brodowiska_w_planowaniu_przestrzennym_struktura_problemu?auto=download&campaign=upload_email), checked on 6/2/2016.
- Spirn, Anne Whiston (1984): *The granite garden. Urban nature and human design*. New York: Basic Books.
- Stangel, Michał (2013): *Kształtowanie współczesnych obszarów miejskich w kontekście zrównoważonego rozwoju*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (Monografia / Politechnika Śląska, 478).
- Stearns, Forest; Montag, Tom (1975], ©1974): *The Urban ecosystem. A holistic approach*. Stroudsburg, Pa, New York: Dowden, Hutchinson & Ross; Distributed by Halsted Press (Community development series, v. 14).
- Stovin, V. R.; A. Jorgensen; Clayden, A. (2008): Street Trees and Stormwater Management. In *Arboricultural Journal* (Vol. 30), pp. 297–310. Available online at <http://dx.doi.org/10.1080/03071375.2008.9747509>, checked on 1/7/2016.
- Suligowski, Ziemowit (2013): Praktyczne problemy zagospodarowania wód opadowych. In *Portal Komunalny*. Available online at <http://archiwum.komunalny.pl/archiwum.php?mon=tekst&id=11153>, checked on 2/9/2016.
- Szczepański, Andrzej (2001): Współczesne problemy gospodarki wodnej i zasobów wód I ZASOBÓW WÓD. In Maciej Kotarba (Ed.): *Przemiany środowiska naturalnego a ekorozwój*. Kraków: Wydawnictwo TBPS "Geosfera", pp. 53–64.
- Szczepański, Jakub (2000): *Młyny wodne w Gdańsku. Architektura i historia*. Wydział Architektury Politechniki Gdańskiej. Gdańsk.
- Szczepański, Jakub (2007): Water in the Development of Hanseatic Towns. In Lucyna Nyka (Ed.): *Water for urban strategies*. Weimar: Verlag der Bauhaus-Universität, pp. 74–81.
- Szczepański, Jakub (2010): City as a water project. Gdańsk water systems. "RIVER BANKS AS SPACE FOR CITIZENS' INTEGRATION" CONFERENCE IN GDANSK., 3/22/2010. Available online at <http://www.rzeki.art.pl/pl/publikacje/szczepanski-jakub-gdansk>, checked on 6/2/2016.
- Szulczewska, Barbara (2002): *Teoria ekosystemu w koncepcjach rozwoju miast*. Warszawa: Wydawn. SGGW (Rozprawy naukowe i monografie Treatises and monographs, 251).
- Szulczewska, Barbara (2006): Rozwój "zielonej infrastruktury" w polskich miastach w świetle rekomendacji Programu Cost Action 11. In *Architektura Krajobrazu* (3-4), pp. 25–34.

- Szulczewska, Barbara (op. 2009): Plan zielonej infrastruktury: nowa moda czy rzeczywista potrzeba? In Tadeusz Markowski, Dominik Drzazga (Eds.): System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. (Nature in management of metropolitan areas). Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN (Studia / Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, t. 123), pp. 89–96.
- Szulczewska, Barbara (2014): W pułapkach zielonej infrastruktury. In Alina Pancewicz (Ed.): Zielona infrastruktura miasta. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (Monografia / Politechnika Śląska, 515), pp. 9–30.
- Szulczewska, Barbara; Kaliszuk Ewa (2005): Koncepcja systemu przyrodniczego miasta: geneza, ewolucja i znaczenie praktyczne. In *Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych PAN Lublin* (I), pp. 7–24. Available online at <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TArch1/Szulczewska.pdf>.
- Szymkiewicz, Romuald; Gąsiorowski, Dariusz (2010): Podstawy hydrologii dynamicznej. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Tansley, A. G. (1935): The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. In *Ecology* 16 (3), pp. 284–307. DOI: 10.2307/1930070.
- TEP (2005): Advancing the delivery of green infrastructure: targeting issues in England's Northwest. Source: The Environment Partnership.
- Thomas, Keith (1996): Man and the natural world. Changing attitudes in England, 1500-1800. New York: Oxford University Press.
- Thompson, J. William; Sorvig, Kim (2008): Sustainable landscape construction. A guide to green building outdoors. 2nd ed. Washington: Island Press.
- Tjallingii, S. P. (1995): Ecopolis. Strategies for ecologically sound urban development. Leiden: Backhuys Publishers.
- Town and Country Planning Association (2008): The Essential Role of Green Infrastructure: Eco-towns Green Infrastructure Worksheet. Advice to Promoters and Planners. TCPA. London. Available online at [http://www.tcpa.org.uk/data/files/etws\\_green\\_infrastructure.pdf](http://www.tcpa.org.uk/data/files/etws_green_infrastructure.pdf), checked on 1/7/2015.
- Villarreal, Edgar L.; Semadeni-Davies, Annette; Bengtsson, Lars (2004): Inner city stormwater control using a combination of best management practices. In *Ecological Engineering* 22 (4-5), pp. 279–298. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2004.06.007.
- ideas booklet C723, maj 2013: Water Sensitive Urban Design in the UK - ideas for built environment practitioners.
- Weber, Ted; Sloan, Anne; Wolf, John (2006): Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation. National Park Service, Chesapeake Bay Program, 410 Severn Avenue, Suite 109, Annapolis, MD 21403, USA. In *Landscape and Urban Planning* (77), pp. 94–110. Available online at <file:///C:/Users/PRO/Downloads/Marylands%20Green%20Infrastructure%20Assessment.pdf>, checked on 1/18/2016.
- White, Iain (2010): Water and the city. Risk, resilience and planning for a sustainable future. New York: Routledge (The natural and built environment series).
- Williams, Raymond (1972): Ideas of Nature. In Jonathan Benthall (Ed.): Ecology. The shaping enquiry: a course given at the institute of Contemporary Arts;. [London]: Longman, pp. 146–164.
- Williamson, Karen (2003): Growing with Green Infrastructure. Heritage Conservancy.
- Wład, Paweł (op. 2002): Geografia. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum : zakres podstawowy. Raszyn: Ortus.
- Wojciechowska, Ewa; Gajewska, Magdalena; Obarska-Pempkowiak, Hanna; Żurkowska, Nadia; Surówka, Magdalena (2015): Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Wolański, Napoleon (Ed.) (1981): Czynniki rozwoju człowieka. Wstęp do ekologii człowieka : praca zbiorowa. Wyd. 2 zm. Warszawa: Państwowe Wydaw. Naukowe.

- Wong, T. H. F.; Deletic, A.; Brown, R. R. (2011): An inter-disciplinary research program for building Water Sensitive Cities. Porto Alegre/Brazil, 9/11/2011.
- Woods-Ballard, B.; Kellagher, R.; Martin, P.; Jefferies, C.; Bray, R.; Shaffer, P. (2007): The SUDS manual. London: CIRIA.
- Yu, Kongjian (2014): Designed ecologies for an urban river system across scales in Kunming and Liupanshui. In Shi Nan, Reilly Jim, Fran Klass (Eds.): Water and cities. Managing a vital relationship. The Hague: ISOCARP (ISOCARP review, 10), pp. 12–31.
- Zachariasz, Agata (2014): O kształtowaniu systemów terenów zieleni miejskiej w kontekście zielonej infrastruktury, ze szczególnym uwzględnieniem Krakowa. In Alina Pancewicz (Ed.): Zielona infrastruktura miasta. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (Monografia / Politechnika Śląska, 515), pp. 59–88.
- Zachariasz Agata (2006): Zieleń jako współczesny czynnik miastotwórczy. ze szczególnym uwzględnieniem roli parków publicznych. Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
- Zaręba, Anna (2014): Multifunctional and Multiscale Aspects of Green Infrastructure in Contemporary Research. In *PROBLEMY EKOROZWOJU* 2014 (vol. 9, no 121), pp. 149–156. Available online at <http://ekorozwoj.pol.lublin.pl/no18/s.pdf>, checked on 1/2/2014.
- Zieliński, Jacek (2015): WODNE MIASTO GDAŃSK – ciekawostki z hydrograficznej historii Gdańska. Gdańskie Melioracje. Gdańsk. Available online at <http://gdmel.pl/dokumenty-do-pobrania/category/5-inne?...82%3Awodne-miasto-gdansk>.
- Zieliński, Jacek (2017a): Zestawienie opadów atmosferycznych z 2016 roku z obszaru Miasta Gdańska ze Stacji Monitoringu 'Gdańskich Melioracji'. Opracowanie statystyczne. Gdańskie Wody. Gdańsk. Available online at [poczta.niepublikowana](http://poczta.niepublikowana).
- Zieliński, Jacek (2017b): Zestawienie wielkości opadów z wielolecia ze stacji monitoringu opadów atmosferycznych „Gdańskich Melioracji”. Gdańskie Wody. Gdańsk. Available online at <http://gdmel.pl/do-pobrania/informacje-dla-projektantow-i-wykonawcow>, checked on 7/29/2017.
- Zielonko Alfons (1967): Zagadnienia terenów zieleni w krajobrazie zurbanizowanym. In *Ogrodnictwo* (10), p. 309.
- Zielonko Alfons; Siewniak Marek (1973): Rola zieleni w oczyszczaniu powietrza w miastach. In *Ogrodnictwo* (1), pp. 22–24.
- Zięba, Stanisław (2008): Perspektywy ekologii człowieka. Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Zimmermann, Dieter; Metkowski, Szymon (2008): Każdy chce zobaczyć z bliska - Gdańsk i bałtyckie kąpieliska. Pelplin: Wydawnictwo Bernardinum.
- Zimny, Henryk (1976): Miasto jako układ ekologiczny. In *Wiadomości ekologiczne* XXII (4), pp. 345–353.
- Zimny, Henryk (1990): Funkcjonowanie układów ekologicznych w warunkach zurbanizowanych. Centralny Program Badań Podstawowych: Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego. Warszawa: Wydawn. SGGW-AR (Tom 58 z Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego).
- Zimny, Henryk (1994): The city as an ecological system and its impact on environment quality. In Barker, George M. A (Ed.): Proceedings of the II European Meeting of the International Network for Urban Ecology. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN (Memorabilia zoologica, 49).
- Zimny, Henryk (2005): Ekologia miasta. Warszawa: Agencja Reklamowo-Wydawnicza Arkadiusz Grzegorzczak.

**SPIS RYSUNKÓW, TABEL I ZDJĘĆ:**

- Rys. 1. Multidyscyplinarny charakter obszaru zainteresowań
- Rys. 2. Schematyczny układ pracy
- Rys. 3. Funkcje zieleni na obszarach miast w różnych okresach historycznych
- Rys. 4. Usługi ekosystemów a jakość życia
- Rys. 5. Zestawienie kategorii usług ekosystemów zaproponowanych w ramach: MEA (Millennium Ecosystem Assessment) – Milenijnej Oceny Ekosystemów, Projektu TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) – Ekonomii ekosystemów i bioróżnorodności oraz klasyfikacji CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) – Wspólnej Międzynarodowej Klasyfikacji Usług Ekosystemów
- Rys. 6. Założenia koncepcji Miasta Zielonego i Miasta Zwartego w kontekście koncepcji ekosystemu
- Rys. 7. System Emerald Necklace według F.L. Olmsted'a, Boston, Massachusetts, USA
- Rys. 8. Schemat koncepcji Trzech Magnesów oraz Miasta Ogrodu według E. Howarda
- Rys. 9. Schemat sieci połączeń ekosystemów i krajobrazów w ramach koncepcji ZI
- Rys. 10. Definicje Zielonej Infrastruktury – podsumowanie
- Rys. 11. Zasady, funkcje i aspekty Zielonej Infrastruktury według różnych autorów
- Rys. 12. Model planistyczny Nowej Urbanistyki: *rural-to-urban transect planning* - miejsko-podmiejski przekrój urbanistyczny promowany przez twórców: Duany Plater-Zybek & Co.
- Rys. 13. Zielona Infrastruktura w kontekście koncepcji *miasta zwartego* i *miasta zielonego*
- Rys. 14. Ruiny pałacu w Knossos, pochodzącego z okresu 2000–1400 p.n.e. (kultura minojska), fragmenty otwartego systemu odwodnieniowego
- Rys. 15. Inżynierskie sposoby podejścia do miejskiego drenażu według J. Aherna
- Rys. 16. Uproszczony schemat powiązań między systemami wpływającymi na klimat i zasoby wodne według Kundzewicza i Kowalczaka
- Rys. 17. Zasoby wodne Ziemi
- Rys. 18. Cykl hydrologiczny.
- Rys. 19. Zasoby wodne w wybranych krajach OECD
- Rys. 20. Obszary naturalnego niedoboru wód w Polsce
- Rys. 21. Obszary eksploatacyjnego niedoboru wód podziemnych
- Rys. 22. Wpływ miasta na wybrane czynniki środowiskowe
- Rys. 23. Wpływ miasta na wybrane czynniki środowiskowe – Wyidealizowany przekrój przez wielkie miasto
- Rys. 24. Zmiana równowagi bilansu wodnego na obszarach zurbanizowanych
- Rys. 25. Kształt i wielkość przebiegu fali wysokich wód na obszarach o różnym stopniu uszczelnienia gruntu
- Rys. 26. Systemowe ujęcie problemu urbanizowania terenów w aspekcie gospodarki wodami opadowymi – spirala wzrostu potrzeb ochrony przeciwpowodziowej
- Rys. 27. Podsumowanie wpływu urbanizacji na gospodarkę wodną i środowisko
- Rys. 28. Podstawowe funkcje systemów SuDS
- Rys. 29. Suds – przykłady rozwiązań z Berlina, Malmö i La Roche sur Yon
- Rys. 30. Suds - schematy pojedynczych rozwiązań
- Rys. 31. Schemat SuDS dla projektu Targu Maślanego w Gdańsku
- Rys. 32. 32a: Projekt zagospodarowania terenu Osiedla Beauforta w dzielnicy Gdynia-Pogórze, uwzględniający system SuDS; 32b: Schemat systemu SuDS dla osiedla mieszkaniowego Osiedla Beauforta w dzielnicy Gdynia-Pogórze, wraz z detalem zagospodarowania kwartału
- Rys. 33. Urban Water Management Transitions Framework – ramy dla transformacji miast w kierunku miasta uwrażliwionego na problematykę wodną (Water Sensitive City)
- Rys. 34. Schemat koncepcji *Three Point Approach* - 3PA
- Rys. 35. Layer Cake model – schemat



- Rys. 36. Komplementarny charakter narzędzi: SuDS, WSUD oraz Delta Urbanizm w różnych skalach miasta
- Rys. 36a. Analiza zbieżności uwarunkowań dla oceny adekwatności doboru przypadków do analizy.
- Rys. 37. Kontekst geomorfologiczny, geologiczny i społeczno – kulturowy – proces tworzenia - Holandia 'wyrwana wodzie'.
- Rys. 38. Schemat strategii przestrzennej Delta Programu
- Rys. 39. Cztery warianty scenariuszy przewidujące warunki dla miejskiego i ekonomicznego rozwoju Rotterdamu opracowane w ramach projektu naukowo badawczego prowadzonego przez Politechnikę w Delft (TU Delft)
- Rys. 40. Projekt zwiększenia retencji obszarów miejskich Kopenhagi w ramach WSUD - przed (rysunki na górze) i po (rysunki na dole) planowanych w mieście inwestycjach
- Rys. 41. WSUD-potential-tool – ewaluacja dwóch scenariuszy wdrożeniowych dla Gåsebæk Vejlaug w Kopenhadze
- Rys. 42. Kopenhaga – schemat sieci odwodnieniowej miasta z uwzględnieniem kanalizacji rozdzielczej i mieszanej
- Rys. 43. Projekt zwiększenia bioretencji obszaru miasta na terenie Sønder Boulevard w Kopenhadze
- Rys. 44. Augustenborg – schemat zagospodarowania terenu oraz schemat sposobów zarządzania wodami opadowymi
- Rys. 45. Bo01 – plan zagospodarowania terenu
- Rys. 46. *Green Space Factor* – skala punktów które uzyskuje się za rodzaj zastosowanej nawierzchni na terenie inwestycji w Bo01 (według danych ze strony Miasta Malmö).
- Rys. 47. *Green Points System* – 35 opcji uzyskania *zielonych punktów* za konkretne inwestycje proekologiczne na obszarze Bo01 według danych ze strony Miasta Malmö
- Rys. 48. Zielona Infrastruktura jako suma systemu przyrodniczego, obiektów wodnych oraz 'zazielenionej' infrastruktury szarej
- Rys. 49. Schemat budowania Zielonej Infrastruktury miasta
- Rys. 50. Typologia elementów SuDS (*Sustainable Drainage Systems*) w kontekście motencjału do tworzenia elementów ZI Miasta
- Rys. 51. Autorski MODEL 1: ODDOLNY proces tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta
- Rys. 52. Autorski MODEL 2: ODSRODKOWY proces tworzenia Zielonej Infrastruktury miasta
- Rys. 53. Autorski MODEL 3: ODGÓRNY proces tworzenia Zielonej Infrastruktury Miasta
- Rys. 54. Wskaźniki kształtowania zabudowy zaproponowane przez Burlińską
- Rys. 55. Regionalizacja fizycznogeograficzna na obszarze województwa pomorskiego
- Rys. 56. Sieć hydrograficzna Gdańska
- Rys. 57. Przekrój geologiczny A-B w rejonie Gdańska według Lidzbarskiego
- Rys. 58. Przekrój hydrogeologiczny II-II' w rejonie Trójmiasta według Lidzbarskiego
- Rys. 59. Mapa warunków hydrogeologicznych rejonu Trójmiasta
- Rys. 60. Cieki Wodne w Gdańsku w 1809 roku
- Rys. 61. Procentowe rozmieszczenie mieszkań w Gdańsku w latach 2006, 2016 według opracowania Biura Rozwoju Gdańska na potrzeby Studium
- Rys. 62. Istniejące i planowane do zabudowy tereny mieszkaniowe i mieszkalno-usługowe w Gdańsku – stan z roku 2007
- Rys. 63. Prognoza liczby ludności Gdańska według BRG do 2045 roku
- Rys. 64. Projekt systemu zieleni, część Planu Wielkiego Gdańska autorstwa Hugona Althoffa, Kurta Fehlhabera, Karla Hella, 1930
- Rys. 65. Projekt systemu przyrodniczego miasta w planszy nr 9. Ochrona przyrody, obszary cenne przyrodniczo, Ogólnomiejski System Terenów Aktywnych Biologicznie - OSTAB, szkic do SUIZP Gdańska, projekt z 30 maja 2017

- Rys. 66. Wielka Aleja Lipowa w 1773 roku, trzy lata po posadzeniu na rysunku Daniela Chodowieckiego
- Rys. 67. Układ hydrograficzny Miasta Gdańska
- Rys. 68. Gdański System Infrastruktury Odwodnieniowej
- Rys. 69. Mapa zagrożenia powodziowego miasta Gdańska
- Rys. 70. Podsumowanie analizy uwarunkowań w Gdańsku i wynikających z nich zagrożeń w kontekście szans w zastosowaniu w mieście koncepcji Zielonej Infrastruktury
- Rys. 71. Schemat odwodnienia podwórek w dzielnicy Stogi
- Rys. 72. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Projekt zagospodarowania terenu. Projekt budowlany.
- Rys. 73. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Projekt wykonawczy. Detal nasadzeń.
- Rys. 74. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Przekroje.
- Rys. 75. Projekt odwodnienia podwórzy w dzielnicy Stogi. Zlewnie ogrodów deszczowych.
- Rys. 76. Popozycja syntezy elementów infrastruktury przyrodniczej hydrograficznej i technicznej przy pomocy SuDS i WSUD, jako potencjał budowania optymalnego układu Zielonej Infrastruktury w Gdańsku