

STRESZCZENIE

W niniejszej pracy magisterskiej zostało przedstawione jedno z narzędzi, którym można posługiwać się w celu zniwelowania skutków zmian klimatycznych w mieście. Narzędzie – system zielono - błękitnej infrastruktury, został zastosowany na części zurbanizowanej zlewni Potoku Strzyży, terenu borykającego się od kilku lat z nagłymi powodziami. W dalszej części pracy zostanie przedstawione obopólne oddziaływanie na siebie działań człowieka i natury, następnie przykłady systemów zielono - błękitnej infrastruktury w różnych skalach ze świata, Europy i Polski. Ostatni rozdział przedstawia analizy, rozwiązania i propozycje zaplanowania projektu w oparciu o gdański model wdrażania zielono - błękitnej infrastruktury (SPRiM). Celem pracy jest przedstawienie zielono - błękitnej infrastruktury jako wielofunkcjonalne i łatwo dostępne narzędzie poprawiające jakość życia mieszkańców i jak kluczowe jest ich partycypacja w procesie tworzenia retencji miejskiej.

Słowa kluczowe: zielono - błękitna infrastruktura, edukacja środowiskowa, powierzchniowa retencja miejska, zmiany klimatyczne, partycypacja

Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD: Geografia społeczna i gospodarcza – Urbanistyka (planowanie i rozwój przestrzenny)

ABSTRACT

This master thesis presents a tool that can be used to mitigate the effects of climate change in the city. The tool - a system of green and blue infrastructure, is used on a part of the urbanized drainage basin area of Strzyża stream, an area that has been struggling with flash floods for several years. In the further part of the work, the mutual interaction of human activities and nature will be presented, followed by examples of green and blue infrastructure systems at various scales from the world, Europe and Poland. The last chapter presents analyzes, solutions and project planning proposals based on the model of implementing green and blue infrastructure (SPRiM). The aim of the study is to present green and blue infrastructure as a multifunctional and easily accessible tool improving the quality of life of the inhabitants.

Keywords: green and blue infrastructure, environmental education, surface retention, climate change, participation

SPIS TREŚCI:

1. WSTĘP I CEL PRACY	7
2. CZĘŚĆ TEORETYCZNA.....	7
2.1. Rola zasobów wodnych.....	7
2.1.1 Zasoby wodne Polski.....	8
2.2 Obieg wody w przyrodzie	9
2.2.1 Współczynnik spływu.....	10
2.2.2 Wpływ urbanizacji na wielkość spływów deszczowych	11
2.3 Wody powierzchniowe i podziemne	12
2.4 Zanieczyszczenia i oczyszczanie wody	13
2.5 Ochrona wód	14
3. STUDIUM PROBLEMU	14
3.1. Adaptacja środowiska wodnego do potrzeb człowieka	14
3.2. Zmiany klimatyczne	15
3.2.1 Powodzie	15
3.2.1.1 Powodzie w Gdańsku	16
3.2.1.2 Zarządzanie kryzysowe w Gdańsku	17
3.2.2 Susze	18
3.3 Idea zrównoważonego rozwoju miast	18
3.4 Projektowanie miast wrażliwych na wodę	19
3.4.1 Błękitno - zielona infrastruktura jako narzędzie gospodarowania wodami w miastach... ..	20
3.4.2 Wielofunkcyjne obszarowe elementy błękitno - zielonej infrastruktury	22
3.4.2.1 Zbiorniki retencyjne.....	22
3.4.2.2 Niecki i rowy retencyjne	22
3.4.2.3 Ogrody deszczowe	23
3.4.2.4 Zielone dachy i ściany	24
3.4.2.5 Nawierzchnie przepuszczalne	25
3.4.3 Roślinność	25
3.4.4 Planowane działania adaptacyjne na terenie miasta Gdańska	27
3.5 Woda w przestrzeni miejskiej - aspekt społeczny	27
3.6 Woda w przestrzeni miejskiej - aspekt zdrowotny.....	28
3.7 Aspekt ekonomiczny zrównoważonego gospodarowania wodami	29
3.8 Aspekt środowiskowy zrównoważonego gospodarowania wodami	29
3.9 Prawne uwarunkowania gospodarowania wodami w Polsce.....	29
3.9.1 Kontekst prawny - światowe przepisy i wytyczne	29
3.9.2 Krajowe akty prawne	30
3.9.3 Zarządcy wód i ich kompetencje	31

3.10 Sposoby finansowania błękitno - zielonej infrastruktury oraz opłaty związana z zagospodarowaniem wód opadowych	32
3.11 Gospodarowanie wodami w Gdańsku	33
3.11.1 Dokumenty oraz podmioty odpowiedzialne za gospodarowanie wodami w Gdańsku ..	33
3.11.2 Założenia dotyczące zarządzania wodą na terenie gminy miasta Gdańsk.....	35
4. CZĘŚĆ WNIOSKOWA	36
4.1 Studium przypadku.....	36
4.1.1 Filadelfia - Stany Zjednoczone	37
4.1.2 Augustenborg, Malmö - Szwecja.....	38
4.1.3 Barnet, Londyn - Wielka Brytania	38
4.1.4 Bydgoszcz - Polska	39
4.1.5 Czerniaków Południowy, Warszawa - Polska	40
4.1.6 System Powierzchniowej Retencji Miejskiej (SPRiM)	42
4.2 Wnioski	43
5. CZĘŚĆ APLIKACYJNA	43
5.1 Ogólna i hydrologiczna charakterystyka zagospodarowania zlewni potoku Strzyży	44
5.2 Formy ochrony przyrody w sąsiedztwie Niedźwiednika	45
5.3 Ogólna charakterystyka Niedźwiednika - części dzielnicy Brętowo	45
5.4 Warunki gruntowe.....	48
5.6 Struktura własności osiedla Niedźwiednik.....	50
5.7 Infrastruktura odwodnieniowa osiedla Niedźwiednik.....	51
5.8 Tereny nieprzepuszczalne na osiedlu Niedźwiednik oraz potrzebne objętości retencyjne	52
5.8 Założenia systemu retencji na osiedlu Niedźwiednik	53
5.8.1 SPRiM w skali budynku	56
5.9 Etapowanie inwestycji	57
5.10 Schemat działania	60
5.11 Koszty inwestycji	62
6. PODSUMOWANIE	63

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW

IMGW-PIB - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy

TPK - Trójmiejski Park Krajobrazowy

OSTAB - Ogólnomiejski System Terenów Aktywnych Biologicznie

MPZP - Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego

SUiKZP - Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego

SPRiM - System Powierzchniowej Retencji Miejskiej

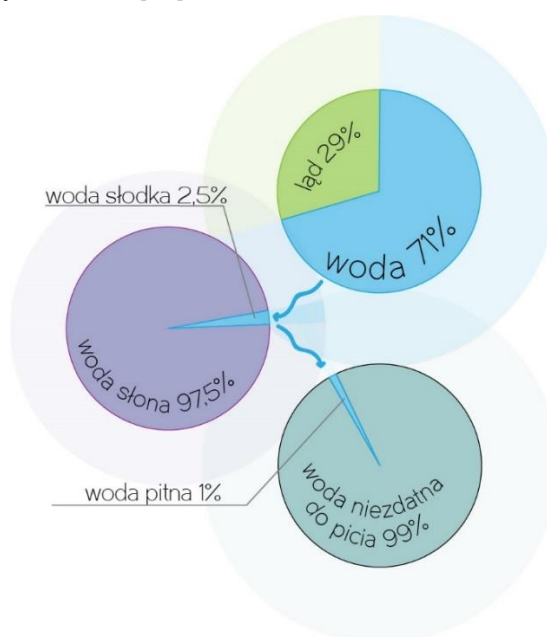
1. WSTĘP I CEL PRACY

Przyczyn aktualnego stanu środowiska można wymienić kilka, ale ich głównym mianownikiem zawsze jest jedno - odłączenie się ludzi od natury i postawienie się w roli najważniejszych istot na Ziemi. Podporządkowywanie sobie przyrody poprzez ograniczanie jej swobody doprowadziło do wielu klęsk. Dlatego ludzie zaczęli szukać innych rozwiązań, dzięki którym mogliby się rozwijać jednocześnie nie ograniczając żywołu. Celem pracy jest sformułowanie propozycji wdrażania systemu błękitno - zielonej infrastruktury na osiedlu Niedźwiednik w Gdańsku i przedstawienie jak ważne jest *angażowanie w jego realizację* mieszkańców. Projektowanie tego rodzaju infrastruktury jest, na stan dzisiejszej wiedzy, najlepszym sposobem na współistnienie z naturą, wynikają z niego wieloaspektowe korzyści.

2. CZĘŚĆ TEORETYCZNA

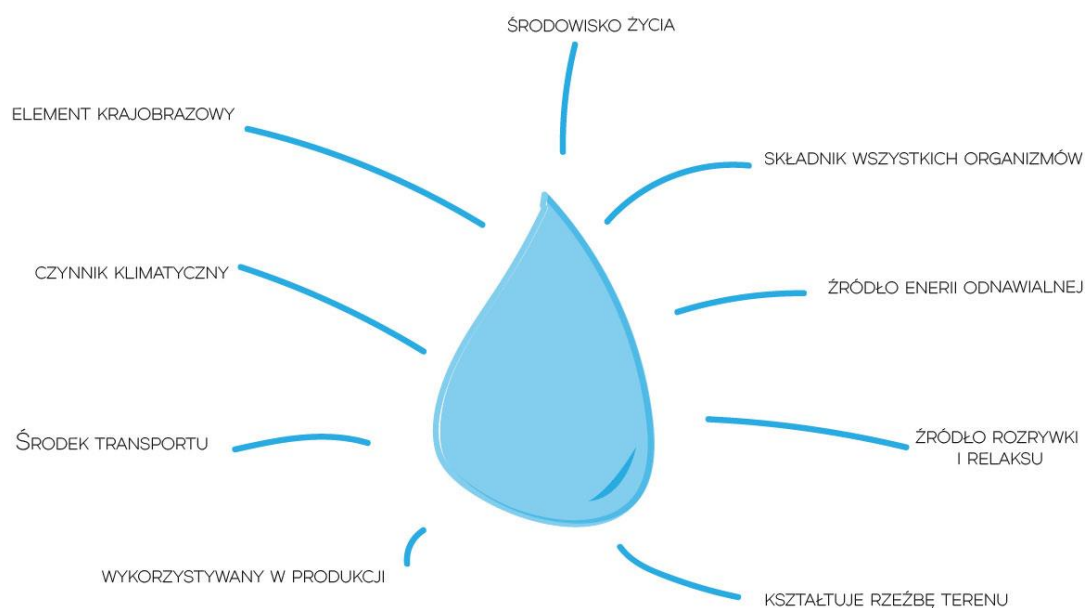
2.1. Rola zasobów wodnych

Zasób w odniesieniu do elementów środowiska to wszystko co służy zaspokajaniu potrzeb bytowych i gospodarczych człowieka. W związku z ich fizycznymi, użytkowymi i fizjonomicznymi cechami powinny być racjonalnie wykorzystywane. [7] Zasoby dzielą się na nieodnawialne i odnawialne. Zasoby nieodnawialne powstawały przez miliony lat. Tworzyły się w skorupie ziemi z różnego typu pierwiastków, z których powstały paliwa kopalne i rudy metali. Odnawiane zasoby przyrody, to takie które potrzebują stosunkowo mało czasu do odtworzenia, tworząc zamknięty obieg materii. Wymienia się w tej grupie zazwyczaj wodę, roślinność, energię słoneczną i wiatrową oraz glebę. Potrzebne jest racjonalne gospodarowanie jednymi i drugimi, ponieważ działalność człowieka doprowadza do pogłębiającej się nierównowagi w obiegu materii zasobów odnawialnych, doprowadzając do niemożności odnowienia się zasobów. [12]



Rys. 2.1. Zasoby wody na Ziemi. Opracowanie własne

Zasoby wodne to jedna z części środowiska przyrodniczego, definiowana jako ilość wody dostępnej do wykorzystania na określonym terenie, z uwzględnieniem wód powierzchniowych i podziemnych. Wielkość zasobów wodnych uzależniona jest od czynników klimatycznych, geomorfologii, sposobu użytkowania terenu oraz od wielkości dopływu spoza tego terenu [3]. Woda to kluczowy zasób na Ziemi. Jej dostępność decyduje o istnieniu życia biologicznego - jest niezbędnym składnikiem wszystkich organizmów umożliwiającym proces przemiany materii, stanowi przestrzeń do zasiedlania oraz jest wiodącym czynnikiem klimatycznym. Wpływa również na kształtowanie rzeźby terenu i stanowi element struktury krajobrazu. Ludzie wykorzystują potencjał zasobów wodnych w wielu działach gospodarki między innymi w rolnictwie, przemyśle, energetyce, gospodarce komunalnej, lecznictwie, turystyce i rekreacji, rybołówstwie czy transporcie wodnym. [7]



Rys. 2.2. Woda jako najważniejszy zasób na Ziemi. Opracowanie własne na podstawie [3] i [7]

2.1.1 Zasoby wodne Polski

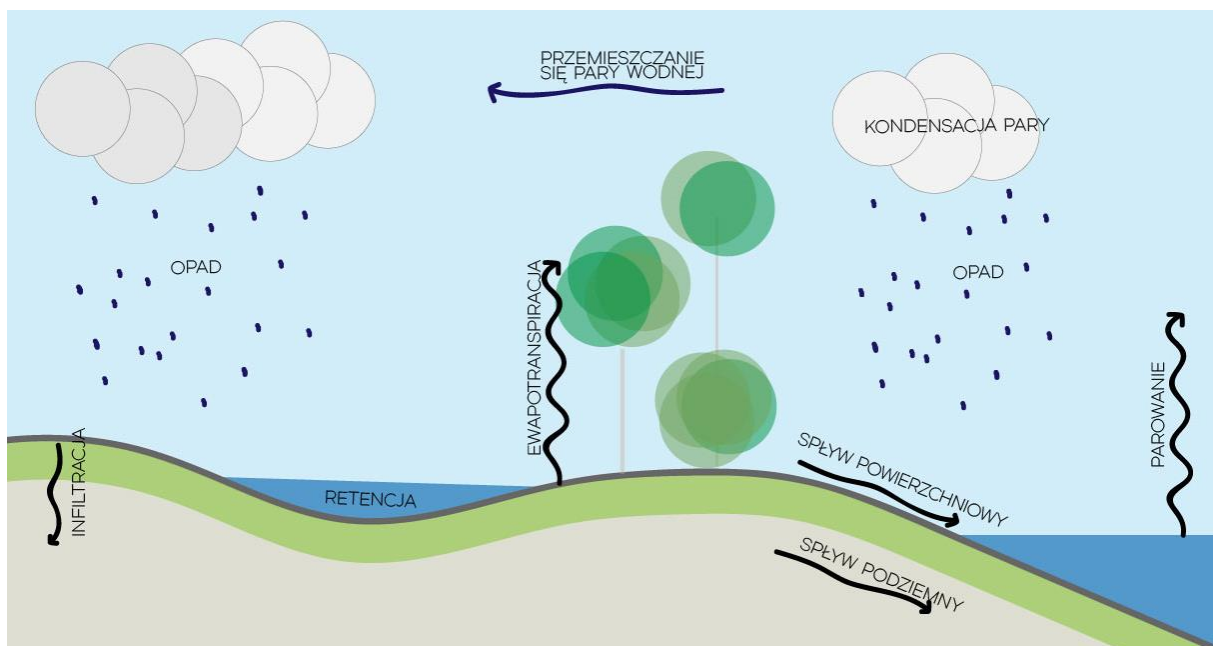
Zasoby wodne Polski w bardzo wysokim stopniu uzależnione są od opadów atmosferycznych, które z roku na rok podlegają znacznym zmianom w zależności od regionu. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w lipcu 2019 roku w Polsce odnotował niedobory opadów w przeważającej części stacji pomiarowych IMGW-PIB. Średnie odnotowane opady stanowiły jedynie 69% normy, co wskazuje, że miesiąc ten należał do suchych. [13] Częstym wskaźnikiem porównawczym zasobów wód powierzchniowych jest ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca. Obliczany jest jako stosunek średniego rocznego odpływu rzeczno-morskiego z całego kraju do liczby mieszkańców. Według raportu ONZ - Managing Water under Uncertainty and Risk z 2012 roku wartość wskaźnika poniżej 1700 m³/osoba/rok jest uważana za czynnik stanowiący barierę w rozwoju państw. Według tego wskaźnika zasoby wodne Polski są w deficycie i wpływają negatywnie na rozwój kraju. Wynoszą około 1800 m³/osoba/rok natomiast w trakcie suszy wskaźnik ten spada poniżej 1000 m³/osoba/rok. To 2,5 razy mniej a podczas suszy 4,5 razy niż średnia europejska wynosząca 4500 m³/osoba/rok. [3], [14]

2.2 Obieg wody w przyrodzie

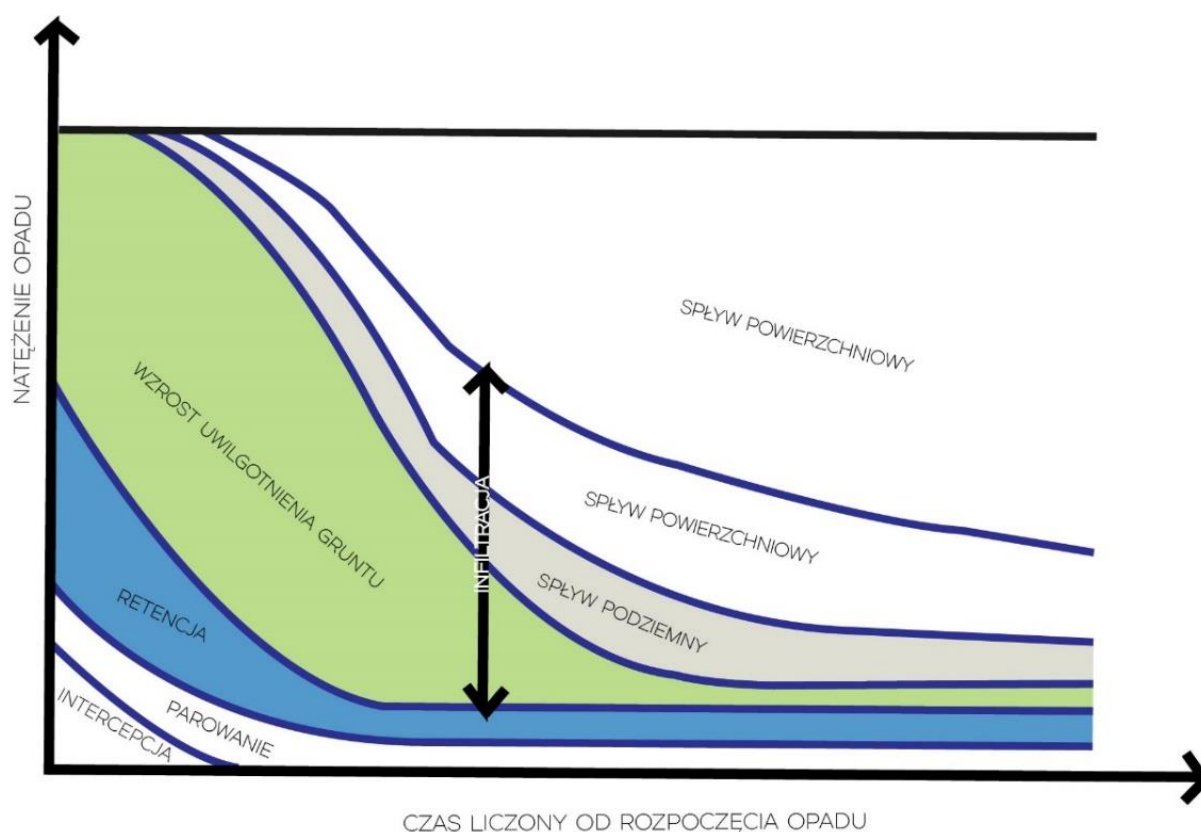
Krążenie wody między atmosferą, hydrosferą i litosferą, zachodzące na skutek wpływu Słońca, siły grawitacyjnej i ruchu Ziemi, nazywamy obiegiem wody w przyrodzie tzw. cyklem hydrologicznym. Oddziaływanie cyklu zauważalne jest na obszarze szesnastokilometrowej warstwy atmosfery oraz 800-metrowej warstwie skorupy ziemskiej. W związku z tym obieg jest zjawiskiem zachodzącym w każdym miejscu dostępnym dla ludzi.

Podzielić go można na następujące etapy w obiegu zamkniętym: parowanie, kondensacja pary wodnej, opady, infiltracja, spływ podziemny, spływ powierzchniowy w tym strumieni, rzek i wód gruntowych do jezior i mórz, ponowne parowanie itd. Pełny, zamknięty cykl krążenia wody, pomiędzy oceanem, atmosferą i lądem obejmujący wszystkie przemiany wody nazywamy dużym natomiast krążenie wody, które obejmuje tylko parowanie i opad a zachodzi pomiędzy atmosferą i lądem lub atmosferą i oceanem - małym obiegiem wody. [15]

Opady atmosferyczne są integralną częścią obiegu wody w przyrodzie. Ich niezwykle istotną funkcją jest zasilanie wód powierzchniowych i podziemnych. Jednak część wody opadowej, która nie jest w stanie wsiąknąć do gruntu, odpływa ze zlewni. Mimo iż średni odpływ jednostkowy, czyli ilość wody odpływająca z jednostki powierzchni zlewni w ciągu 1 s, w Polsce wynosi $5,01/s/km^2$, co stanowi wartość mniejszą prawie o połowę od średniej europejskiej wynoszącej $9,51/s/km^2$, to i tak zatrzymywanie wody w miejscu opadu jest znikome. Opad atmosferyczny spadający na powierzchnię ziemi tylko w części i nie na zawsze pozostaje w miejscu, gdzie spadł. Może on zostać przechowany przez rośliny podczas procesu nazwanego intercepcją. Część opadu wyparuje od razu z gleby i roślin w procesie ewapotranspiracji. Woda, która nie wyparuje zostaje zinfiltrowana w głąb ziemi, zretencjonowana na powierzchni lub staje się opadem powodującym spływ powierzchniowy. [3] Rys. 2.3 przedstawia schematyczny obieg wody w przyrodzie a Rys. 2.4 przedstawia w uproszczeniu, jakie elementy obiegu wody występują po sobie w czasie.



Rys. 2.3 Obieg wody w przyrodzie. Opracowanie własne na podstawie [3].



Rys. 2.4. Rozkład opadu na składowe. Opracowanie własne na podstawie [16].

2.2.1 Współczynnik spływu

Współczynnik spływu wyraża stosunek między ilością wody deszczowej, która spłynie z danej powierzchni a całkowitą ilością, która spadła na tę powierzchnię i przyjmuje wartość od 0 do 1. Oznacza to, iż im lepiej wchłania się woda tym mniejsza jest wartość współczynnika. Współczynnik ten oblicza się indywidualnie dla każdej zlewni. W związku ze zmianą zagospodarowania przestrzennego może być zmienny w czasie. Wyraża się go wzorem $\alpha = \frac{Q_{spł} [dm^3/s]}{Q_{opad} [dm^3/s]} < 1$, gdzie $Q_{spł}$ oznacza wielkość spływu z danej powierzchni w czasie, a Q_{opad} wielkość opadu na daną powierzchnię w czasie.

Jak pokazuje wzór, aby poznać wartości współczynnika spływu należy ustalić dwie wartości. Wielkość opadu mierzy się metodą mechaniczną za pomocą deszczomierza zbierając wodę opadową w przyrządzenie i sprawdzając jego objętość raz na dobę. Natomiast ustalenie wielkości spływu jest bardziej skomplikowane. Głównymi czynnikami wpływającymi na wielkość spływu w obszarze zlewni są: parowanie, czyli temperatura powierzchni, na którą spadł opad, retencja powierzchniowa i infiltracja. W związku z tym ważny jest też rodzaj pokrycia, budowa geologiczna, wodoprzepuszczalność gruntu i pochyłość terenu powierzchni zlewni. Czynnikiem mającym wpływ jest też antropogeniczne zagospodarowanie, czyli między innymi rodzaj i wielkość zabudowy czy spadki dachów. Znacząca jest również początkowa wilgotność gruntu. Wpływa ona na wyjściową chłonność danego podłoża.

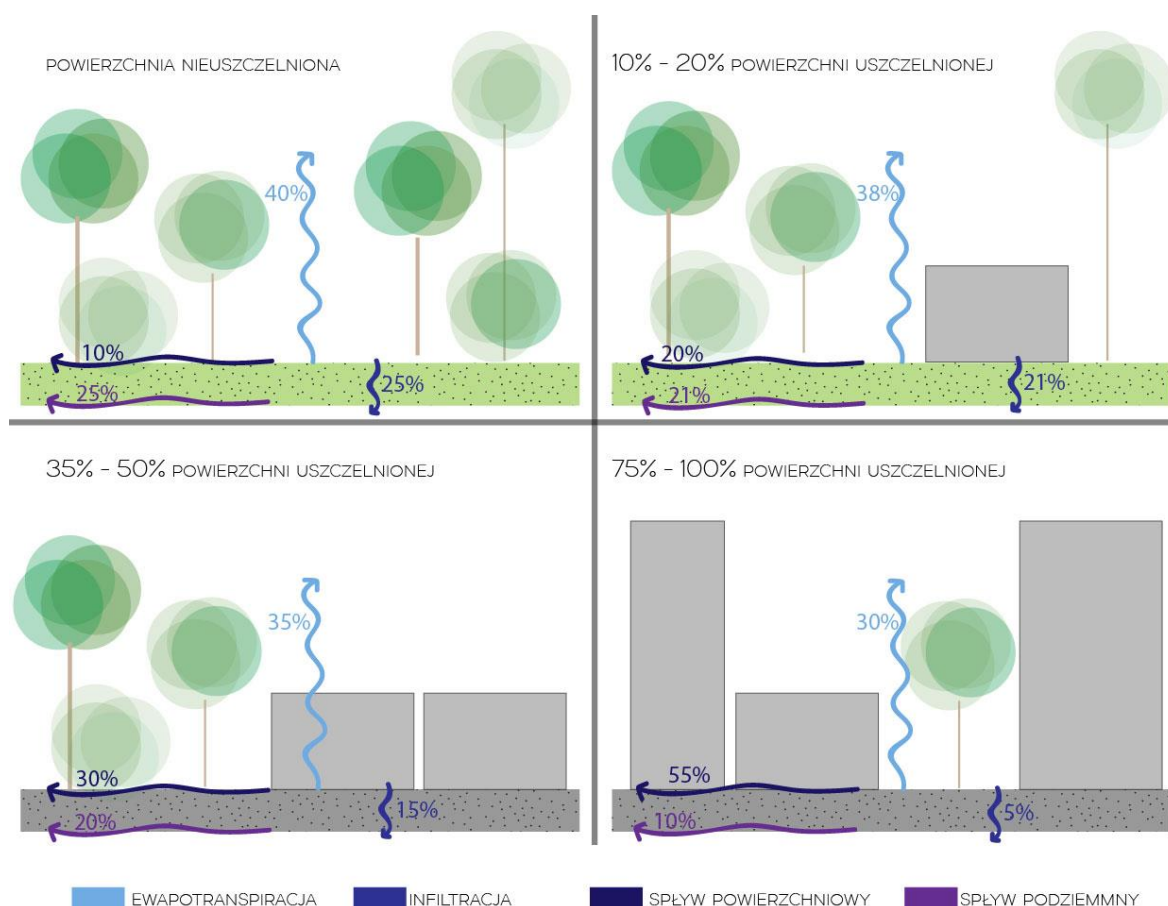
Najbardziej znaczącym czynnikiem wpływającym na współczynnik spływu, spośród wyżej wymienionych są rodzaj pokrycia powierzchni, spadek terenu oraz czas trwania deszczu. W związku z tym służą do uproszczonego obliczania współczynnika spływu. Należy jednak pamiętać, iż są to wartości uogólnione i aby odpowiednio obliczyć współczynnik na konkretnym obszarze należy wziąć pod uwagę uwarunkowania tam występujące. Są też miasta, które obliczyły i uśredniły wynik w celu prowadzenia prostszego procesu inwestycyjnego. Niektóre wartości współczynnika zostały podane w poniższej tabeli. Więcej na ten temat zostało omówione na przykładzie Gdańska w rozdziale 3.11.2 „Założenia dotycząca zarządzania wodą na terenie gminy miasta Gdańsk.”

Forma użytkowania	Spadek terenu					
	0,5%	1%	2,5%	5%	7,5%	10%
Zabudowa zwarta	0,8	0,82	0,85	0,9	0,95	1
Zabudowa luźna	0,6	0,62	0,65	0,7	0,75	0,8
Zieleń miejska (parki, ogrody)	0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3
Lasy	0,01	0,02	0,04	0,06	0,1	0,15

Tab. 2.1 Wartości współczynnika spływu dla wybranych form użytkowania. Źródło notatki z wykładów.

2.2.2 Wpływ urbanizacji na wielkość spływów deszczowych

Warunki panujące w zlewni miejskiej różnią się znacznie od warunków w zlewni poza terenami zurbanizowanymi. Zasadnicza różnica polega na tym, że powierzchnia zlewni miejskiej jest w znacznym stopniu uszczelniona i uniemożliwia infiltrację wody. Dodatkowym czynnikiem jest wyrównywanie terenu oraz zmniejszanie jego szorstkości. Utrudnia to przesiąkanie, spływ do powierzchni ziemi i gruntu oraz przyspiesza parowanie. Skutkiem tego jest skrócenie czasu koncentracji terenowej. W zlewni naturalnej przed rozpoczęciem spływu odbywa się zwilżanie, wsiąkanie i retencja opadu przez co wydłuża się okres pozostawania wód w miejscu opadu. W konsekwencji spływ rozkłada się w czasie i nie stanowi zagrożenia. Przy zlewni zurbanizowanej woda ta nie ma możliwości innej niż spływ przez co znacznie szybciej uzyskuje poziom kulminacyjny. Wywołuje to wiele niepożądanych konsekwencji takich jak wzrost zagrożenia powodziowego i podtopień, mniejsze zasilenie wód gruntowych, w okresach suszy zmniejszony przepływ w ciekach oraz zmiana mikroklimatu terenów miejskich. [3]



Rys. 2.5. Spływ i wsiąkanie opadów w zależności od stopnia urbanizacji. Opracowanie własne na podstawie [3].

2.3 Wody powierzchniowe i podziemne

Zasoby wód powierzchniowych dzielą się na śródlądowe oraz oceaniczne i morskie. Śródlądowe wykorzystywane są przez człowieka do celów gospodarczych po wcześniejszym uzdatnieniu. Są to wody rzeczne i jeziorne pobierane w ujęciach powierzchniowych. W tej kategorii znajdują się również wody mokradłowe bez znaczenia użytkowego, ale o ogromnej roli w funkcjonowaniu przyrody. W przypadku wód słonych, czyli oceanicznych i morskich, które są największym zasobem w skali Ziemi, użytkowanie sprowadza się do chłodzenia wynikającego z potrzeb technologicznych lub komunalnego po wcześniejszym odsoleniu. Zasoby wód podziemnych dzielą się na cztery warstwy z czego jedynie ostatnia uznawana jest za najlepszą do celów spożywczych. Związane jest to z ich odizolowaniem od powierzchni ziemi, na której wytwarzane są zanieczyszczenia. Pozostałe poziomy wodonośne mające kontakt z powierzchnią są narażone na tego typu czynniki. Znajdujące się bardzo płytko pod powierzchnią gleby wody przypowierzchniowe (zaskórne) mającej najczęściej złą jakość, ale bardzo duże znaczenia dla szaty roślinnej, ujmowane są w ujęciach drenażowych. Poniżej są wody gruntowe odznaczające się umiarkowanym znaczeniem użytkowym w związku z zanieczyszczeniami, ujmowane w płytkich ujęciach wód podziemnych są istotne dla szaty roślinnej. Następnymi są wody wgłębne położone poniżej warstw nieprzepuszczalnych gruntu, dzięki czemu, mimo iż są zasilane wodami opadowymi mają podstawowe znaczenie użytkowe w większości

ujęć wód podziemnych. Ostatnie są wody głębinowe izolowane całkowicie od powierzchni ziemi i wyższych poziomów wodonośnych, o stałych nieodnawialnych zasobach, często wysoko zmineralizowane w przypadku korzystnych właściwości fizykochemicznych jest to najlepsza woda do celów spożywczych. [7]

2.4 Zanieczyszczenia i oczyszczanie wody

Podstawową przyczyną zanieczyszczeń wód jest działalność człowieka. Intensywna antropopresja w wielu sektorach gospodarki takich jak rolnictwo, przemysł wydobywczy, przemysł przetwórczy, gospodarka wodna, gospodarka leśna, gospodarka komunalna, gospodarka rybacka, turystyka i rekreacja, doprowadziła do przekształcenia i degradacji wód powierzchniowych i podziemnych. Stężenia zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych są porównywalne do stężeń w ściekach sanitarnych. Ścieki deszczowe powstają zasadniczo podczas spływu, splukując zanieczyszczenia ze zlewni. [3]

Głównym problemem wynikającym z zanieczyszczonych wód jest ich eutrofizacja spowodowana głównie wzrostem stężeń fosforu i azotu w wodzie. Prowadzi to do wzrostu produkcji biologicznej z wieloma niekorzystnymi skutkami takimi jak na przykład nadmierny rozwój fitoplanktonu, zanik tlenu w strefach głębinowych i pogorszenie warunków świetlnych. [7] W konsekwencji prowadzi to do zaniku bioróżnorodności, zmiany barwy i zapachu wody a także mniejsze zbiorniki wodne mogą zamienić się w bagno lub torfowisko.

Mechanizmy antropizacji środowiska przyrodniczego, związane są z występowaniem sprzężeń zwrotnych, będących jedną z istotnych cech funkcjonowania środowiska. System środowiska przyrodniczego Ziemi opiera się m. in. na istnieniu tych sprzężeń, prowadzących do pozostawiania środowiska we względnej, dynamicznej równowadze. [7] Dążenie przyrody do równowagi sprawia, że wody powierzchniowe i w znacznie mniejszym stopniu wody podziemne dążą do samooczyszczenia. Polega ono na neutralizacji zanieczyszczeń w wyniku zachodzących procesów fizycznych (hydrologicznych), chemicznych i biologicznych. Samooczyszczanie wód powierzchniowych jest ograniczone i może odbywać się przez rozcieńczenie zanieczyszczeń, sedymentację zawieszin, absorpcję i biodegradację związków organicznych. Jedynie biodegradacja jest trwałym procesem, podczas którego rozkładane są związki organiczne (mineralizacja) przy udziale rozpuszczonego w wodzie tlenu, który pochodzi z atmosfery i z fotosyntezy. Niestety można zauważyć, że w związku z coraz mniejszą zawartością tlenu w wodzie trudniej o naturalny proces mineralizacji wód. Samooczyszczanie wód podziemnych pierwszych trzech poziomów wodonośnych zachodzi przede wszystkim w wyniku ich migracji - na miejsce wód zanieczyszczonych może napłynąć woda czysta. Największą zdolność do samooczyszczania mają rzeki. Wpływa na nią: turbulencja przepływu wpływająca na utlenienie wody, roślinność wodna produkująca tlen i pochłaniająca związki organiczne oraz brak przepływowych zbiorników wodnych. (...) W przypadku jezior decydujący wpływ na samooczyszczanie ma typ jeziora oraz stopień wymiany wód i stan rozwoju roślinności wodnej. Najbardziej zagrożone zanieczyszczeniami są zbiorniki bezodpływowe, w których zachodzi trwała sedymentacja zanieczyszczeń i spowolniona wymiana wody. [7]

2.5 Ochrona wód

W odpowiedzi na pogarszający się stan wód wprowadzono szereg sposobów jej ochrony. Myślą przewodnią ochrony wody jest jej oszczędność, czyli ochrona ilościowa oraz eliminacja źródeł zanieczyszczeń, czyli ochrona jakościowa. [7] W Polsce ocena stanu wód, przeprowadzana jest w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, realizowanego przez Inspekcję Ochrony Środowiska. Obserwacje pozwalają na ustalenie wprowadzenia odpowiedniego rodzaju ochrony oraz ustalenie celów środowiskowych. Opisane są one w planach gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy. [17]

3. STUDIUM PROBLEMU

3.1. Adaptacja środowiska wodnego do potrzeb człowieka

Przekształcanie środowiska przez ludzi zaczęło się w momencie, kiedy pierwszy człowiek postanowił wykonać z elementów przyrody narzędzie do własnego użytku - w celu podporządkowania sobie natury. Dzisiaj Ziemia jest na etapie takiego przekształcenia, które doczekało się własnej epoki geologicznej nazwanej antropoceniem. Oznacza to, że ludzie dostosowując przyrodę do swoich potrzeb rozpoczęli serię procesów związanych głównie z powstawaniem różnego typu budowli, które w większości negatywnie oddziałują na krajobraz naturalny a także strukturę i funkcjonowanie środowiska.

Podstawowym błędem człowieka było egoistyczne myślenie, że ze wszystkiego może czerpać korzyści ekonomiczne. Osiedlając się, wybierał obszary bogate w zasoby wody pitnej, żyzne gleby czy budulec a modyfikując je przerywał środowiskowe powiązania tam występujące. Coraz bardziej inwazyjne i wielkopowierzchniowe działania człowieka doprowadziły do nieodwracalnych i destrukcyjnych przekształceń środowiska przyrodniczego.

Aktualna struktura przestrzenna miast stanowi znaczącą barierę dla korytarzy ekologicznych lądowych jak i wodnych oraz wpływa na krajobraz naturalny. [7] Często problemy związane z brakiem lub nadmiarem wody próbowano rozwiązać budując obiekty hydrograficzne i hydrotechniczne. W dużej mierze funkcjonują one w oderwaniu od faktycznych zlewni i niezapewnianą środowiskowej równowagi. [4] Według autorów książki „Przyrodnicze podstawy gospodarki przestrzennej ujęcie proekologiczne”. Zantropizowane systemy przyrodnicze stały się podatne na wszelkiego rodzaju dalsze oddziaływania i trwałe zmiany. Przykładem może być depresyjny lej, czyli pomniejszenie zwierciadła wód podziemnych pod obszarami zurbanizowanymi w skutek uszczelnienia powierzchni miast. [4] Im silniejsze i bardziej różnorodne oddziaływania antropogeniczne, zachodzące w tej samej przestrzeni tym występują większe, kumulujące się obciążenia środowiska i zachodzą trwalsze jego zmiany.

Jednym z przykładów próby okiełznania natury jest regulacja rzek. Jej celem jest zazwyczaj przystosowanie rzeki do transportu wodnego, produkcja energii elektrycznej lub zwiększenie odpływu wody a co za tym idzie zmniejszenia zagrożenia powodziowego. Wiąże się to z koniecznością przeprowadzenia szeregu robót hydrotechnicznych, od usuwania roślin do budowy między innymi murów nadbrzeżnych, tam poprzecznych czy wałów przeciwpowodziowych. Wraz ze stopniem wzrostu

ingerencji w przepływ rzeki spada jej zdolność do samoregulacji hydrologicznej i ekologicznej. Staje się produktem, który ma przynosić korzyści. Po pewnym czasie jednak konstrukcje mogą ulec uszkodzeniom co doprowadza nie raz do powodzi czy podtopień. W ostatecznym rozrachunku nie racjonalnie okazuje się intensywne zagospodarowanie dolin czy regulacja rzek. W związku z tym najlepszym rozwiązaniem jest to proekologiczne, czyli pozostawienie rzeki naturalnym procesom przyrodniczym. Konieczne przy tym jest dostosowanie sposobu gospodarowania przestrzenią w dolinach co wymaga „rewolucji” w sposobie myślenia. [7]

3.2. Zmiany klimatyczne

Zmiany klimatyczne w ostatniej dekadzie dało się zauważyć w większości miejsc na Ziemi. Obserwacje wskazują na wzrost globalnych średnich temperatur powietrza i oceanów, powszechne topnienie śniegu i lodu oraz podnoszenie się poziomu mórz. Oczekuje się, że skrajne warunki pogodowe, w tym fale upałów, susze i powodzie będą zdarzały się coraz częściej i będą bardziej intensywne. [18] Europejska Agencja Środowiskowa wielce możliwym uznaje, że ocieplenie można w znacznie części przypisać emisji gazów cieplarnianych związanych z działalnością człowieka. Miasta zajmują zaledwie 3% powierzchni Ziemi a odpowiadają za 75% emisji dwutlenku węgla i zużywają pomiędzy 60% a 80% produkowanej energii. Wiąże się to z tym, że aktualnie co drugi człowiek mieszka w mieście a do 2030 roku będzie to już 60% ludności, czyli około 5 bilionów osób. [19] Zmiany klimatu mogą poważnie oddziaływać na gospodarkę wodną, dlatego konieczne jest zaprzestanie dotychczasowych praktyk inwestowania na terenach zagrożonych jak i zwiększenie pojemności retencyjnej naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych. [20]

3.2.1 Powódzie

Zmiany klimatu zwiększają również częstotliwość i intensywność ekstremalnych zdarzeń pogodowych. Jednym z nich są nagłe i intensywne opady deszczu z którymi nie jest w stanie poradzić sobie miejska infrastruktura w skutek czego mamy do czynienia z powodzią. Zgodnie z definicją zawartą w polskim prawie powódź jest to „czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, w szczególności wywołane przez wezbrania wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza (...)” [70] W regionie europejskim WHO dotknęły one 3,4 miliona ludzi i zabiły ponad 1000 osób w okresie od 2000 do 2011 roku. Czynnikiem potęgującym szkody wywołane przez powódź są występujące coraz częściej okresy suszy. W trakcie ich trwania ziemia staje się twardsza i tym samym traci właściwość umożliwiające wsiąkanie wód. [20] Największe powódzie po zmianach ustrojowych w Polsce miały miejsce trzy razy. W dotkniętych powodzią największych miastach padały w tym czasie rekordowe sumy miesięcznych opadów. 1997 roku w lipcu południowa i zachodnia Polska, Czechy, wschodnie Niemcy, północno-zachodnia Słowacja oraz wschodnia Austria znalazły się pod wodą. Przyczyną były dwie fale obfitych opadów występujących tuż po sobie. W lipcu suma opadów nad Wrocławiem wynosiła 238.1 mm a w Katowicach 323.4mm. Stanowiło to w obu przypadkach około jedną trzecią sumy opadów w całym roku. Powódź nazwana tysiącletnią przyniosła straty oszacowane na 4,5 miliarda dolarów. Następną klęska wystąpiła w 2001 roku również w lipcu. Spowodowały ją obfite deszcze i burze w południowej Polsce. Wysoki stan wód

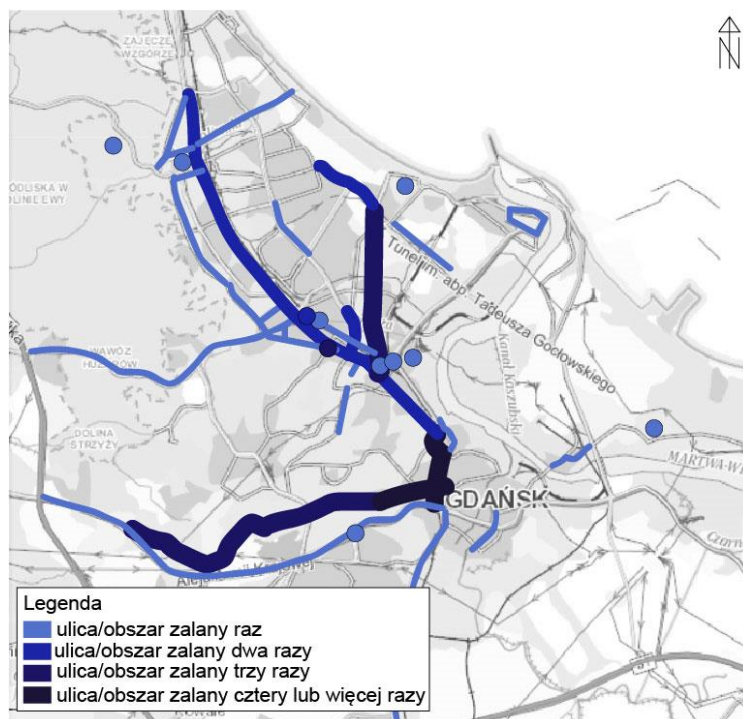
utrzymywał się przez 2 -3 dni. Doszło do licznych przerwania wałów przeciwpowodziowych na Wiśle. Straty oszacowano na 4 miliony złotych. Gwałtowne opady miały również miejsce w Gdańsku. Obciążenia nie wytrzymał wtedy Kanał Raduni oraz potok Strzyży przez co zalane zostały 4 dzielnice: Św. Wojciech-Lipce, Śródmieście, Wrzeszcz Górny i Wrzeszcz Dolny. W następnym miesiącu odnotowano rekordową sumę opadów na stacji meteorologicznej w gdańskim Rębiechowie, wynosiła ona 239,3mm i stanowiła ponad jedną czwartą sumy opadów rocznych. Od 1975 do stycznia 2020 roku jest to najwyższa wartość zanotowana na tej stacji. W 2010 roku na przełomie maja i czerwca wystąpiła kolejny raz powódź, która dotknęła oprócz Polski, siedem innych europejskich krajów. Na Wiśle została zanotowana największa fala powodziowa od 160 lat, a poziom wody na tej rzece przekroczył w wielu miejscach poziom z 1997 roku. Przerwały się wtedy wały przeciwpowodziowe, ewakuowano ponad 30 000 osób a woda zalała ponad 550 hektarów ziemi. Polska, już jako członek Unii Europejskiej poprosiła o pomoc, którą otrzymała od siedmiu krajów członkowskich: Francji, Niemiec, Litwy, Łotwy, Estonii, Czech i Danii oraz Rosji. [23], [24]

3.2.1.1 Powódzie w Gdańsku

Gdańsk ze względu na swoje nadmorskie i nadrzeczne położenie oraz na ukształtowanie terenu zagrożony jest kilkoma rodzajami powodzi. Mogą być one związane nie tylko z silnymi deszczami, ale również sztormem i występującą podczas niego cofką czy konsekwencją zatoru na rzece. Między 1994 a 2019 rokiem w Gdańsku odnotowano 29 nagłych powodzi tak zwanych powodzi miejskich występujących, gdy ziemia zostaje nasycona wodą na tyle, że nie jest w stanie więcej wchłonąć. Skutkiem tego jest spływ wód opadowych na niżej położone tereny zamiast gromadzenia czy wsiąkania w glebę. Zjawisko to wstępuje na terenach zurbanizowanych o nieprzepuszczalnych nawierzchniach. W Gdańsku aż 25 z incydentów powodziowych przyniosło zauważalne straty. Jednym z przykładów powodzi błyskawicznej jest wspomniana we wcześniejszym rozdziale ulewa z 9 lipca 2001 roku podczas której, w ciągu ośmiu godzin, spadło 127,7 mm wody na metr kwadratowy przez 8 do 10 godzin. Spowodowało to straty w infrastrukturze miasta szacowane na około 200 mln zł - nie licząc strat poniesionych przez mieszkańców. Nie był to jednak rekord. W 2016 roku spadło ponad 170 mm przez 16h i był to największy zarejestrowany opad poza obszarem górskim, wystąpił wtedy tak zwany opad 100 letni. [25]

Doświadczenie z powodziami zmusiło miasto do zainwestowania w infrastrukturę przeciwpowodziową. Aktualnie funkcjonuje 55 zbiorników retencyjnych o łącznej pojemności ok. 680 tys. m³, w tym 9 zrealizowanych w latach 2007-2014. Planowana jest budowa kolejnych 40 obiektów. Równocześnie bardzo szybki przyrost terenów zainwestowanych na górnym tarasie, sprawia, że istniejący system retencji jest niewystarczający wobec wciąż rosnących potrzeb. Skutkiem tego jest występowanie zagrożenia powodziowego w pobliżu cieków wodnych na dolnym tarasie. Większość z nich znajduje ujście w Kanale Raduni, gdzie udało się ograniczyć skutki nawałnic. Tereny szczególnego zagrożenia powodzią wodami Zatoki Gdańskiej obejmują obszar o powierzchni ok. 2100 ha a zlokalizowany jest w większości w obrębie Morskiego Portu Gdańsk. Natomiast w mieście najczęstszymi zalewanymi terenami z powodu nawałnych opadów są ulice: 3 maja, Nowe Ogrody, Kartuska i Hallera.

Poniżej na Rys. 3.1 przedstawiono wszystkie zalane ulice i obszary pomiędzy 1994 a 2019 rokiem. [20], [26]



Rys. 3.1. Miejsca zalane podczas powodzi nagłych w Gdańsku w latach 1994 - 2019. Opracowanie własne na podstawie [20], [27].

3.2.1.2 Zarządzanie kryzysowe w Gdańsku

Wzrost liczby epizodów opadowych o charakterze nawalnym wymusił na samorządzie stworzenie odpowiednich dokumentów i procedur pomocnych w zapobieganiu dramatycznym skutkom powodzi. Za opracowanie Planu Zarządzania Kryzysowego i Planu ochrony przed powodzią na terenie Miasta odpowiedzialny jest Referat Zarządzania Kryzysowego funkcjonujący w Wydziale Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego. Odpowiedzialny jest on również za funkcjonowanie Miejskiego Centrum Zarządzania Kryzysowego, tworzenie banku danych na potrzeby bezpieczeństwa, zapewnienie wsparcia logistycznego na potrzeby służb ratowniczych miasta, podejmowanie interwencji rzeczowych na potrzeby mieszkańców poszkodowanych w zdarzeniach losowych, uczestnictwo w opracowywaniu planów ćwiczeń i w ćwiczeniach realizowanych przez służby ratownicze miasta oraz instytucje współpracujące oraz inne działania nie mające związku z zagrożeniem klęski żywiołowej. Miejskie Centrum Zarządzania Kryzysowego funkcjonuje całą dobę w celu zachowania podwyższonej gotowości oraz zapewnienia przepływu informacji na potrzeby zarządzania kryzysowego. Powstało, aby usprawnić funkcjonowanie miasta w sytuacjach kryzysowych. Jest to miejsce, gdzie podczas nagłych sytuacji zbiera się sztab dostosowując plan działania do konkretnej sytuacji. [28],[29] Najnowsza wersja Planu Zarządzania Kryzysowego Miasta Gdańska, powstała w 2018 roku, zawiera spis wszystkich możliwych sytuacji kryzysowych, przyczyn, skutków oraz sposobów zapobiegania takim zdarzeniom. W dokumencie są też zawarte działania i rola organów publicznych w przypadku wystąpienia którejś z nich, a także sposób w jakim należy przyjmować zgłoszenie o nadzwyczajnym zdarzeniu. W przypadku

wystąpienia powodzi jednostką bezpośrednio odpowiedzialną za całokształt działań likwidujących zagrożenie są Gdańskie Wody. Natomiast jednostki i organy na przykład takie jak: Prezydent Miasta, straż pożarna, policja, straż miejska, Gdański Zarząd Dróg i Zieleni, Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie, Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, Zarząd Transportu Miejskiego, Saur Neptun Gdańsk S.A., Polska Spółka Gazownicza, Kancelaria Prezydenta są wspierającymi w zakresie dostarczania zasobów - finansowych, rzeczowych, informatycznych i intelektualnych. [30]

Po powodzi w lipcu 2016 roku, został powołany z inicjatywy społecznej panel obywatelski. Paneliści podczas trzech spotkań szukali odpowiedzi na pytanie: "Jak lepiej przygotować Gdańsk na wystąpienie ulewnych opadów deszczu w ramach adaptacji miasta do zmian klimatu?". Propozycja dyskusji nad kwestią powodzi wyniknęła z braku w tamtym czasie, przygotowanej strategii adaptacji do zmian klimatu. Było to rozpoczęcie dyskusji na temat wprowadzenia działań koniecznych, aby poprawić przygotowanie miasta na wypadek kolejnej powodzi. Rezultatem pierwszego gdańskiego panelu obywatelskiego jest piętnaście obywatelskich rekomendacji. Są one stopniowo wprowadzane do struktury i sposobu zarządzania miastem przez władze Gdańska. [31], [28]

3.2.2 Susze

Susze w Polsce występują regularnie od 2013 r. Wcześniej w okresie 1951 - 1981 średnio susza występowała raz na 5 lat a pomiędzy 1982 a 2011 rokiem średnio raz na 2 lata. Związane jest to z brakiem opadów śniegu zimą i późniejszych jego roztopów, jak również rzadziej występującymi opadami deszczu. Wyróżniamy trzy fazy kształtowania się suszy. I faza - susza meteorologiczna, czyli okres, w którym dopływ wilgoci spada poniżej średniej w danych warunkach klimatycznych. Następną fazą nazywaną suszą glebową następuje, gdy woda na tyle wyparuje z gleby, że jej ilość jest niedostateczna dla zaspokojenia potrzeb wodnych roślin. III faza - susza hydrologiczna występuje, kiedy przepływ w rzekach i poziom wód w zbiornikach wodnych maleje. Spowodowany jest zaburzeniem układu związanego z bilansem wody powstałym podczas dwóch poprzednich faz. Aby powrócić do stanu z przed suszy lekki opad musiałby trwać kilkadziesiąt dni. [16]

3.3 Idea zrównoważonego rozwoju miast

W związku z wzrostem liczby występowania opadów nawalnych i jednoczesnej stałej suszy, konieczne jest zarządzanie miastami według zasad zrównoważonego rozwoju. Ideą tą zakłada gospodarowanie ograniczonymi zasobami Ziemi, tak aby nie zmniejszyć szans przyszłych pokoleń, na dostatnie życie. Wiąże się to z ograniczeniem rozwoju opartego na wykorzystywaniu zasobów i podnoszeniu jakości środowiska przyrodniczego. W polskim prawie definicja zrównoważonego rozwoju określona została w art. 3 ustawy z 2001r. Prawo ochrony środowiska – „zrównoważony rozwój - rozumie się przez to taki rozwój społeczno - gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”. Aktualnie można zauważyć próby lokalnych społeczności we wdrażaniu idei zrównoważonego rozwoju, natomiast globalny trend nadal nastawiony jest na konsumpcjonizm,

komercjalizację i materializm zaprzeczając założeniom idei. Powolne wprowadzanie reform wynika między innymi z konieczności zmiany świadomości i moralności większości osób zamieszkujących planetę, co może zajść jedynie podczas wieloletniej edukacji pokoleń. Adaptacja do nowych zachowań jest w tym przypadku szczególnie trudna, ponieważ oznacza przełamanie egoizmu jednostki, potrzebnego do przetrwania przez ostatnie wieki i przyznanie przed sobą, że tak naprawdę nie potrzebuje się aż tylu rzeczy, udogodnień, metrów kwadratowych mieszkania i pieniędzy. [7] **Podstawową** czynnością jaką powinno się wykonać, aby idea zrównoważonego rozwoju zawitała do miast jest zaprzestanie myślenia o zrównoważonym rozwoju w kategorii idei. Zamiast niej bardziej skupiać się na tworzeniu zbioru praktycznych zasad jak realnie przekształcać strukturę i zarządzanie miastem oraz działaniach poprzez intensywną edukację i promocję ekologicznych rozwiązań równocześnie eliminując rozwiązania zagrażające środowisku i bioróżnorodności.

Przykłady działań zostaną przedstawione w części wnioskowej pracy. Aby jednak wprowadzić konkretne kroki należy na chwilę wrócić do formy idei zrównoważonego rozwoju i usystematyzować jej główne założenia. Dobrą wskazówką do stworzenia planu działania są zawarte w książce pt.: „Podstawy ekologii miast” Ideowe zasady zrównoważonego rozwoju miast. Według tego zbioru miasto powinno być odpowiedzialne w relacjach z otoczeniem, średnie (wielkościami), zwarte w swej strukturze przestrzennej, oszczędne, funkcjonalne, przyjazne społecznie, dostatnie w sensie ekonomicznym, sprawnie zarządzane i z wizją zawierającą długodystansowe proekologiczne myślenie. Elementy te są ściśle ze sobą powiązane i nastawione na racjonalnie wykorzystywanie zasobów. [7] Jest to jedna z wielu propozycji na organizację ekologicznych miast, kolejna bardziej szczegółowa, aczkolwiek współgrająca z przedstawioną powyżej, została opisana w następnym podrozdziale.

3.4 Projektowanie miast wrażliwych na wodę

W przestrzeni miejskiej widoczny jest jedynie efekt końcowy projektowania, który na dodatek nie zawsze jest spektakularny. Trzeba pamiętać jednak, że zarządzanie wodą w mieście jest szczególnie skomplikowane ze względu na złożoność procesu i stosowanych urządzeń. W związku z tym włączeni w przebieg prac powinni zostać specjaliści z dziedziny: klimatologii, inżynierii środowiskowej, wodnej i energetyki, architektury, architektury krajobrazu, urbanistyki oraz psychologii i ekonomii miast. Natomiast na etapie wdrażania wypracowanych strategii konieczna jest ścisła współpraca z mieszkańcami. Mogą być oni pomocni w zakresie ustalania lokalizacji i udostępniania zasobów - materialnych, finansowych czy niematerialnych.

Współczesne tendencje urbanistyczne zawarte są w Nowej Karcie Ateńskiej stworzonej przez Europejską Radę Urbanistów w 2003 roku, w której zawarto wizję przyszłości miast europejskich i Karcie Lipskiej spisanej w 2007 roku podczas nieformalnego spotkania ministrów UE w sprawie rozwoju miast i spójności terytorialnej. Dokumenty te podkreślają konieczność kształtowania miast zwartych, przyjaznych użytkownikom i roztropnie korzystających z zasobów naturalnych zwłaszcza z nieodnawialnych takich jak teren, powietrze czy uznane już jako niemogące się w szybkim czasie odnowić zasoby wody. [33] Niestety priorytety gospodarcze stawiane są na razie zdecydowanie wyżej niż środowiskowe co utrudnia wdrażanie idei zrównoważonego rozwoju.

Aby miasto można było uznać za wrażliwe na wodę musi spełniać pięć zasad. Po pierwsze zagospodarowanie cieków, zbiorników wodnych jak również wody deszczowej powinno przebiegać w jak największym stopniu jak w warunkach naturalnych równocześnie komponując się w krajobraz miasta. Tym samym konieczne jest zwiększenie estetyki krajobrazu miejskiego - zasada zrównoważonego zagospodarowania wód deszczowych i zasada estetyki. Kolejnym warunkiem jest wielofunkcyjność powstających obiektów, ich odporność na zmiany oraz podczas procesu projektowego, pamiętanie o konieczności konserwacji obiektów infrastruktury. W związku z tym należy mieć na uwadze fakt, iż im więcej elementów naturalnych zastosujemy i mniej ingerujących w naturę tym koszt jest mniejszy - zasada funkcjonalności oraz zasada walorów użytkowych. Ostatnią zasadą jest wystąpienie akceptacji społecznej uzyskanej poprzez między innymi zaangażowanie mieszkańców w proces planowania. [3]

Skuteczność zrównoważonej gospodarki wodnej w miastach jest uzależniona nie tylko od wiedzy ekspertów, ale również od stopnia integracji poszczególnych działań. Trafności edukacji skierowanej do mieszkańców, sprawności narzędzi planistycznych oraz szeroko pojętych regulacji w tym ustaw i rozporządzeń jest niezbędna przy planowaniu zlewni. Skoordynowane działania administracji rządowej, samorządowej i społeczeństwa są w stanie zapobiec nadmiernym skutkom wcześniejszego ignorowania problemu braku retencji. Administracja rządowa wprowadza działania systemowe zmierzające do poprawy bezpieczeństwa powodziowego oraz zniwelowania zmian klimatycznych na poziomie krajowym, administracja samorządowa szuka odpowiednich narzędzi i informacji jak wdrożyć rozwiązania i przekazuje wiedzę na ten temat mieszkańcom. Razem tworzą poczucie odpowiedzialności za swoje otoczenie i dzielą się obowiązkami. [11]

3.4.1 Błękitno - zielona infrastruktura jako narzędzie gospodarowania wodami w miastach

Działanie błękitno - zielonej infrastruktury oparte jest na wielofunkcyjności natury. Wprowadzanie jej pozwala na wykorzystanie zdolności terenów aktywnych biologicznie do uzyskania korzyści środowiskowych, społecznych i gospodarczych, co jest wielce pomocne przy łagodzeniu i adaptacji miast do zmian klimatycznych. Wykorzystując elementy naturalne jako zamiennik dla tradycyjnej „szarej” infrastruktury niwelowane są koszty jej budowy i utrzymania. Co więcej wykorzystywana roślinność przyczynia się do retencjonowania wody jak również pochłaniania dwutlenku węgla zmniejszając zanieczyszczenie powietrza w tym hałas, łagodzi efekt miejskiej wyspy ciepła i jest schronieniem dla wielu gatunków owadów, gadów, płazów, ptaków czy małych ssaków. Dodatkowo przemyślane aranżowanie w mieście sieci terenów zielonych, po pierwsze zwiększa jego ład i estetykę a po drugie, zachęca mieszkańców do przebywania na łonie natury w ramach uprawiania sportu, rekreacji, edukacji czy w celach zdrowotnych. Zwiększona aktywność fizyczna przyczynia się do poprawy zdrowia, samopoczucia i samooceny społeczeństwa. Błękitno - zielona infrastruktura wpływa również na ekonomię miasta. Między innymi podnosi wartość gruntów, na których się znajduje i sąsiednich podnosząc ich atrakcyjność. Tym samym stając się doskonałym narzędziem władz miast to zachęcania realizacji inwestycji w konkretnym miejscu. Również wszystkie wymienione korzyści środowiskowe i społeczne przyczyniające się do zniwelowania strat podczas nawalnych deszczy oraz zwiększania komfortu życia mieszkańców, skutkują powstaniem korzyści gospodarczych. Pomimo wielu

widocznym benefitów, zielona infrastruktura nie jest częstą praktyką w Polsce. Barię w rozpowszechnianiu tego typu rozwiązań może być brak doświadczenia praktycznego i wiedzy technicznej a także brak możliwości łatwego skoordynowania działań spowodowany rozproszeniem odpowiedzialności na poszczególne organy oraz brak instrumentów służących szerokiemu wdrażaniu w politykach sektorowych. [6] Korzyści wynikające z wdrożenia błękitno - zielonej infrastruktury w ramach zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych opisano szerzej w rozdziałach od 3.5 do 3.8

Do błękitno - zielonej infrastruktury zalicza się elementy występujące naturalnie w środowisku jak i te zaprojektowane przez człowieka, które naśladują funkcjonowanie naturalnych procesów. [1] Podstawową zasadą dobrze działającego systemu gospodarowania wodami wykorzystującego środowisko naturalne jest wykorzystanie do maksimum potencjału lokalnego. Proekologiczną, działającą w myśl zrównoważonego rozwoju formą regulacji stosunków wodnych jest mała retencja stosowana na terenie zlewni. Poszczególne sposoby retencjonowania wody powierzchniowej jak i gruntowej powinny być dostosowane do wielkości cieku znajdującego się w zlewni. [7]

W tabeli poniżej (Rys. 3.2) wymieniono elementy zielono - błękitnej infrastruktury w podziale na naturalne i antropogeniczne oraz na mogące posłużyć za element strukturyzujący przestrzeń miejską i będące jego mniejszym elementem uzupełniającym większą strukturę na przykład część budynku.

<u>NATURALNE STRUKTURYZUJĄCE</u>	<u>NATURALNE UZUPEŁNIAJĄCE</u>
LASY ŁĄKI PASTWISKA	KRZEWY
MOKRADŁA BAGNA	DRZEWA
STRUMIENIE POTOKI CIEKI WODNE	BLUSZCZE
POZOSTAŁE NATURALNE TERENY ZIELONE	OCZKA WODNE
<u>ANTROPOGENICZNE STRUKTURYZUJĄCE</u>	<u>ANTROPOGENICZNE UZUPEŁNIAJĄCE</u>
RÓŻNE TYPY ZIELENI MIEJSKIEJ: PARKI, OGRODY DZIAŁKOWE, SADY, OGRODY PRYWATNE, CMENTARZE,	ZIELONE ULICE, PARKINGI, DACHY, ŚCIANY
SZTUCZNE EKOSYSTEMY BAGIENNE	OGRODY DESZCZOWE DONICE ZBIERAJĄCE WODĘ
STAWY I ZBIORNIKI RETENCYJNE	GLEBY I POWIERZCHNIE BIORETENCYJNE
ROWY I NIECKI MELIORACYJNE	PODŁOŻA STRUKTURALNE
	ROWY INFILTRACYJNE
	BECZKI STUDNIE ZBIORNIKI MAGAZYNUJĄCE

Tab. 3.2 Elementy błękitno - zielonej infrastruktury służącej gospodarowaniu wodami opadowymi. Opracowanie własne na podstawie [1] i [6].

3.4.2 Wielofunkcyjne obszarowe elementy błękitno - zielonej infrastruktury

Wymienione w dalszej części pracy rodzaje błękitno - zielonej infrastruktury są najbardziej rozpoznawalnymi i zdefiniowanymi formami retencjonowania. Należy jednak pamiętać, że nie są to jedyne rozwiązania. Każde wgłębienie, do którego jest umożliwiony spływ wód zaliczyć można do tej samej kategorii obiektów retencjonujących wodę co wymienione poniżej. Również wprowadzanie roślinności na tereny borykające się z problemem powodzi i susz, wpłynie na intensywność występowania tych zjawisk jak również poprawi lokalny mikroklimat.

3.4.2.1 Zbiorniki retencyjne

Zbiorniki retencyjne są najpopularniejszą formą zielono - błękitnej infrastruktury. Całorocznie są wypełnione wodą i posiadają dodatkową pojemność retencyjną. Na brzegach sadzi się roślinność, która może być zalana w czasie większych opadów, a na co dzień stanowi siedlisko dla zwierząt żyjących na terenach zurbanizowanych. Ponieważ powinny zajmować obszar odpowiadający od 3% do 7% obszaru zlewni lokalizowane są na niezagospodarowanych terenach o dużych powierzchniach. Istotną korzyścią budowy zbiorników retencyjnych jest retencja, oczyszczanie wód opadowych, ochładzanie temperatury miasta, stwarza też możliwość regulowania spływu cieków wodnych, a oprócz tego stanowi atrakcyjny teren rekreacyjny. Koszt realizacji wynosi od 40 do 250zł/m³. [3], [6]



Rys. 3.2 Zbiornik retencyjny „Jasień” w Gdańsku
(fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys. 3.3 Zbiornik retencyjny „Madalińskiego” w Gdańsku
(fot. Katarzyna Piłatowicz)

3.4.2.2 Niecki i rowy retencyjne

Zalecana jest lokalizacja niecek i rowów retencyjnych na terenach silnie zurbanizowanych, gdzie powierzchnia jest mocno uszczelniona. Szczególnie na parkingach i osiedlach (niecki) czy przy ciągach komunikacyjnych (rowy), gdzie często projektuje się szerokie pasy trawników. Niecki i rowy infiltracyjne to płytkie, otwarte i zazielenione płytkie zagłębienia. Różnią się kształtem - rowy są zazwyczaj wąskie i długie natomiast niecki przyjmują różne formy. Woda jest w nich gromadzona czasowo w zależności od ilości opadów. Koszty realizacji niecki retencyjnej wynosi 100–600 zł/m² w zależności od jej położenia i rozległości. Lokalizacja i rozmiar również w przypadku rowu retencyjnego

mają znaczenie. Koszt waha się w granicach od 200zł/m² do 1000zł/m². Rów retencyjny z reguły ma szerokość od 1,5 do 5 m. [6] Ze względu na wielkość i budowę, obiekty te powinny być włączane w większe struktury, ponieważ samodzielnie nie są w stanie przyjąć opadu z dużych zlewni. Nie wskazana jest ich budowa przy budynkach, gdy wody gruntowe są zanieczyszczone oraz na stromych i niestabilnych zboczach. [3], [6]



Rys. 3.4 Rów retencyjny przy zbiorniku „Jasień” w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys. 3.5 Niecka retencyjna na Siedlcach w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)

3.4.2.3 Ogrody deszczowe

Ogród deszczowe można podzielić na suche, mokre i w pojemniku. Pierwsze dwa projektuje się w gruncie na trawniku, wzdłuż drogi, pomiędzy pasami na parkingach lub pod rynnami, wkomponowana w zieleń miejską. Różnica polega na rodzaju gruntu na jakim się znajdują. „Suchy” może powstać tam, gdzie grunt jest przepuszczalny, w związku z tym woda zbiera się w nim na krótko, ponieważ jest w stanie przesiąkać w procesie infiltracji. Należy sytuować je ze względów bezpieczeństwa minimum 5 metrów od ścian budynków. „Mokre” ogrody deszczowe urządzone zostają na terenie naturalnie lub sztucznie nieprzepuszczalnym, możliwe jest wtedy efektywniejsze oczyszczanie wód opadowych poprzez sadzenie odpowiednich gatunków roślin. Woda doprowadzana jest do nich z powierzchni utwardzonych za pomocą rur, koryt lub otwarć w krawężnikach. Rodzaj i wielkość należy dostosować do podłoża na jakim ma się znajdować. Ogród deszczowy w gruncie spełnia najlepiej swoją funkcję, gdy ma 1 m głębokości i od 3 m do 7 m długości. [3] Możliwe jest też rozwiązanie stworzenia ogrodu deszczowego w pojemniku. Zajmują one mniej miejsca przy zachowaniu tej samej efektywności. Dlatego wprowadzanie są w intensywnie zagospodarowanych miejscach w celu wspomaganie klasycznych systemów odwodnieniowych. Jest on za zwyczaj typu „suchego” czyli jest tworzony w taki sposób żeby woda nie zostawała tam na dłuższy czas. Dno ogrodu deszczowego w pojemniku powinno mieć co najmniej 1,2 m szerokości w celu zapewnienia dobrych warunków rozwoju roślinom oraz przelew awaryjny na wypadek intensywnego opadu. Koszt realizacji ogrodu w pojemniku wynosi od około 1000 zł/m². [6], [11]



Rys. 3.6 Ogród deszczowy „suchy” na Kokoszkach w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys. 3.7 Ogród deszczowy wykonany w donicy przy Infoboxie w Gdyni (fot. Katarzyna Piłatowicz)

3.4.2.4 Zielone dachy i ściany

Zielone dachy i ściany powstają poprzez nasadzenie roślin na odpowiednim podłożu. Są popularnym rozwiązaniem w miastach, gdzie intensywność zabudowy jest duża i nie ma miejsca na tworzenie kolejnych terenów zielonych. Zastosowanie takiego rozwiązania na większej liczbie budynków jest w stanie poprawić lokalny mikroklimat a także zmniejszyć koszt budowy i utrzymania kanalizacji deszczowej. Podnoszą również efektywność energetyczną budynków poprawiając ich izolację termiczną i akustyczną. Dodatkowo zielone dachy mogą służyć aktywnościom społecznym, ogrodnictwu i rekreacji. Wyróżniamy dwa rodzaje zielonych dachów. Intensywne mają grubszą warstwę substratu, w której może rosnąć bardziej różnorodna roślinność. Natomiast ekstensywne pokryte są roślinnością mało wymagającą taką jak trawa czy mech. Koszt realizacji dachu intensywnego wynosi od około 600 zł/m² a ekstensywnego 50 zł. Fuzją zielonego dachu i ścian zastosowaną w małej architekturze są zielone przystanki, pełniące funkcje retencyjną i estetyzującą. [6]



Rys. 3.8 dom pokryty bluszczem, Francja (fot. Katarzyna Piłatowicz)



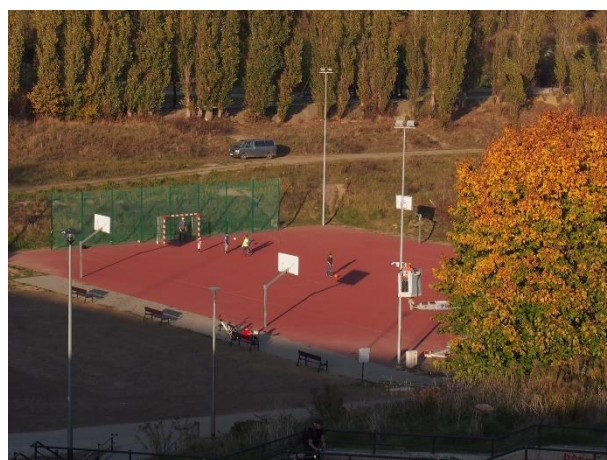
Rys. 3.9 Ogród na dachu podziemnego garażu, osiedle Garnizon, Gdańsk (fot. Katarzyna Piłatowicz)

3.4.2.5 Nawierzchnie przepuszczalne

Nawierzchnie przepuszczalne zastosowane mogą być jako zamiennik na wielu powierzchniach miast umożliwiając tym samym przenikanie wody do gruntu w miejscu opadu. Występuje kilka ich rodzajów dzięki czemu mogą pełnić funkcję boiska, placu zabaw, drogi o małym ruchu, chodnika, placu i parkingu. Ułatwiają to znajdujące się w niej otwory lub porowaty materiał, z którego została wykonana. Stosowanie tego typu rozwiązań powoduje zmniejszenie spływu powierzchniowego oraz zanieczyszczenia wód, zwiększenie infiltracji i zmniejszenie temperatury powierzchni, przyczynia się także do ograniczenia potrzeby budowy większej infrastruktury takiej jak zbiorniki retencyjne. W przypadku niewystarczającej pojemności retencyjnej istnieje możliwość podłączenia nawierzchni do systemu odwadniania. Koszt realizacji zależy od rodzaju, powierzchni i przeznaczenia powierzchni i waha się od 200 do 400 zł. [3], [6]



Rys. 3.10 Piaszczysta nawierzchnia placu zabaw na osiedlu Niedźwiednik w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys. 3.11 Przepuszczalna nawierzchnia boiska W Jarze Wilanowskim w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)

3.4.3 Roślinność

Niezbędnym dopełnieniem wszystkich elementów zielono - błękitnej infrastruktury jest roślinność. Wykorzystuje ona wodę w naturalny sposób podczas swoich procesów życiowych. Istniejąc na danym obszarze rośliny regulują spływ wody. Dlatego sadzenie ich to najprostsza forma retencji, przynosząca również inne pozytywne skutki. Roślinność nagrzewa się wolniej niż inne elementy zagospodarowania łagodząc tym samym mikroklimat. Temperatura transpirującego liścia może być niższa od temperatury powietrza nawet o około 5°C. [11] Gatunek rośliny należy dobrać odpowiednio do miejsca nasadzenia. W „suchych” ogrodach deszczowych kwiaty, krzewy czy drzewa powinny być odporne na czasowe zalewania naprzemienne z suszami. Natomiast w „mokrych” ogrodach deszczowych rośliny powinny być przystosowane do ciągłego kontaktu z wodą oraz być ozdołne do oczyszczania wody z zanieczyszczeń. Warto też stosować gatunki rodzime dla danej lokalizacji.

ROŚLINNOŚĆ STOSOWANA W „SUCHYM” OGRODZIE DESZCZOWYM



Knieć błotna



Śmiełek darniowy



Krwawnica pospolita



Topola czarna



Kozłek lekarski



Wierzba biała



Wiązówka błotna



Olsza czarna

ROŚLINNOŚĆ STOSOWANA W „MOKRYM” OGRODZIE DESZCZOWYM



Sitowiec nadmorski



Kosaciec



Szuwar tartakowy



Szuwar trzcinowy



Szuwar mamonowy



Szuwar oczeretowy



Szuwar jeżogłówkowy

Rys.3.12 Roślinność w ogrodach deszczowych [77]

3.4.4 Planowane działania adaptacyjne na terenie miasta Gdańska

Nadrzędnym celem zawartym w Planie Adaptacji miasta Gdańska do zmian klimatu do roku 2030 jest: „Zapewnienie wysokiej jakości życia Gdańszczan, podnoszenie poziomu ich wiedzy, świadomości i aktywności oraz organizacyjne i techniczne dostosowanie miasta do zmieniającego się klimatu.” Założono, że zostanie on spełniony dzięki wprowadzeniu działań organizacyjnych, informacyjno - edukacyjnych oraz technicznych, na które miasto chce przeznaczyć 981 010 000 złotych.

Działania organizacyjne związane są z reorganizacją zarządzania miastem oraz zmianami w prawie miejscowym. Przykładowym działaniem w tej kategorii jest uwzględnianie uaktualnionych prognoz zmian klimatu w dokumentach strategicznych i planistycznych miasta. Planuje się to wykonać w 2020 roku za 150 tysięcy złotych. W ramach działań informacyjno - edukacyjnych zorganizowane zostaną programy edukacyjne, instrukcje postępowania, promocje i wykłady mające na celu podniesienie wiedzy i świadomości społeczeństwa w zakresie: zagrożenia klimatycznego, przeprowadzanych działań adaptacyjnych, zachowania zdrowia mieszkańców oraz ograniczenia strat. Budżet na ten cel wynosi 300 tysięcy złotych a zostanie spełniony w 2021 roku. Najbardziej kosztowym działaniem jest działanie techniczne mające charakter inwestycyjny obejmujące budowę nowej lub modernizację istniejącej infrastruktury. Jednym z takich działań jest zapewnienie komfortu termicznego mieszkańcom poprzez rozbudowę infrastruktury wodnej i miejsc umożliwiających schłodzenie jak również świadczenie usług opiekuńczych czy wprowadzenie do Budżetu Obywatelskiego nowego elementu ukierunkowanego na adaptację do zmian klimatu - Zielony Budżet Obywatelski.

3.5 Woda w przestrzeni miejskiej - aspekt społeczny

Jednym z atutów wprowadzania wody do przestrzeni miejskiej jest podnoszenie atrakcyjności wizualnej miejsc. Estetyczne zagospodarowanie przyciąga ludzi dzięki czemu łatwiej w takich miejscach zauważyć większą aktywność społeczną niż na obszarach zaniedbanych. Woda jest też elementem środowiska wywołującym najczęściej dobre skojarzenia, relaksującym i mogącym pozytywnie oddziaływać na psychikę mieszkańców. Następnym atutem jest wzrost świadomości ekologicznej i zaangażowania społecznego. Obcowanie z naturą jest w stanie zmusić do myślenia o życiu w szerszym kontekście opartym o funkcjonowanie środowiska. Obserwowanie przyrody ułatwia jej zrozumienie a także uświadamia konieczność współistnienia z innymi.

W związku z wymienionymi zaletami wdrożenie w życie założeń zrównoważonego rozwoju powinno być proste. Jednak idea ta jest stosunkowo nowa i w większości przypadków jest wyzwaniem dla społeczeństwa. Spowodowane jest to koniecznością działania lokalnie, czyli koniecznością angażowania się lokalnych społeczności w działania. Oznacza to, że musi ona czuć potrzebę takich działań, wiedzieć, iż jest to ważne. Niestety zaniedbywane są kampanie informacyjne i edukacyjne które powinny zostać przeprowadzane przez miasta. Nie sprzyja również niedoinformowanie o wprowadzaniu ogólnych miejskich zasad, jak na przykład opłata za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych. Wiele kontrowersji wzbudza także, niejasności zapisów aktów prawnych, np. w przypadku opłat za wody opadowe i roztopowe niespójność przepisów dotyczy ustawy zaopatrzeniowej i rozporządzenia taryfowego. [8] Wszystkie wymienione czynniki doprowadzają do zniechęcenia i nieufności. Aby temu

zapobiec konieczne jest wprowadzenie procesu partycypacyjnego, przedstawienie przyczyny podjęcia konkretnych kroków jak również wskazanie najkorzystniejszych rozwiązań proekologicznych oraz pomoc finansowa w ich wdrażaniu.

3.6 Woda w przestrzeni miejskiej - aspekt zdrowotny

Wprowadzanie gęstej i jednocześnie często niekontrolowanej zabudowy do miast, stosowanie szarej infrastruktury oraz przekształcania antropogeniczne zbiorników i cieków wodnych znacząco wpłynęło na chłonność terenów miejskich. Przyczyniło się to do szybkiego i znaczącego zaburzenia stosunków wodnych w miastach, doprowadzając do degradacji ich systemów przyrodniczych.

Im więcej ludzi zamieszkiwało miasta i im bardziej były one zabetonowane tym więcej stwierdzano przypadków astmy, alergii i innych chorób cywilizacyjnych. Paradoksalnie, poprzez coraz mocniejsze oddalanie się od natury zauważono jak istotna jest dla społeczeństwa i jej ścisły związek ze zdrowiem. Jedna z analiz w województwie łódzkim wykazała około trzykrotne różnice w chorobowości między osobami mieszkającymi w centrum a mieszkańcami wsi. Przykładowo na astmę chorowało 18,4% dzieci z miast i jedynie 6% populacji najmłodszych ze wsi. Jako przyczynę wyłoniono wyższą temperaturę i niższą bioróżnorodność i wilgotność które skutkują powstawaniem wysp ciepła oraz większym zanieczyszczeniem powietrza. Pozbawienie kontaktu społeczeństwa z mikroorganizmami oraz miejski styl życia stały się przyczyną większej zachorowalności. Doprowadziło to do częstszego występowania alergii, będących najbardziej powiązanych z brakiem wody w przestrzeni miejskiej, jak również choroby związane z niedostateczną dostępnością do terenów zielonych takie jak: choroby naczyniowo-sercowe, cukrzyca, choroby zwyrodnieniowe stawów, choroby nowotworowe, depresja i inne zaburzenia psychiczne, a także przewlekłe choroby układu oddechowego i problemy z otyłością. Rozwiązaniem problemu nadmiernej liczby zachorowań są działania naprawcze przywracające do miast bioróżnorodność i próbujące na nowo włączyć zieleń miasta do większego ekosystemu. Narzędziem do tych działań jest zielona infrastruktura.

Zwiększenie retencji wody w mieście poprawia wilgotność i jakość powietrza, dzięki parowaniu pyłki nie unoszą się w powietrzu a co za tym idzie nie są w stanie podrażnić układu oddechowego. Dodatkowo warto zachowywać bioróżnorodność systemu przyrodniczych tworząc ją z rodzimych gatunków roślin. W warunkach nagłych zmian klimatycznych taki system ma większą szansę na przetrwanie jednocześnie wpływa redukująco na ilość alergenów. Również mimo problemom związanym z ograniczoną wolną przestrzenią należy zachowywać i tworzyć połączenia systemu przyrodniczego zwiększając tym samym sprawność funkcjonowania jego poszczególnych części. Jest to istotne z punktu widzenia zdrowia fizycznego i psychicznego. Dzięki temu zwiększa się dostępność terenów zielonych oraz atrakcyjność przestrzeni miejskiej, ułatwia to regenerację psychofizyczną i zachęca do aktywnego spędzania wolnego czasu na łonie natury. Wyżej wymienione działania doprowadzają do stworzenia kapitału przyrodniczego wpływającego nie tylko na zdrowie, ale również konkurencyjność miasta w znaczeniu ekonomicznym. [9]

3.7 Aspekt ekonomiczny zrównoważonego gospodarowania wodami

Projektowanie błękitno - zielonej infrastruktury przynosi wiele korzyści ekonomicznych. Związane jest to z jej wielofunkcyjnością. W przeciwieństwie do szarej infrastruktury, oprócz retencjonowania opadów pozytywnie wpływają na klimat, zdrowie i zadowolenie mieszkańców a także uatrakcyjnia sąsiadujące tereny. Wprowadzanie rozwiązań opartych na przyrodzie wspiera konkurencyjność i wyrównanie szans rozwojowych, co w połączeniu z atrakcyjną, zieloną przestrzenią tworzy miasto przyjazne dla inwestorów i pracodawców wzmacniając kapitał gospodarczy miasta. [9] Projektowanie w zgodzie z naturą dodatkowo redukuje ryzyko powodzi a tym samym strat mogących w jej trakcie powstać. Również ograniczana jest konieczność budowy systemu kanalizacyjnego odprowadzającego wodę czego skutkiem są mniejsze wydatki na powstawanie i utrzymanie infrastruktury przy jednoczesnym zwiększeniu jej efektywności. Zmniejsza się też ilość wytworzonych ścieków dzięki czemu możliwa jest poprawa efektywności technologicznej oczyszczalni ścieków. [3]

3.8 Aspekt środowiskowy zrównoważonego gospodarowania wodami

Środowiskowe korzyści dla miast wynikające ze zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi wynikają z wprowadzania nowych terenów aktywnych biologicznie. Tworzyć mogą one korytarze ekologiczne i wprowadzać bioróżnorodność. Przy odpowiednim wprowadzeniu natury do miasta poprawia się również jego mikroklimat stwarzając bardziej przyjazne warunki do życia mieszkańcom. Roślinność rosnąca na tych obszarach zatrzymuje wodę opadową, ograniczając spływ po ulicach i innych zanieczyszczonych przez człowieka powierzchniach niwelując tym samym zanieczyszczenie wód powierzchniowych. Ogranicza też wezbrania w ciekach i podnoszenie osadów rzecznych i wynikających stąd zmian jakości wód. [3]

3.9 Prawne uwarunkowania gospodarowania wodami w Polsce

3.9.1 Kontekst prawny - światowe przepisy i wytyczne

Krajowe prawo tworzone jest między innymi poprzez adaptację prawa unijnego. Zasady spisane w formie polskiego prawa oparte są na wnioskach i wytycznych sformułowanych między innymi przez europejskie i światowe organizacje. Polityka gospodarowanie wodami według Unii Europejskiej zawarta jest w Ramowej Dyrektywie Wodnej 200/60/WE sporządzonej przez Parlament Europejski i Rady w dniu 23 października 2000r. oraz w Dyrektywie Powodziowej 2007/60/WE sporządzonej przez Parlament Europejski i Rady w dniu 23 października 2007r. Dyrektywa Wodna ustanawia ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Jej celem jest ochrona śródładowych wód powierzchniowych, wód przejściowych, wód przybrzeżnych i wód podziemnych. Kładzie nacisk na poprawę jakości ekologicznej wód, zrównoważone gospodarowanie i ochronę wód słodkich, wyeliminowanie zrzutów i emisji substancji szkodliwych i niebezpiecznych dla środowiska oraz zmniejszenie skutków powodzi i susz. Uogólniając R.D.W. zwraca uwagę krajów członkowskich Unii Europejskiej na konieczność dbałości o zasoby wodne. [71] Dyrektywa Powodziowa wprowadza prawne ustalenia dotyczące oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim. Jej celem jest ograniczenie skutków powodzi poprzez

wprowadzenie działań twardych takich jak ograniczenie ryzyka powodziowego i zmniejszenie skutków powodzi, jak również działań miękkich takich jak wypracowanie sposobu właściwego zarządzania ryzykiem czy przygotowanie obywateli do radzenia sobie w przypadku nawałnicy. [72] Te strategiczne cele osiąga się poprzez lepszą integrację działań z planowaniem przestrzennym. Oba dokumenty nakładają zobowiązania na państwa członkowskie, określając rezultat jaki ma być osiągnięty, nie mówiąc w jaki sposób wdrażać wyznaczone cele. Zobowiązania zawarte w dyrektywach dotyczą dostosowania prawa krajowego, dotrzymania terminów oraz przeprowadzenia niezbędnych analiz i opracowań.

Wytyczne tworzone przez organizacje światowe odnoszą się do większej liczby krajów członkowskich, w związku z tym są one bardziej ogólne i pozostawiają pole do interpretacji. Gospodarowaniem wodami zajmują się między innymi: Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO), Komisja Europejska (EUC), Międzynarodowe Stowarzyszenie Woda (IWA), Międzynarodowa Organizacja Normalizująca (ISO). Organizacje te zajmują się problemem gospodarowania pod kątem swoich specjalizacji, dając pełen wgląd w problematykę. W 2015 roku Organizacja Narodów Zjednoczonych (UN) stworzyła instrument zarządzania głównymi procesami rozwojowymi kraju. Zgromadzenie Ogólne 25 września 2015r. przyjęło rezolucję w sprawie przyjęcia Agendy na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju. Jest to plan działania na rzecz ludzi, Ziemi i dobrobytu, mający także na celu wzmocnienie powszechnego pokoju w warunkach większej wolności. Zostało w niej wyznaczone 17 celów zrównoważonego rozwoju z czego, mimo iż bezpośrednio z zagadnieniem gospodarowania wodą wiąże się jeden cel to powiązanych jest ponad połowa. Cel 6 „Zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi, przedstawia najszerzej zagadnienie zrównoważonego gospodarowania wodami”, Zawiera zadania możliwe do implementacji lokalnie jak i globalnie. Są to ochrona i odnowa ekosystemów oraz wspieranie udziału lokalnych społeczności w poprawie gospodarowania zasobami wodnymi i infrastruktury sanitarnej, jak również działania uwzględniające międzynarodową współpracę, takie jak transgraniczne zarządzanie zasobami wodnymi. [35] Rolą krajów członkowskich jest wdrożenie celów Agendy dostosowując jej postulaty do realiów danego kraju. Artykuł 21 Agendy uznaje odpowiedzialność każdego państwa za jej realizację na poziomie krajowym, regionalnym i globalnym, z uwzględnieniem realiów, możliwości i stopnia rozwoju, w oparciu o poszanowanie narodowych polityk i priorytetów rozwoju. W związku z powyższym działania Polski na rzecz zrównoważonego i odpowiedzialnego rozwoju gospodarczego zostały sformułowana w przyjętym przez rząd Planie na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. [36]

3.9.2 Krajowe akty prawne

W Polsce nie funkcjonuje jeden akt prawny regulujący wszystkie aspekty gospodarowania wodami. Działania z nią związana rozdzielone są na wiele sektorów gospodarki. Wyszczególniając najważniejsze z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju podstawowym prawem regulującym ochronę zasobów wodnych jest ustawa Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001r. Obejmuje ono w szczególności kształtowanie i ochronę zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie zasobami wodnymi. Reguluje również sprawy własności wód oraz gruntów pokrytych wodami, a także

zasady gospodarowania w odniesieniu do majątku Skarbu Państwa. Zgodnie z Art.10 ustawy zarządzanie zasobami wodnymi ma na celu zaspokojenie potrzeb ludności i gospodarki, ochronę wód i środowiska związanego z zasobami wodnymi, w szczególności w zakresie: zapewnienia odpowiedniej ilości i jakości wody dla ludności również na potrzeby rolnictwa czy przemysłu, ochrony przed powodzią oraz suszą, ochrony zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem oraz niewłaściwą lub nadmierną eksploatacją, utrzymywania lub poprawy stanu ekosystemów wodnych i zależnych od wód, tworzenia warunków dla energetycznego, transportowego oraz rybackiego wykorzystania wód i zaspokojenia potrzeb związanych z turystyką, sportem oraz rekreacją. [70]

W ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym również jest mowa o zarządzaniu wodami. Ustawa zawiera zapisy mówiące o konieczności uwzględniania w dokumentach planistycznych ochrony środowiska, w tym gospodarowania wodami, ochrony gruntów rolnych i leśnych oraz potrzebę zapewnienia dostępu do wody o odpowiedniej jakości i ilości. [73]

Najnowszą inicjatywą rządową jest projekt Ministerstwa Środowiska, w ramach którego, miasta powyżej 100 tysięcy mieszkańców mają opracować Miejskie Plany Adaptacji. Głównym celem jest ocena wrażliwości na zmiany klimatu 44 największych polskich miast i zaplanowanie działań adaptacyjnych, adekwatnych do zidentyfikowanych zagrożeń. [19] Opracowanie Planu Adaptacji wynika ze Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. SPA 2020 realizuje zapisy „Białej księgi. Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania” będącej odpowiedzią UE na przyjęty w 2006 r. na forum Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNC CC) „Program działań z Nairobi w sprawie oddziaływania, wrażliwości i adaptacji do zmian klimatu”. [20], [33]

W 2020r. powstał również projekt ustawy o inwestycjach w zakresie przeciwdziałania skutkom suszy. Zakłada on między innymi zwiększenie liczby podmiotów zobowiązanych do wnoszenia opłat za posiadanie działek na których powierzchnia biologicznie czynna będzie mniejsza niż 50%. Pieniądze od właścicieli nieruchomości trafią w 75% do Wód Polskich, a w 25%. będą stanowiły dochód gminy.

3.9.3 Zarządcy wód i ich kompetencje

Prawo Wodne określa również organy i ich instrumenty oraz kompetencje w zakresie gospodarowania wodami. Aktualnie odpowiedzialność spoczywa na wielu organach różnych szczebli: ministrze właściwym do spraw gospodarki wodnej, minister właściwy do spraw żeglugi śródlądowej, Prezesie Wód Polskich, dyrektorze regionalnego zarządu gospodarki wodnej Wód Polskich, dyrektorze zarządu zlewni Wód Polskich, kierownikowi nadzoru wodnego Wód Polskich, dyrektorze urzędu morskiego, wojewodzie, staroście oraz wójcie, burmistrzowi lub prezydencie miasta.

Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie jest od 1 stycznia 2018 roku głównym podmiotem odpowiedzialnym za krajową gospodarkę wodną. Ustala przebieg granic obszarów dorzeczy, granic regionów wodnych oraz granic zlewni, a także ewidencjonuje ich przebieg w systemie informacyjnym gospodarowania wodami, uwzględniając podział hydrograficzny kraju. [70] W jej skład wchodzi: Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie, Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej z siedzibami w Białymstoku, Bydgoszczy, Gdańsku, Gliwicach, Krakowie, Lublinie, Poznaniu, Rzeszowie, Szczecinie, Warszawie i Wrocławiu, 50 zarządów zlewni i 330 nadzorów wodnych. Na

wszystkich szczeblach struktury działają trzy podstawowe piony merytoryczne: ochrony przed powodzią i suszą, usług wodnych oraz zarządzania środowiskiem wodnym.

Zakres zadań pionu ochrony przed powodzią i suszą obejmuje utrzymanie wód oraz eksploatację i utrzymanie urządzeń hydrotechnicznych. Zajmuje się również realizacją części zadań wynikających z dyrektywy 2007/60/WE (przeciwpowodziowa) i 2000/60/WE (wodna) dotyczącą powodzi i susz oraz doprowadzanie do programowania, planowania i realizacji inwestycji umożliwiające realizację praw unijnych. Pion usług wodnych zajmuje się wszystkimi sprawami związanymi z użytkownikami wód, przede wszystkim wydawaniem zgód wodnoprawnych, naliczaniem opłat za usługi wodne, kontrolą gospodarowania wodami, współpracą z różnymi użytkownikami wód, m.in. w sprawach dotyczących żeglugi śródlądowej, energetyki, przemysłu, turystyki i rekreacja. Trzeci pion powstał, aby wdrażać pozostałe elementy dyrektywy 2000/60/WE (wodna) dotyczące między innymi przygotowania projektów planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy. Zajmuje się także wdrażaniem dyrektyw związanych z zarządzaniem morzem oraz zanieczyszczeniami wód. Ponadto pion ten prowadzi sprawy związane z obszarami chronionymi współpracując z organami ochrony środowiska, takimi jak NATURA 2000. Opracowuje i opiniuje oceny oddziaływania na środowisko, koordynuje działania państwowej służby hydrogeologicznej (PSH) oraz państwowej służby hydrologiczno-meteorologicznej (PSHM). Prowadzony jest również przez niego System Informatyczny Gospodarki Wodnej. [38]

3.10 Sposoby finansowania błękitno - zielonej infrastruktury oraz opłaty związane z zagospodarowaniem wód opadowych

Koszt wprowadzania i utrzymania proekologicznych rozwiązań infrastrukturalnych zależy między innymi od lokalizacji, skali założenia, ceny materiałów i wykonawstwa. Elementy te wpływają na sumę jaką trzeba pozyskać na realizację. Zazwyczaj są to fundusze zebrane z różnych źródeł. Mogą być one z budżetu krajowego, regionalnego, miejskiego, prywatnego, ze sprzedaży nieruchomości również projektowanych na obszarze, dotacji unijnych czy grantów badawczych. Skład i procentowy udział podmiotów finansujących przedsięwzięcie, oprócz wyżej wymienionych aspektów zależy też od celu w jakim powstaje dany element infrastruktury.

Coraz bardziej popularnym źródłem finansowania, są wspomniane podczas omawiania aspektu społecznego, opłaty za odprowadzaniem wód opadowych i roztopowych do kanalizacji. Opłaty za korzystanie ze środowiska oraz administracyjne kary pieniężne są podstawowym źródłem finansowania inwestycji proekologicznych. Według art. 268 Prawa wodnego należy ponieść koszty z tytułu: poboru wód podziemnych lub powierzchniowych, wprowadzenia ścieków do wód lub ziemi, odprowadzenie do wód opadowych i roztopowych. W uszczegółowionych przypadkach pobiera się również opłatę za zmniejszenie retencji powierzchniowej oraz wydobyć z dna. Opłaty wprowadzane są w celu zmotywowania społeczeństwa do rozsądnego gospodarowania oraz ograniczenia zanieczyszczania tych wód. [8], [11] Według Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 22 grudnia 2017r. w sprawie jednostkowych stawek opłat za usługi wodne „odprowadzanie wód opadowych lub roztopowych jest opłatą stałą w wysokości 2,5 zł na dobę za 1m³/s za określoną w pozwoleniu wodnoprawnym albo w pozwoleniu zintegrowanym maksymalną ilość wód opadowych lub roztopowych odprowadzanych do

wód z otwartych lub zamkniętych systemów kanalizacji deszczowej służących do odprowadzania opadów atmosferycznych.” Dokładną stawkę dla poszczególnych użytkowników ustala właściwy Zarząd Zlewni będący jednostką organizacyjną Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie. [39] Środki, pochodzące z opłat za korzystanie ze środowiska i z kar pieniężnych, stanowią przychody funduszy celowych, finansujących przedsięwzięcia ochrony środowiska i gospodarki wodnej. Funduszami tymi są: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz wojewódzkie, powiatowe i gminne fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej. [8] Należy tutaj zaznaczyć, iż retencjonowanie wód w miejscu opadu zmniejsza ilość wody odprowadzanej a co za tym idzie zmniejszenie opłat ponoszonych przez miasta za usługi wodne.

Na poziomie krajowym prowadzone są programy mające na celu wspomaganie małej retencji. Biorące w nich udział gminy lub osoby prywatne mogą otrzymać dofinansowanie na inwestycje związane z zagospodarowywaniem wód opadowych. Aktualnym przykładem skupiającym się na przydomowych oczkach wodnych i instalacjach przechwytyjących deszczówkę jest Program „Moja woda”. W jego ramach Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) ma przeznaczyć 100 milionów złotych. Kolejną inicjatywą, tym razem skierowaną do samorządów jest program organizowany przez NFOŚiGW wraz z Ministerstwem Klimatu. Zakłada dofinansowanie przedsięwzięć z zakresu zagospodarowania wód opadowych i kształtowania zieleni miejskiej. [40]

3.11 Gospodarowanie wodami w Gdańsku

Znaczący wpływ na gospodarowanie gdańskimi wodami opadowymi ma położenie miasta na częściach czterech mezoregionach: Pojezierzu Kaszubskim, Pobrzeżu Kaszubskim, Mierzei Wiślanej i Żuławach Gdańskich, różniących się od siebie znacząco pod względem fizycznogeograficznym. [41] Ze względu na glacialną rzeźbę terenu w Gdańsku gospodarowanie wodami opadowymi jest utrudnione. Na stosunkowo niewielkim obszarze ukształtowały się trzy strefy wysokościowe od terenów depresyjnych po wysoczyznę. Lokalizacja na tego typu obszarze wiąże się z występowaniem wielu stromych stoków, osuwiska także gęstą siecią dolin rzecznych którymi płyną potoki o charakterze górskim. Dodatkowym zagrożeniem są liczne bariery w postaci dróg, linii kolejowych czy różnego rodzaju infrastruktury stworzonej do kanalizowania spływu. W związku z przepływaniem przez teren zurbanizowany potoki narażone są na antropogeniczne zanieczyszczenia co ma wpływ na stan wód w małych zbiornikach wodnych jak i Zatoki Gdańskiej.

3.11.1 Dokumenty oraz podmioty odpowiedzialne za gospodarowanie wodami w Gdańsku

Za gospodarkę wodną Gdańska odpowiada spółka Gdańskie Wody powstała w 1993r. Jest ona częścią Służb Komunalnych Gdańska ze 100% udziałem miasta. Konieczność powstania branżowej spółki na jej oficjalnej stronie internetowej, tłumaczone jest specyficzną sytuacją geomorfologiczną miasta. Zakres działań Gdańskich Wód to: administracja systemami melioracyjnymi oraz siecią kanalizacji deszczowej w pasach drogowych i placach na terenach Gminy Miasta Gdańska; bieżąca eksploatacja i konserwacja układów odwadniających, utrzymywanie studni publicznych; eksploatacja, utrzymanie i konserwacja fontann; obrona przeciwpowodziowa miasta Gdańska oraz projektowanie

i wykonawstwo robót melioracyjnych, hydrotechnicznych i kanalizacyjnych. [42] Od czerwca 2017 roku Gdańskie Wody odpowiedzialne są za przygotowanie i wdrożenie strategii zarządzania wodą na terenie gminy miasta Gdańsk.

Dodatkowo, poprzez między innymi sporządzanie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz innych opracowań planistycznych wykonywanych na polecenie władz miasta Gdańska, gospodarowaniem wodami zajmuje się Biuro Rozwoju Miasta Gdańska powołane w 1999 roku. Jest to jednostka organizacyjna miasta, prowadząca gospodarkę finansową w formie jednostki budżetowej. [43] W 2014 roku miasto Gdańsk uchwaliło Strategię Rozwoju Gdańska 2030+. Zwraca ona uwagę między innymi na wagę tworzenia dostępnych dla mieszkańców przestrzeni publicznych „zapewniających wielofunkcyjne formy ich wykorzystania z uwzględnieniem ochrony przed zdarzeniami nadzwyczajnymi i dostosowania do skutków zmiany klimatu,” [44] W ramach Strategii rozwoju Gdańska powstało dziewięć programów operacyjnych w tym Program Operacyjny Przestrzeń Publiczna przyjęty na lata 2015-2023. Jego wdrażaniem zajmuje się Biuro Rozwoju Gdańska. Kolejnym etapem rozpoczętym w II połowie 2017 roku jest dokument „Gdańska Polityka Wodna - uwarunkowania i kierunki” będąca elementem realizacji wytycznych wyżej wymienionego Programu, częścią przestrzenno - funkcjonalną strategii tworzonej przez Gdańskie Wody oraz rozwinięciem zasad wynikających z obowiązującego studium przyjętego 23 kwietnia 2018 roku. SUiKZPG wskazuje, że prawidłowo wyznaczona i zagospodarowana zieleń stanowi jeden z podstawowych elementów struktury przestrzennej miasta. [45] W Gdańsku od 2019 roku obowiązuje również „Plan adaptacji do zmian klimatu dla miasta Gdańska”. Jego powstanie wynika z przyjętego przez Radę Ministrów w 2013 roku „Strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”, tak zwany SPA2020. [46], [47] Plan Adaptacji powiązany jest z strategiami i dokumentami planistycznymi ze szczebla międzynarodowego, krajowego, regionalnego jak i lokalnego. Jak określono w dokumencie ma on na celu „przystosowanie Miasta do zmian klimatu, zmniejszenie jego podatności na zjawiska ekstremalne oraz zwiększenie potencjału do przeciwdziałania i zwalczania skutków tych zjawisk i ich pochodnych.” [20]

Nowo podjętym działaniem, zaplanowanym w planie adaptacji miasta Gdańska, jest organizacja Zielonego Budżetu Obywatelskiego, którego pierwsze rezultaty będą widoczne w przestrzeni miejskiej w 2021 roku. W jego ramach można składać projekty w pięciu obszarach tematycznych: nasadzenia roślinności na terenach zieleni miejskiej, budowa nowych lub przekształcenia istniejących przestrzeni rekreacyjnych, budowa parków kieszonkowych, renowacja i modernizacja istniejących terenów zieleni oraz budowa ogrodów deszczowych. Zielony BO jest częścią budżetu obywatelskiego organizowanego w Gdańsku od 2014 roku. [48]



Rys. 3.13 Dokumenty krajowe, miejskie i ważne opracowania regulujące sposób gospodarowania wodami w Gdańsku. Opracowanie własne na podstawie [20], [45], [49], [50], [51], [52], [53].

3.11.2 Założenia dotyczące zarządzania wodą na terenie gminy miasta Gdańsk

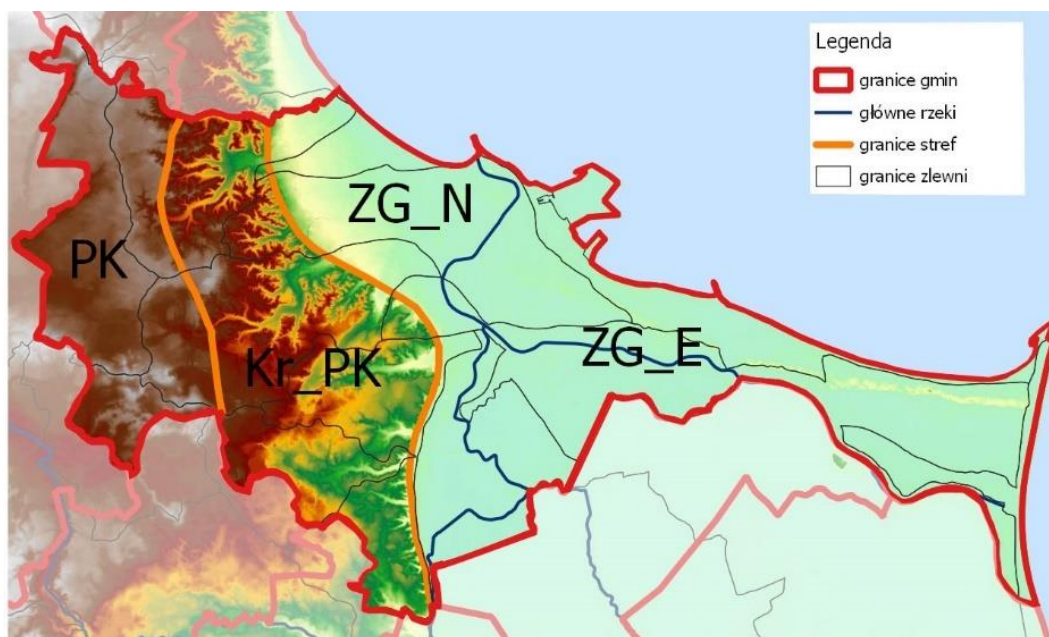
Całość działań opiera się na 5 głównych kierunkach retencji: zbiornikowej, terenowej, przydomowej, ulicznej i zieleni miejskiej. Aktualny ustalony sposób gospodarowania wodami w Gdańsku podzielony jest na cztery rejony odnoszące się do lokalizacji w mieście i trzy poziomy odnoszące się do zarządzania i zawiera w sobie te pięć elementów.

Na górnym tarasie wyznaczono region „PK”. Zakładana jest na nim możliwość zagospodarowania znacznej części wód opadowych i roztopowych dzięki Systemowi Powierzchniowej Retencji Miejskiej (SPRiM). Polega on na tworzeniu spójnej struktury wydłużającej obieg wody opadowej poprzez retencjonowanie jej w wielofunkcyjnych obiektach, które w powiązaniu podnoszą odporność miasta na zmiany klimatu. Sieć budowana jest z elementów błękitno - zielonej infrastruktury wzorowanej na naturze oraz towarzyszącymi jej urządzeniami technicznymi. System został opisany szerzej w rozdziale 4.1.6. W strefie krawędziowej, znajdującej się pomiędzy tarasem górnym a dolnym, znajduje się region „Kr_PK”. Możliwość zagospodarowania opadu w miejscu jego wstąpienia jest tam ograniczona ze względu na występowanie stromych stoków. Na tym obszarze działania skupiają się na zapewnienie bezpiecznego spływu wód oraz umożliwienie gromadzenia wody w początkowych etapach opadu. Natomiast dolny taras podzielony jest na rejon „ZG_N” gdzie woda grawitacyjnie spływa do Zatoki i rejon „ZG_E” na którym konieczne jest odwadnianie mechaniczne. Na dolnym tarasie również stosowanym jest SPRiM, a w rejonie „ZG_E” szczególności systemy melioracyjne z rowami, kanałami i pompowniami.

Zagospodarowanie wód opadowych składa się również z trzech poziomów zarządzania. Poziom I dotyczy budynku, zespołu budynków, parkingu, dróg wewnętrznych i osiedla z podłączeniem do miejskiej sieci kanalizacyjnej. Przy tych elementach zagospodarowania sugeruje się otwartą kanalizację deszczową tworzącą system małej retencji. Składać się może ona z na przykład: zagłębień retencyjnych, zielonych dachów, niecek trawiastych, ogrodów deszczowych. Objętość tych obiektów retencyjnych powinna odpowiadać sumie opadu 30 mm. Odpowiada to 45 minutowemu opadowi o prawdopodobieństwie wystąpienia 10%, który spada na powierzchnie uszczelnione. Oznacza to, że należy przewidzieć objętość obiektu retencyjnego 30 litrów razy każdy m² powierzchni uszczelnionej. Przykładowo, jeśli jezdnia ma 8 m szerokości a chodnik 2 m to na każdy metr kwadratowy tej ulicy

przypada jeden metr kwadratowy obszaru retencji o głębokości 30 cm. Poziom II to system miejski opierający się głównie na budowach hydrotechnicznych IV klasy, ale również na zagospodarowaniu wód opadowych z dróg miejskich. Ogólne wytyczne na tym poziomie to: tworzenie otwartej sieci kanalizacji deszczowej składającej się z systemów powierzchniowego odwodnienia dróg, zamkniętej sieci kanalizacji z towarzyszącymi obiektami kanalizacji deszczowej a także zbiorniki retencyjne i budowle powodziowe. Zagospodarowanie wód w systemie miejskim opera się również na naturalnych ciekach śródlądowych.

Zarządzanie kryzysowe to poziom III, które zostaje podjęte podczas wystąpienia opadów o parametrach przekraczających opad 100 - letni. Działania są wtedy zgodne z Planem Zarządzania Kryzysowego Województwa Pomorskiego oraz Planem Zarządzania Kryzysowego Miasta Gdańska. [25]



Rys. 3.14 Schemat - Podział miasta Gdańska na rejony wyznaczające obszary o różnym sposobie zarządzania wodami. Opracowanie własne na podstawie [25].

4. CZĘŚĆ WNIOSKOWA

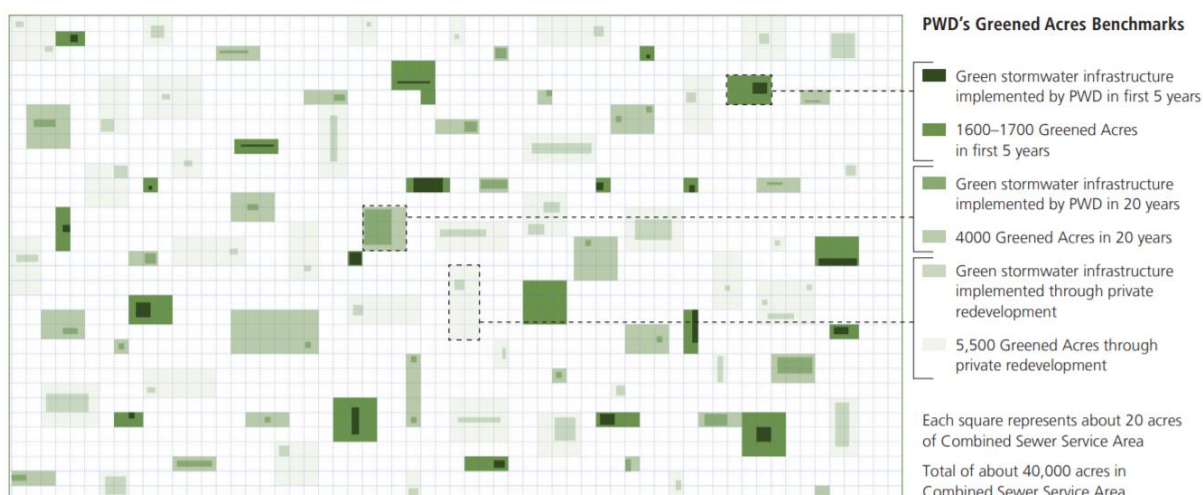
4.1 Studium przypadku

Zrównoważone zarządzanie wodami w miastach to stosunkowo nowy temat. Zawiera wiele wątków, do których można mieć różne podejścia. Dlaczego też w studium przypadku przywołano przykłady w różnych skalach i skupiające się na innych aspektach tego samego problemu. Problemu jakim jest rozrastanie się miast i uszczelnianie terenu. Przytoczone poniżej projekty mogą być wskazówką w części aplikacyjnej niniejszej pracy ze względu na zawarte w nich elementy, z którym można zaczerpnąć sposób na: wyznaczanie priorytetów przy planowaniu zlewni, nawiązywanie dialogu z mieszkańcami, implementowanie zielono - błękitnej infrastruktury na istniejących budynkach mieszkalnych i usług oświaty czy formułowania prawa miejscowego.

4.1.1 Filadelfia - Stany Zjednoczone

Filadelfia rozpoczęła w 2011 roku 25-letni projekt „Green City, Clean Water” (GCCW). Zdecydowano się na jego wdrożenie ze względu na problem z jakim spotyka się każde większe miasto. Rozwój aglomeracji, której populacja przekroczyła 6 milionów, odseparował Filadelfię od naturalnego środowiska. Poskutkowało to pogorszeniem jakości wody, degradacji ekosystemów i dróg wodnych a także zwiększenie się udziału powierzchni nieprzepuszczalnych, które uniemożliwiają naturalną retencję i infiltrację wód opadowych. GCCW jest realizowane przez Departament Ochrony Środowiska Filadelfii i Departament ds. Wody Filadelfii [10] Podstawowe działania jakie ustalono na potrzeb zaimplementowania projektu to: recykling wód opadowych w miejscu opadu, utrzymanie i modernizacja jednego z najstarszych systemów kanalizacyjnych w USA, przekształcenie terenów w pobliżu rzek pod tereny rekreacyjne, zachowanie i odtworzenie siedlisk gatunków wodnych oraz wprowadzenie zasad zrównoważonego rozwoju do istniejącej już tkanki miejskiej. Ważnym elementem jest też włączanie interesariuszy: mieszkańców, firmy, szkoły; do podejmowania działań, dotyczących między innymi projektów infrastrukturalnych i programów partnerskich. Organizowane są również imprezy i warsztaty poszerzające wiedzę na temat retencji skierowane do lokalnej społeczności. [10], [54]

Poniższy schemat przedstawia ustalone powierzchniowe kamienie milowe projektu „Green City, Clean Water”. Planuje się powiększać powierzchnię zielonej infrastruktury zapobiegającej skutkom powodzi oraz wprowadzać więcej zieleni. Philadelphia Water Department do 2031 planuje zagospodarować 5600 - 5700 akrów, czyli 2266 - 2306 hektarów pod zielono- błękitną infrastrukturę a w ostatnim etapie mają włączyć się do tego osoby prywatne na własnych posesjach. Każdy zielony kwadrat reprezentuje około 20 akrów stworzonego etapami Połączonego Obszaru Serwisu Kanalizacyjnego -łącznie około 40 000 akrów (16187 hektarów).



Rys. 4.1. Schemat przedstawiający etapowanie projektu „Green City, Clean Water” w Filadelfii [54].

4.1.2 Augustenborg, Malmö - Szwecja

Osiedle Augustenborg zajmuje około 32 ha i położone jest 3 km na północ od historycznego centrum Malmö. Działania mające na celu rozwiązywanie problemu związane z występowaniem lokalnych podtopień i jednocześnie wychodzenie z kryzysu społeczno - gospodarczego trwały od 1998 do 2014 roku. W tym czasie wybudowano otwarty system kanalizacji deszczowej, zielone dachy i ogród botaniczny, miejsca do segregacji odpadów wraz z kompostownikami, nasadzenia drzew i krzewów i szklarnie. Projekt realizowany był wspólnie przez radę miasta i tamtejszą spółdzielnię mieszkaniową, przy udziale mieszkańców Augustenborga. Dzięki włączeniu mieszkańców w proces planistyczny i realizację, zwiększyli oni swoją świadomość ekologiczną, przestawiając się na oszczędny tryb życia. Zainwestowali oni w energię odnawialną na osiedlu a także zawiązały się grupy używające jedynie naturalnych detergentów. Inicjatywa wprowadzenia zrównoważonego systemu odprowadzania wody deszczowej oraz inwestycje towarzyszące zamieniły Augustenborg w atrakcyjną przestrzeń dla mieszkańców i turystów, dla których Skandynawski Instytut Zielonych Dachów - ośrodek badawczy technologii mających zastosowanie w konstrukcji zielonych dachów - organizuje wycieczki po osiedlu. Koszt inwestycji wyniósł około 22 milionów euro, czyli około 92 miliony złotych. [10], [56]

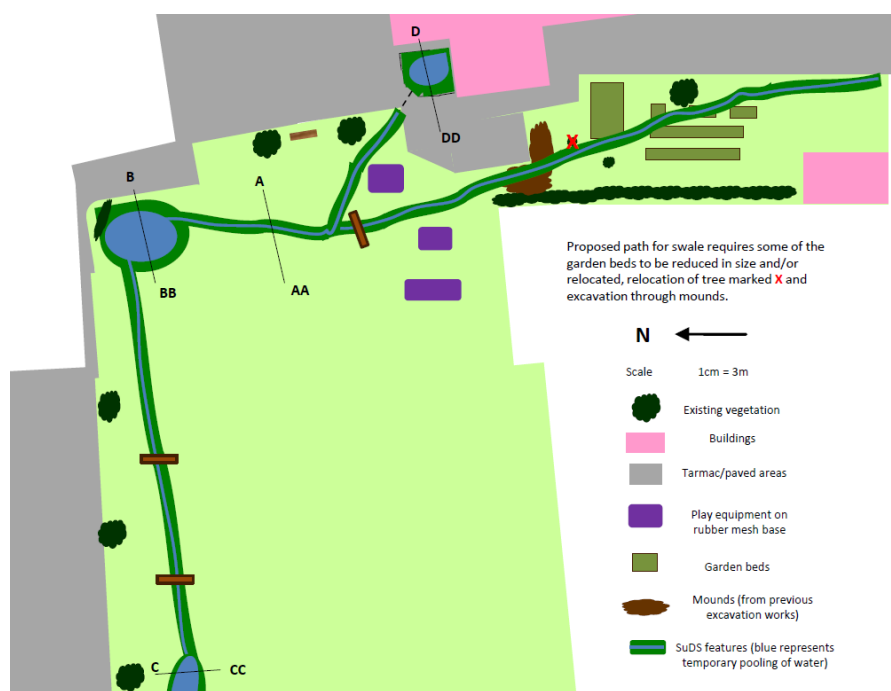


Rys. 4.2. Otwarty system kanalizacji deszczowej [57].

4.1.3 Barnet, Londyn - Wielka Brytania

W szkole podstawowej Hollickwood w północnej dzielnicy Londynu Barnet zaimplementowano działania w ramach projektu SUDS for Schools (Sustainable Urban Drainage System). Potrzeba zmian wyniknęła z niekorzystnej lokalizacji budynku szkoły, przez co wody opadowe spływające z wyżej położonych terenów zalewały obszary, na których znajdują się place zabaw i boiska. Uniemożliwiało to korzystanie z nich po ulewnych deszczach. Drugim problemem była zła jakość wody rzeki Pymmes Brook, wywołana przez osady zbierane przez spływającą wodę. Aby uniknąć dalszych podtopień i spływów zanieczyszczeń przy szkole zbudowano system odprowadzania wody z części dachu do ogrodu torfowego, porośniętego rodzimą roślinnością oraz system niecek i rowów chłonnych. Tylko w

ostateczności woda odprowadzana jest do kanalizacji deszczowej. Cała nowa infrastruktura zajęła powierzchnię 250 m². Szkoła Hollickwood zarządza systemem, wykorzystując wsparcie oferowane przez Wildfowl & Wetlands Trust - organizacja charytatywna działająca na rzecz ptaków i mokradel w Wielkiej Brytanii. Ważnym aspektem jest zaangażowanie uczniów i nauczycieli w projekt na etapie koncepcji i nasadzeń. Aby SuDS mógł być skutecznie wykorzystywany przez nauczycieli jako narzędzie do edukacji, WWT stworzyło materiały edukacyjne i wsparło personel dydaktyczny poprzez warsztaty szkoleniowe i pokazy. W projekcie wzięło udział jeszcze 9 innych szkół. Koszt inwestycji do 2014 r. wyniósł 15 000 funtów, bez kosztów projektowania, czasu personelu WWT i sadzenia, około 78 500 złotych. [10], [58], [59]



Rys. 4.3. Projekt zagospodarowania terenu szkoły podstawowej Hollickwood w Londynie. [59]

4.1.4 Bydgoszcz - Polska

Bydgoszcz, tak jak 44 inne polskie miasta, bierze udział w projekcie Adaptcity - „Przygotowanie strategii adaptacji do zmian klimatu miasta metropolitalnego przy wykorzystaniu mapy klimatycznej i partycypacji społecznej”. W ramach jego realizacji „Katalog zielono - niebieskiej infrastruktury”. Jego drugiej części szczegółowo zostały opisane elementy zielono - błękitnej infrastruktury jakie mogą być zastosowane w 6 odróżniających się elementach miasta: domy jednorodzinne; osiedla; zabudowa zwarta; parkingi, place, obiekty handlowe; parki oraz drogi/ciągi komunikacyjne. Katalog przedstawia 20 przydatnych rozwiązań retencji i gospodarowania wodami opadowymi, które mogą być zastosowane w Bydgoszczy. Każde z nich jest opracowane zrozumiałą grafiką, podpisane i opisane w przejrzysty sposób. Dodatkowo zadbano o jak największe rozpropagowanie zawartych w katalogu informacji. Promowany jest wśród mieszkańców poprzez regionalną telewizję, został umieszczony na dedykowanej stronie internetowej oraz stworzono fungape „Deszcz to zysk”, gdzie zamieszcza się krótkie posty

dotyczące zagadnień z katalogu. „Katalog zielono-niebieskiej infrastruktury” powstał w tym samym czasie co projekt „Budowa i przebudowa kanalizacji deszczowej i dostosowanie sieci kanalizacji deszczowej MWiK do zmian klimatycznych na terenie miasta Bydgoszczy” Równoległe prowadzenie działań edukacyjnych i inwestycyjnych ułatwia dialog i współpracę władz miasta z mieszkańcami co pozytywnie wpływa na przebieg prac oraz buduje zgodę co do słuszności tych działań. [60]

Przyjmując różne kształty oraz roślinności nasadzone w niewielkim zagłębieniu nazywane są ogrodami deszczowymi. Różnorodność kompozycji, wysoka estetyka i wszechstronne zastosowanie nadają ogrodom unikalny charakter.

Zastosowanie

Oprócz spowolnienia przepływu i retencji, systemy korzeniowe roślin zapewniają biologiczne oczyszczanie deszczówki wraz z jej stopniową infiltracją w głąb odpowiednio dobranych warstw humusu, piasku i żwiru. Cechują je wysokie walory estetyczne.

Utrzymanie

Bieżące:

- Regularne inspekcje ogrodu w celu kontroli oznak erozji, nagromadzenia zanieczyszczeń czy słabej kondycji warstwy roślinnej.
- Regularne pielenie i usuwanie chwastów.
- Ewentualnie wymiana 5-7 cm warstwy wierzchniej tzw. mulcza.

Opjonalne:

- Podlewanie nowych nasadzeń rodzimych gatunków roślin w początkowej fazie wzrostu (3 tygodnie) lub podczas okresów suchych.
- Przycinanie roślin ze względów estetycznych.
- W przypadku nadmiernej erozji na obrzeżach ogrodu sugeruje się dodanie kamieni, tłumiących zbyt dużą energię kinetyczną wody.

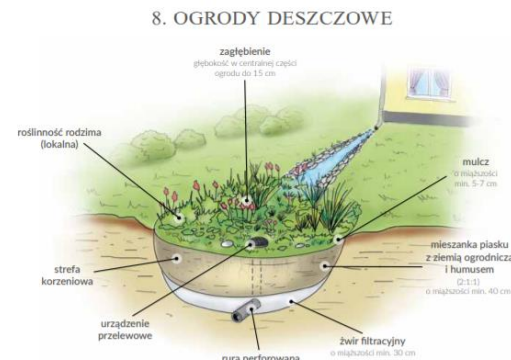
Zwróć uwagę:

- Jeśli podczas opadów ziemia przemieszcza się poza ogród, może to być oznaka zbyt wolnej infiltracji w stosunku do ilości napływającej wody. Rozważyć należy powiększenie ogrodu.
- Nie stosować nawozów sztucznych oraz środków ochrony roślin – zadaniem ogrodu deszczowego jest oczyszczenie deszczówki przed wsiąknięciem.

Warunki realizacji

Infiltracyjne: ze względu na częstą konieczność przygotowania podłoża, a nawet jego wymiany, ogrody deszczowe mogą być zakładane niemal w każdym warunkach. Istotne jest, aby zwierciadło wód gruntowych znajdowało się przynajmniej 100 cm poniżej poziomu terenu.

Topograficzne: teren okalający ogród deszczowy powinien



Źródło: Arup

mieć łagodne spadki, a przekroczenie nachylenia 12% może wymagać konstrukcji oporowych.

Konstrukcyjne: typowy ogród wymaga zagłębienia od 20 do 40 cm, a jego wielkość wyznaczana jest jako 7-20% powierzchni odwadnianego obszaru. Poletko ogrodu deszczowego musi być płaskie i wyrównane, aby dochodziło do równomiernego rozprowadzenia wody deszczowej.

Należy przewidzieć system odprowadzenia nadmiaru wód. **Formalne:** ogrody deszczowe przypominają klasyczną rabatę kwiatową i najczęściej stosowane jest na działkach prywatnych właścicieli w ramach zagospodarowania wód deszczowych z posesji. Typowa konstrukcja nie jest obarczona ograniczeniami prawnymi.

Ogólne: rozwiązania każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.



Źródło: Jason Johnson, CC BY 2.0

Czy wiesz, że...
W porównaniu do tradycyjnych trawników, ogrody deszczowe oferują o 30% skuteczniejsze wsiąkanie wody w grunt. Cechują się zdolnością do oczyszczenia nawet 90% zanieczyszczeń zawartych w wodzie opadowej spływającej z dachów, podjazdów i innych nawierzchni utwardzonych.



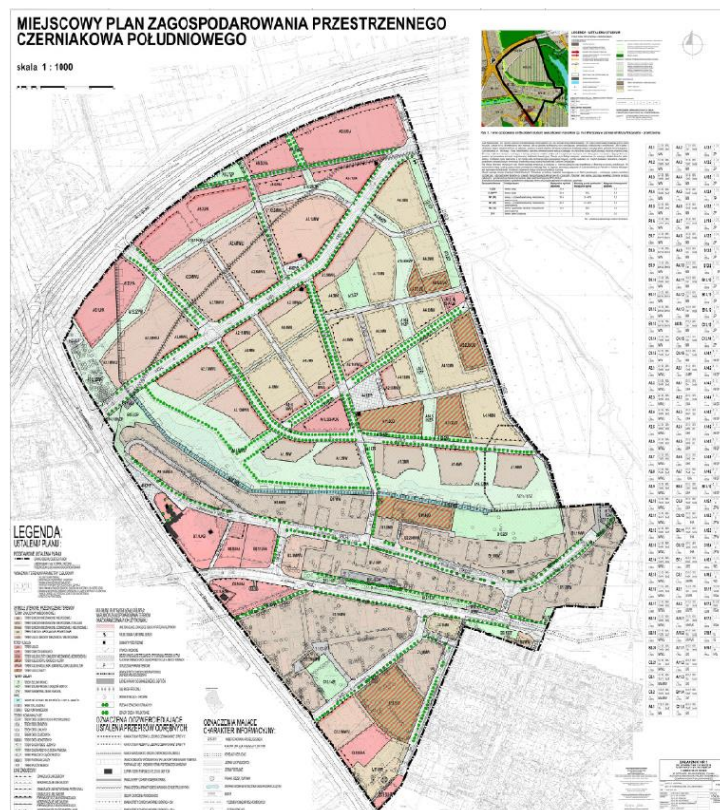
Źródło: SUSDRAIN

Rys. 4.4. Strona szczegółowych informacji na temat jednego z rozwiązań zielono - błękitnej infrastruktury z katalogu zielono – niebieskiej infrastruktury. Część II. Wytyczne i rozwiązania. [60]

4.1.5 Czerniaków Południowy, Warszawa - Polska

Część dzielnicy Mokotów, Czerniaków Południowy znajduje się 6 km od Pałacu Kultury i Nauki w kierunku południowym. Jest to obszar wyznaczony od północy Trasą Siekierkowską, od wschodu Jeziorkiem Czerniakowskim (starorzecze Wisły), od południa osiedlem domów wielorodzinnych a od zachodu ul. Powsińska. Rejon Czerniakowa Południowego należy do strefy podstawowego układu przyrodniczego miasta. Na obszarze objętym planem znajdują się dwie formy ochrony przyrody i obszar chronionego krajobrazu. [61] Część obszaru leży w granicach wyznaczonych w Systemie Przyrodniczym Warszawy jako Korytarz Wymiany Powietrza. Jak można zauważyć teren ten jest bardzo cenny środowiskowo. W związku z tym miasto nie chciało dopuścić do utraty walorów tego terenu i 4 lipca 2019 roku uchwaliło miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. [62] Wprowadza on, niespotykany na szerszą skalę w Polsce, rozwiązania z zakresu zintegrowanego zarządzania wodami. Układ zabudowy został podporządkowany naturalnym ekosystemom tam występującym. Szczególnie istotnym elementem jest wprowadzenie „zielonej podkowy” czyli pasa zieleni w którym ma powstać system złożony z niecek infiltracyjnych, zagłębień terenowych, współgrający z kanałami i zbiornikami

retencyjnymi zlokalizowanymi na obszarze miejscowego planu. [1] Aby plan mógł zostać uchwalony projektanci musieli wprowadzić kilka odpowiednich zapisów. Między innymi sformułowano niefunkcjonującą w ogólnopolskim prawie definicję „łańcucha niecek infiltracyjnych i niecek bioretencyjnych”, wyznaczono osobne tereny pod tereny zieleni parkowej, urządzeń wodnych i tereny wewnętrznej zieleni parkowej. Zastosowano również częściej stosowane zapisy o powierzchni biologicznie czynnej, ograniczono kubaturę budynków, ustalono obowiązek przyłączenia wszystkich budynków do sanitarnej kanalizacji miejskiej i dopasowano nieprzekraczalną linię zabudowy do warunków wodnych. [1], [74] Plan zawiera również zapisy wykraczające poza kompetencje planistyczne miejscowych planów takie jak na przykład: „dopuszczenie odprowadzania nadmiaru wód opadowych lub roztopowych, do Kanału Głównego „A”, zwanego „Kanałem Czerniakowskim”, którego odcinki oznaczono na rysunku planu symbolami: A16.1 WS, A16.2 WS, zgodnie z przepisami ustawy Prawo wodne;” lub „obowiązek podczyszczania wód opadowych lub roztopowych ujętych w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne pochodzące z zanieczyszczonych powierzchni szczelnych zgodnie z wymogami przepisów odrębnych.” Wynikać to może z ogromnej chęci jego twórców do spełnienia założeń zintegrowanego zarządzania wodami. Wydaje się jednak, patrząc na sam rysunek planu, iż jest on w stanie przyczynić się do zwiększonej retencji, bez dodawania zapisów wykraczających poza zapisu ustawy. Jednakże warto byłoby w niedalekiej przyszłości pochylić się nad zapisami ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym i zastanowić nad modyfikacją jej zapisów czy formy, właśnie w celu umożliwienia planistom bardziej zintegrowanego zarządzania, które już teraz próbują implementować, mimo iż nie ma narzędzi prawnych, które mogłyby te zapisy wyegzekwować.



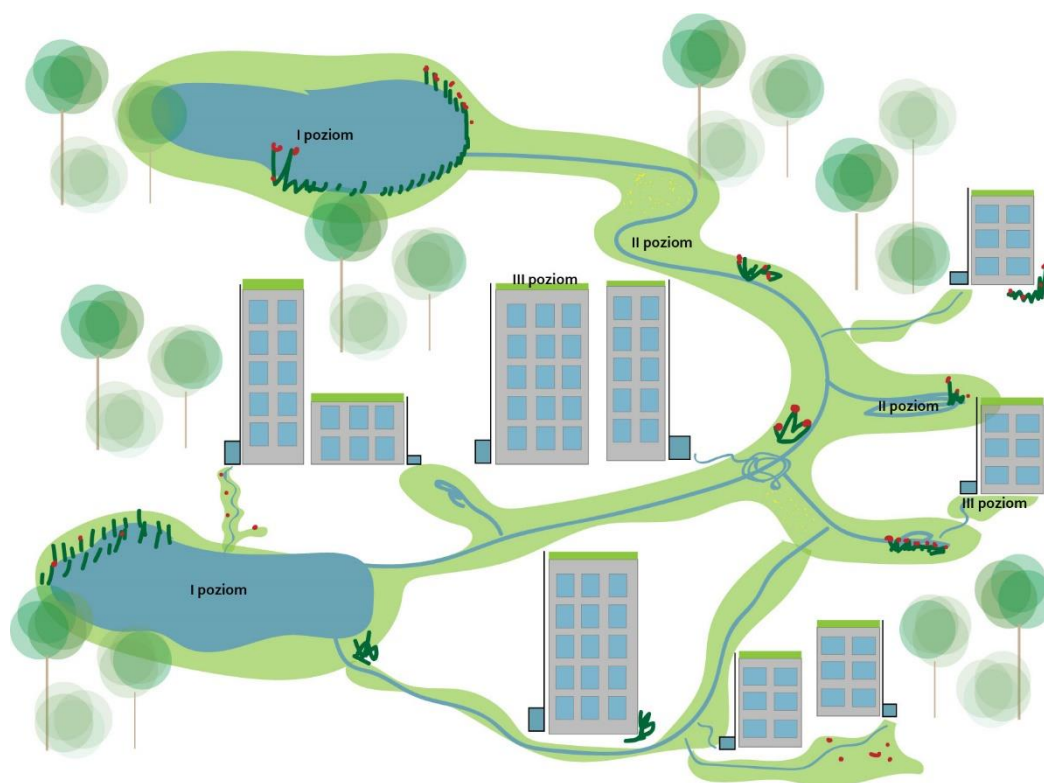
Rys. 4.5 Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego Czerniakowa Południowego. [61]

4.1.6 System Powierzchniowej Retencji Miejskiej (SPRiM)

W związku z różnorodnością rozwiązań retencji miejskiej gdańscy naukowcy i praktycy stworzyli ujednolicony podział retencji miejskiej dostosowany do lokalnych uwarunkowań. Zakłada on retencję w na wielu poziomach, od mikro do makro skali, które uzupełniają się nawzajem. System Powierzchniowej Retencji Miejskiej (SPRiM) powstał na bazie zagranicznych koncepcji tak zwanej water sensitive urban design (WSUD), czyli koncepcja miast wrażliwych na wodę zaimplementowanej w Kopenhadze oraz sustainable drainage systems (SUDs), czyli systemy powierzchniowej retencji miejskiej z Malmö. Celem wprowadzania tego typu rozwiązań w miastach jest podnoszenie odporności przed skutkami zmian klimatycznych oraz zwiększanie ofert usług ekosystemowych.

SPRiM składa się z trzech poziomów retencji w skali miasta. Pierwszy opiera się na zbiornikach mokrych, suchych i półsuchych. Tak jak zostało to pisane w rozdziale o zbiornikach retencyjnych wymagają one znacznych nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Pozwalają kontrolować przepływ wód w ciekach i kanalizacji a tym samym unikać podtopień poniżej zbiornika. Są one rozwiązaniem systemowym w skali miasta. Kolejny poziom z systemami powierzchniowej retencji miejskiej tworzony z obiektów mikroretencji, projektowany jest wśród miejskiej zieleni na terenach zurbanizowanych. Może być stosowany w każdej skali - ulicy, osiedla, dzielnicy i całego miasta. Zależy jest to od stopnia wprowadzenia rozwiązań małej retencji w tkankę miejską. Założeniem jest zatrzymanie wody w miejscu opadu oraz zwiększenie częstotliwości występowania procesów ewapotranspiracji, parowania oraz infiltracji. Trzeci poziom to pojedyncze elementy mikroretencji dostosowane do możliwości osób prywatnych, funkcjonujące w skali pojedynczej działki lub budynku.

[11]



Rys. 4.6. Ideogram przedstawiający założenia SPRiM. Opracowanie własne.

4.2 Wnioski

Rozwiązanie problemu związanego z zagadnieniem nadmiernego uszczelniania gruntów, w wielu miejscach ma wspólne mianowniki. Przyczyną rozpoczęcia działań jest zazwyczaj odczuwanie dyskomfortu spowodowanego odseparowaniem miast od natury objawiającego się pogorszeniem jakości wód czy podtopieniami. Działania jakie zostają podjęte, aby przeciwdziałać negatywnym zjawiskom urbanizacji są podobne w każdej skali: miasta, osiedla czy pojedynczej działki. Zagadnienia pojawiające się w każdym z przykładów to włączanie osób prywatnych i edukacja środowiskowa. Na podstawie opisanych praktyk można sformułować schemat działania ułatwiający wprowadzanie zielono - błękitnej infrastruktury na problemowy obszar. Polegać on powinien na odpowiednim przekazaniu informacji, czyli: zebraniu danych na temat grupy docelowej najbardziej związanej z wyznaczonym obszarem, przeanalizowaniu podmiotów, które mogły być pomocne na jednym lub wielu etapach realizacji projektu oraz prowadzeniu, od początku do momentu oswojenia się interesariuszy z nowym sposobem gospodarowania wodą, działań edukacyjnych. Ludzie najlepiej uczą się na przykładzie, dlatego edukacja powinna być ściśle związana z pracami projektowymi i realizacyjnymi, włączać ich bezpośrednio w oba te procesy. Dzięki temu będą mieli bezpośredni wpływ na to jak wygląda ich najbliższa okolica, ale też zwiększą bezpieczeństwo i jakość życia. Najbardziej wymagające wydaje się przekonanie osób posiadających prywatne nieruchomości, aby również włączyły się w ten proces, ponieważ mogą one mieć mniejsze poczucie tworzenia wspólnoty niż osoby mieszkające w blokach. Po uzyskaniu oczekiwanego efektu, w momencie, kiedy przychylność użytkowników danego obszaru jest duża i zaczynają tworzyć razem z władzami miasta, spółdzielnią czy radą dzielnicy objętości retencyjne, warto w dalszym ciągu prowadzić akcje informacyjne czy reklamujące dane przedsięwzięcie. Dzięki temu, uczestnicy utrwalały się w przekonaniu o słuszności własnych działań i będą mogli w łatwy sposób skonsultować ewentualne wątpliwości. Daleko idącymi skutkami najprawdopodobniej będzie w tej sytuacji zwiększenie świadomości ekologicznej i wprowadzanie innych proekologicznych zachowań jak ograniczanie konsumpcjonizmu czy używanie neutralnych dla środowiska detergentów.

5. CZĘŚĆ APLIKACYJNA

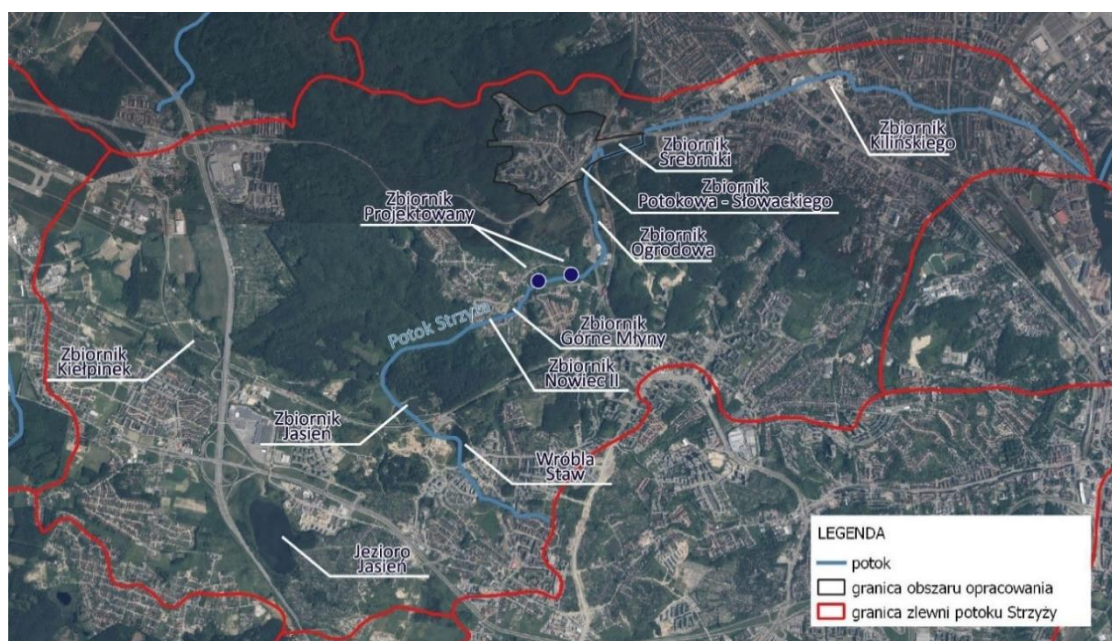
Celem części aplikacyjnej jest stworzenie planu koordynacyjnego polegającego na przedstawieniu systemu zielonej infrastruktury możliwej do zaimplementowania na terenie osiedla Niedźwiednik wraz z podziałem na etapy. Ważnym elementem jest zwrócenie uwagi na konieczności współpracy pomiędzy mieszkańcami a władzami miasta dla uzyskania synergii poszczególnych rozwiązań.

Projekt jest kontynuacją założeń polityki miasta w sprawie adaptacji do zmian klimatu w szczególności długoterminowym planem Gdańskich Wód na zwiększenie retencji zlewni potoku Strzyży o 250 tys. m³. W pracy uwzględniono również założenia Systemu Powierzchniowej Retencji Miejskiej (SPRIM), który jest propozycją dla Gdańska jako właściwy sposób projektowania retencji. Wybór osiedla Niedźwiednik jako przestrzeni weryfikującej części teoretyczną dokonano na podstawie czynników takich jak: morenowe ukształtowanie terenu, optymalna powierzchnia, lokalizacja w często podtapianej zlewni, charakter osiedla, formy zagospodarowania i struktury własności. Zagospodarowanie terenu w zaproponowany w dalszej części pracy sposób, pozwoli zredukować negatywny wpływ urbanizacji na tym obszarze, a także, włączyć go ponownie do okalającego ekosystemu. Dodatkowo propozycja

zawarta w niniejszej pracy będzie spełniała postulaty pierwszego Gdańskiego panelu obywatelskiego dotyczące inwestowania w małą retencję czy edukację. [63]

5.1 Ogólna i hydrologiczna charakterystyka zagospodarowania zlewni potoku Strzyży

Powierzchnia zlewni potoku Strzyży to 35,15 km². Znajduje się w całości na terenie miasta Gdańsk i zajmuje około 12,5% powierzchni tego miasta. Długość potoku od źródła w okolicy Kokoszek do ujścia do Martwej Wisły wynosi 13,19 km. Potok Strzyża przepływa przez zbiornik retencyjny „Kiełpinek”, „Nowiec II”, „Górne Młyny”, „Ogrodowa”, „Potokowa - Słowackiego”, „Srebrniki” i „Kalińskiego”. Natomiast jego główne dorzecze - Potok Jasień o długości 4,91 km ma początek w jeziorze Jasień, przepływa przez zbiornik retencyjny „Jasień” i wpada do potoku Strzyży kilka metrów przed zbiornikiem retencyjnym Nowiec II. Do Strzyży wpływa również potok Matarnicki na wysokości zbiornika „Kiełpinek” oraz potok „Jaškowy” i „Królewski” doprowadzone kolektorami deszczowymi do potoku Strzyży w dolnej jego części. Łącznie wszystkich zbiorników wodnych istniejących w zlewni jest 42 w tym 10 zbiorników retencyjnych, dodatkowe 4 są planowane. Potok Strzyża przepływa przez Trójmiejski Park Krajobrazowy (TPK) jak i tereny zurbanizowane, gdzie od zbiornika „Srebrniki” do ujścia, płynie uregulowanym korytem lub kanałami krytymi. Zlewnia Strzyży obejmuje obszar dwóch geosystemów o odmiennej charakterystyce - wysoczyzna morenowa i platforma abrazyjno - akumulacyjna. Wysoczyzna morenowa, będąca skutkiem ostatniego zlodowacenia, znajdująca się w górnej części potoku posiada bardzo urozmaiconą rzeźbę terenu z deniwelacjami sięgającymi do 50 m. Natomiast platforma abrazyjno - akumulacyjna w rejonie Dolnego Wrzeszcza, to płaski lekko nachylony w kierunku równiny deltowej Wisły i morza teren. Średni spadek cieku wynosi 9,9%. [64],[65] Zgodnie z zapisami Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego miasta Gdańska zlewnia potoku Strzyży znajduje się w granicach pięciu jednostek urbanistycznych Gdańska: Matarnia - Żłota Karczma, Brętowo, Wrzeszcz Góry i Wrzeszcz Dolny, Jasień-Szadółki i Młyniska-Letnica. [75]



Rys. 5.1. Teren zlewni potoku Strzyży. Opracowanie własne na podstawie geoportal.pl

5.2 Formy ochrony przyrody w sąsiedztwie Niedźwiednika

Niedźwiednik otoczony jest ze wszystkich stron cennymi przyrodniczo terenami, tworząc tym samym swoją powierzchnią wyrwę, w naturalnym charakterze tego obszaru. Osiedle w części, gdzie znajduje się las, leży w Trójmiejskim Parku Krajobrazowym, pozostała część jest na obszarze otuliny TPK. W sąsiedztwie, po przeciwległej stronie ul. J. Słowackiego położony jest zespół przyrodniczo - krajobrazowy. Wyżej wymienione elementy wraz z terenem zajmującym wody powierzchniowe potoku Strzyży zajmuje Ogólnomiejski System Terenów Aktywnych Biologicznie (OSTAB). Według definicji ze SUIKZP Gdańska jest to ciągła struktura przestrzenna wiążąca ze sobą najbardziej wartościowe, różnorodne tereny zieleni i fragmenty terenów otwartych (w tym wód powierzchniowych), a także zapewniająca ich powiązanie z odpowiednimi terenami pozamiejskimi. [75]



Rys. 5.2. Formy ochrony przyrody w sąsiedztwie i na obszarze opracowania. Opracowanie własne na podstawie danych ze strony Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska. [68]

5.3 Ogólna charakterystyka Niedźwiednika - części dzielnicy Brętowo

Osiedle Niedźwiednik znajduje się w północno - wschodniej części Brętowa. Od Północy i zachodu ograniczone jest Trójmiejskim Parkiem Krajobrazowym a od południowego - wschodu ulicą Juliusza Słowackiego. Mieszkańcami dzielnicy Brętowo są głównie osoby w wieku produkcyjnym - około 50% osób, około 30% to ludzie powyżej 60 roku życia, pozostałą część mieszkańców stanowią dzieci i młodzież [28]. Różnica wysokości pomiędzy najniższym a najwyższym punktem osiedla, znajdujące się kilometr od siebie, wynosi około 70 m (Rys.5.9). Ze względu na ukształtowanie terenu zabudowa jest

rozproszona tworząc na terenie Niedźwiednika mniejsze jednostki osiedlowe. Budynek tam występujące w większości powstały w latach 80 i 90 XX wieku. Są to przede wszystkim 5 i 10 - kondygnacyjne budynki wielorodzinne oraz domy jednorodzinne w zabudowie szeregowej w północnej części i wolnostojące w południowej części osiedla. Tereny niemożliwe do zabudowy stanowią tereny zielone, które dzięki inicjatywnie mieszkańców są wyposażane w place zabaw, boiska, siłownie i inną podobną infrastrukturę rekreacyjną, stając się tym samym atrakcyjnymi przestrzeniami. Tam, gdzie lokalizacja tego typu rozwiązań, nie jest możliwa ze względu na spadki terenu, zagospodarowanie jest nikiel, głównie są tam trawy i krzewy. Podobna sytuacja występuje pomiędzy budynkami, gdzie teren nie został przeznaczony pod rekreację. Na osiedlu znajdują się dwie szkoły podstawowe - nr 38 im. gen. Stanisława Maczka i im. św. Jana de La Salle. Obszar opracowania znajduje się na obszarze zlewni Strzyży pomiędzy zbiornikami retencyjnymi „Potokowa - Słowackiego” o pojemności retencyjnej 6700 m³ i „Srebrniki” o pojemności retencyjnej 67900 m³. [66] Natomiast na jego terenie w jednym z wyższych punktów znajduje się jeden zbiornik wodny o powierzchni około 400 m². Oprócz tego znajduje się na Niedźwiedniku również mały ciek wodny, płynący od okolicy Wąwozu Huzarów w TPK do boiska przy szkole podstawowej nr 38.



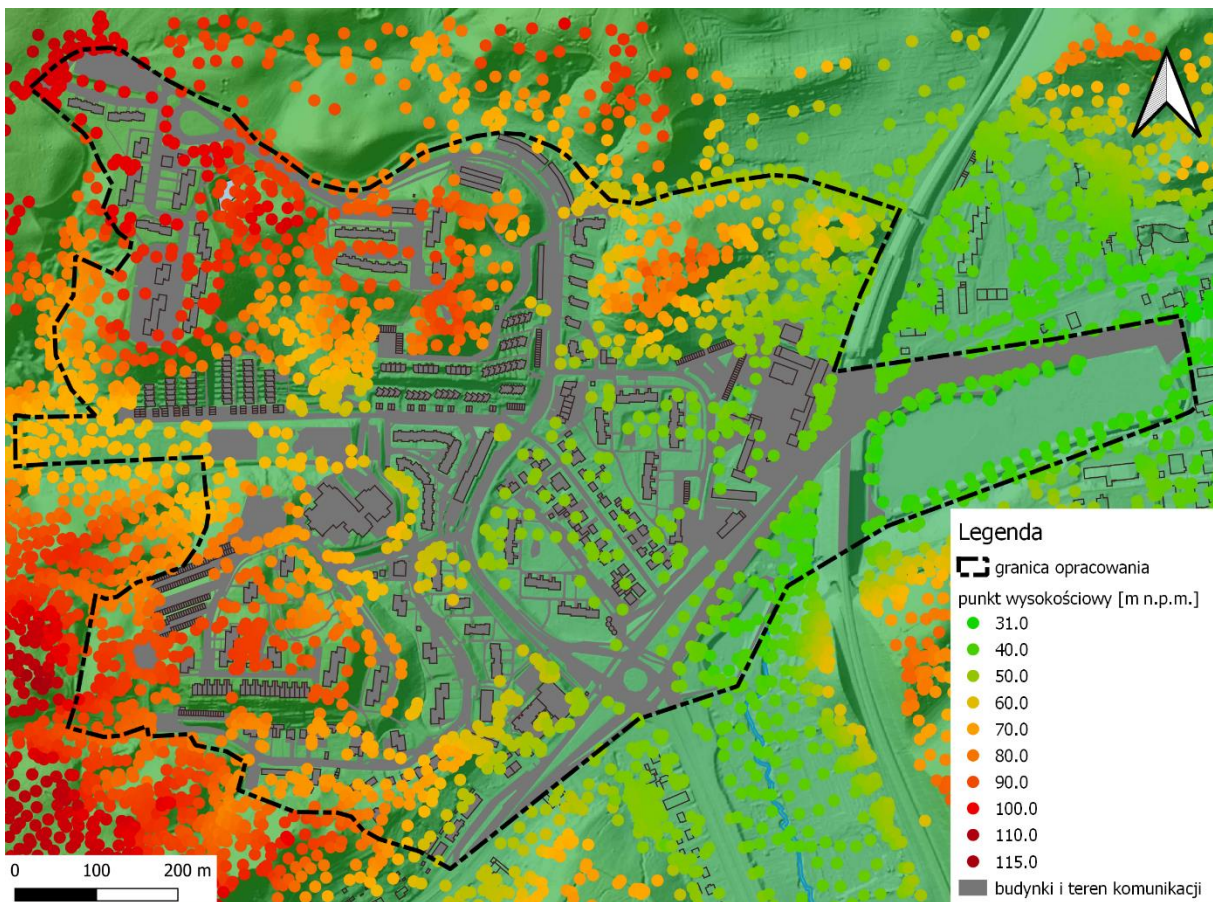
Rys. 5.3, 5.4 Teren rekreacyjny (po lewej) i tereny pomiędzy budynkami wielorodzinnymi (po prawej) w południowo - zachodniej części Niedźwiednika (fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys 5.5, 5.6 Tereny pomiędzy budynkami wielorodzinnymi w w południowo - zachodniej części Niedźwiednika (po lewej) i północnej części Niedźwiednika (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys. 5.7, 5.8 Zbiornik wodny w północnej części Niedźwiednika (po lewej) oraz zabudowa szeregowa w zachodniej części Niedźwiednika (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)

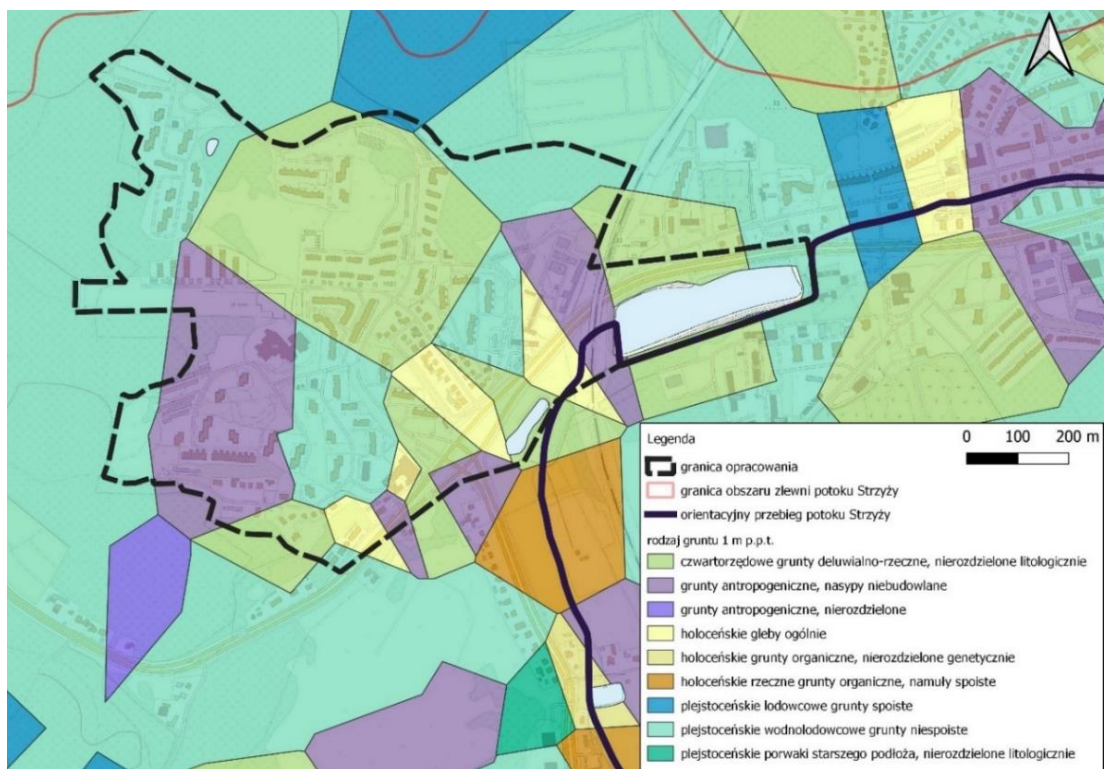


Rys. 5.9 Ukształtowanie terenu na obszarze opracowania. Opracowanie własne na mapie hipsometrycznej z geoportal.pl

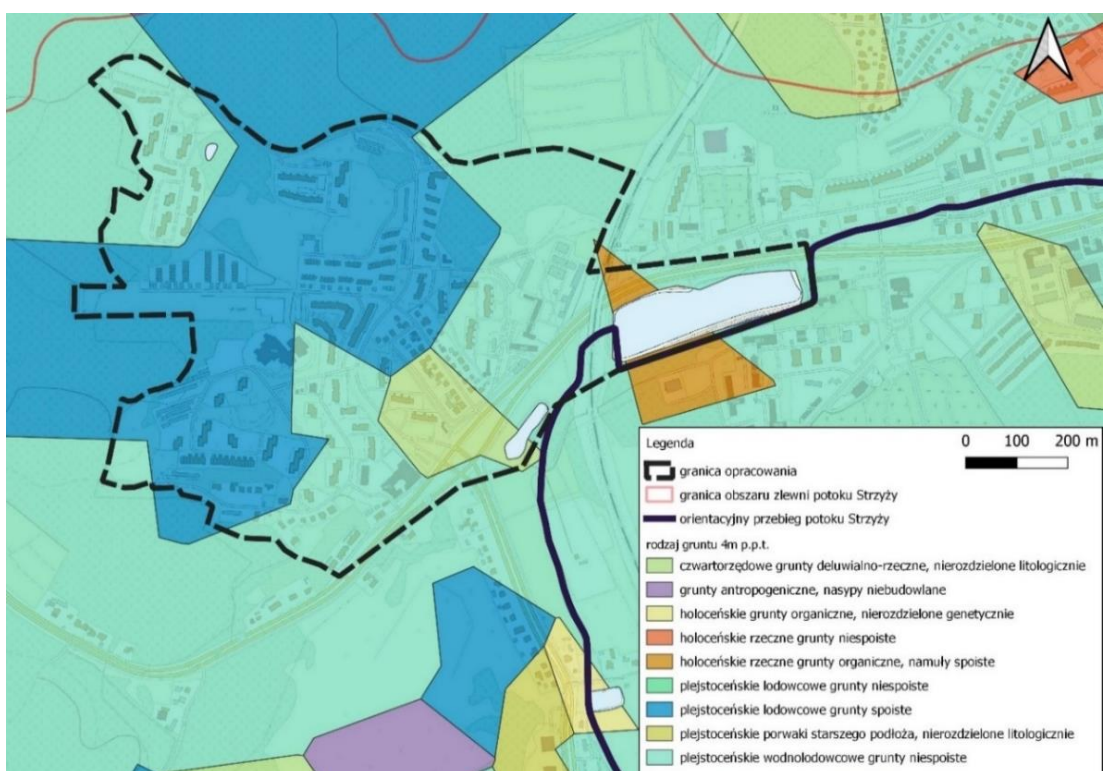
5.4 Warunki gruntowe

Grunty charakteryzują się zmienną przydatnością do zabudowy, co jest konsekwencją ich budowy geologicznej, a w tym bardzo istotnej cechy z punktu widzenia problematyki retencji, tj. różnej zdolności do gromadzenia wód. Jednak im większa przepuszczalność tym mniejsza nośność. Przykładowo zawodnione piaski są mało stabilne natomiast dobrze ułożone i suche spełniają wymogi przydatności gruntu pod zabudowę. Dlatego ważne jest, aby przed rozpoczęciem prac przygotowujących tereny pod retencję, rozpoznać rodzaj gruntów oraz ich położenie względem siebie i dostosować do otrzymanych danych projekt. Jest to szczególnie istotne na obszarach już zabudowanych, ponieważ unika się w ten sposób niekontrolowanej utraty nośności i naruszenia konstrukcji budynków lub niespodziewanego przekierowania wód tam, gdzie do tej pory nie występowały. Jeśli okaże się, że na obszarze opracowania występuje konfiguracja gruntów uniemożliwiająca bezpieczną retencję wgłębną, należy zadbać o umożliwienie retencji bez zbytniej infiltracji, gromadząc wodę np. w nieckach lub niewielkich zbiornikach opóźniających spływ powierzchniowy. W każdym z przypadków natomiast należy skupić się na sadzeniu rodzimych roślin wodolubnych. Wartością dodaną rozwiązania, jest oprócz poprawy retencji, korzystny wpływ na poprawę mikroklimatu lokalnego a także, dzięki systemowi korzeni zwiększenie stabilności podłoża przeciwdziałające zjawiskom erozji i ruchom masowym (osunięciom gruntu).

Na obszarze opracowania na głębokości 1 m pod poziomem terenu (p.p.t.) występują grunty: czwartorzędowe grunty deluwialno - rzeczne, plejstoceńskie wodnolodowcowe grunty niespoiste, grunty antropogeniczne, i holocenijskie gleby ogólne. Na głębokości 2 m p.p.t. występują grunty dodatkowo pojawiają się holocenijskie rzeczne grunty organiczne i namuły spoiste oraz plejstoceńskie lodowcowe grunty spoiste. Dalej na 4 m p.p.t. występuje mniejsza różnorodność z przewagą plejstoceńskich lodowcowych gruntów spoistych, plejstoceńskich wodnolodowcowych gruntów niespoistych oraz mniejszymi stosunkowo obszarami pokrytymi czwartorzędowymi gruntami deluwialno - rzecznoymi i holocenijskimi rzecznoymi gruntami organicznymi i namułami spoistymi. Taki stan rzeczy oznacza, że wprowadzenie na osiedle Niedźwiednik obiektów małej retencji nie wpłynie negatywnie na posadowienie budynków.



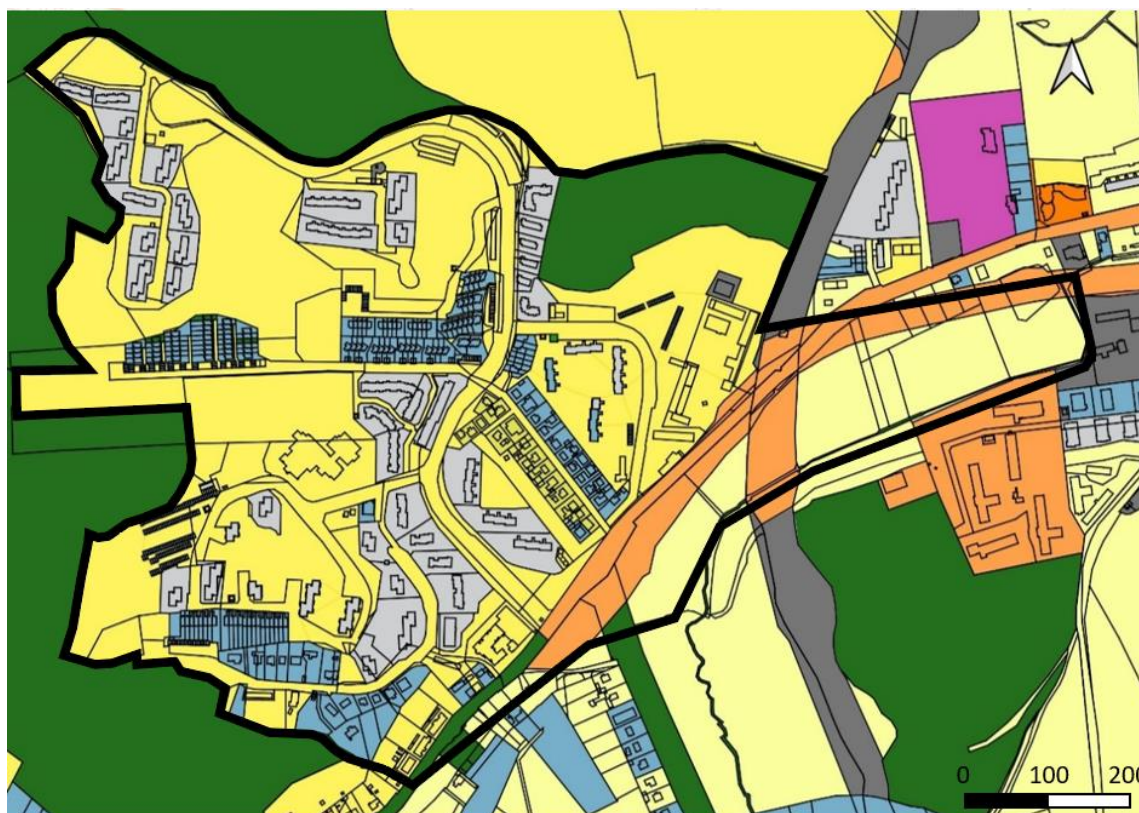
Rys. 5.10 Rodzaje gruntów występujące 1 metr pod powierzchnią terenu. Opracowanie własne na podstawie geolog.pgi.gov.pl i geoportal.pl



Rys. 5.11 Rodzaje gruntów występujące 4 metr pod powierzchnią terenu. Opracowanie własne na podstawie geolog.pgi.gov.pl i geoportal.pl

5.6 Struktura własności osiedla Niedźwiednik

Na obszarze opracowania występuje zróżnicowana, aczkolwiek przejrzysta struktura własności. Lasy Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego, zajmujące około połowę obszaru opracowania, są w posiadaniu skarbu państwa. Następne pod względem wielkości powierzchni są tereny będące we władaniu gminy nie występujące w zbiegu z użytkownikami wieczystymi i będące w zbiegu z użytkownikami wieczystymi. Są to drogi, szkoła publiczna, większość terenów zielonych i rekreacyjnych. Na Niedźwiedniku właścicielami gruntów są również osoby fizyczne posiadające domy jednorodzinne oraz osoby fizyczne we współwłasności z osobami prawnymi występujące na działkach domów wielorodzinnych.[67]



Legenda

— granice działek i obrys budynków

własności

- Gminy i związki międzygminne, jeżeli nie występują w zbiegu z użytkownikami wieczystymi
- Gminy i związki międzygminne, jeżeli występują w zbiegu z użytkownikami wieczystymi
- Kościoły i związki wyznaniowe
- Osoby fizyczne
- Osoby fizyczne we współwłasności z osobami prawnymi
- Skarb Państwa, jeżeli nie występuje w zbiegu z użytkownikami wieczystymi
- Skarb Państwa, jeżeli występuje w zbiegu z użytkownikami wieczystymi
- Spółki prawa handlowego i inne podmioty ewidencyjne
- Województwa, jeżeli nie występują w zbiegu z użytkownikami wieczystymi
- Województwa, jeżeli występują w zbiegu z użytkownikami wieczystymi

Rys. 5.12 schemat struktury własności na osiedlu Niedźwiednik

5.7 Infrastruktura odwodnieniowa osiedla Niedźwiednik

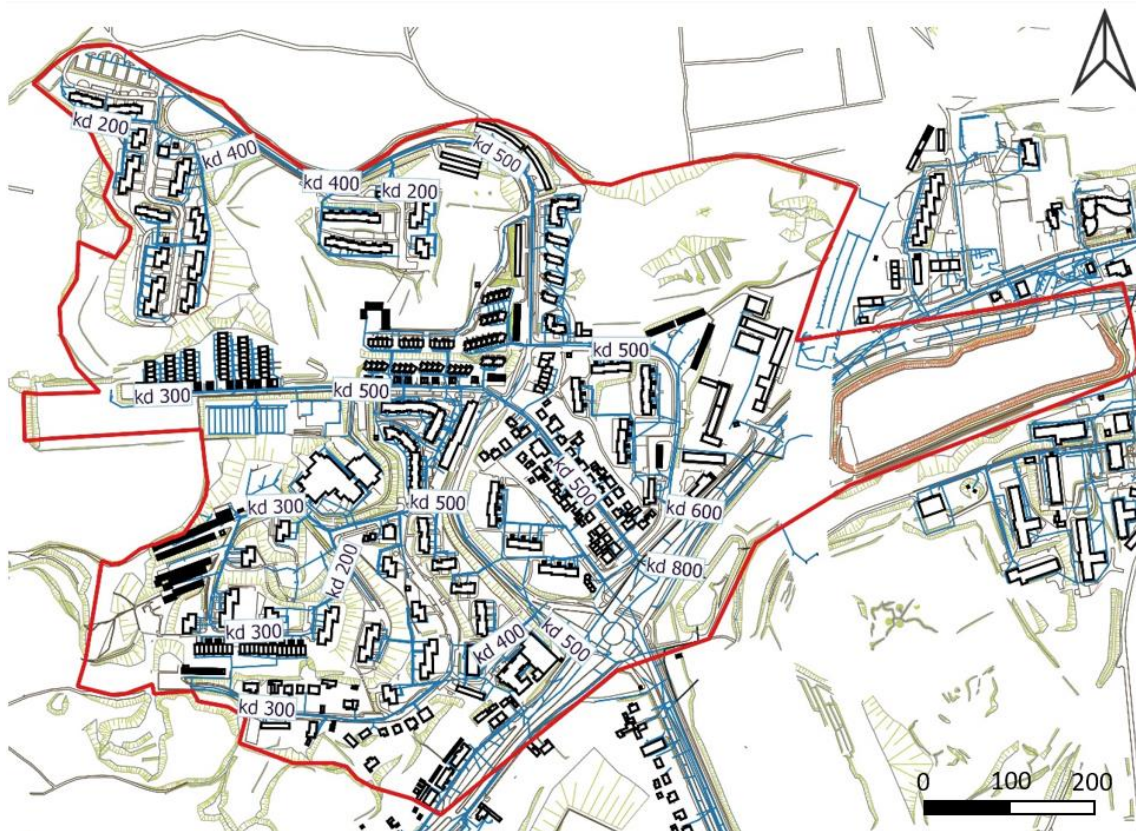
Elementy infrastruktury odwodnieniowej na Niedźwiedniku są zaprojektowane tak, aby woda w niej płynąca przemieściła się jak najszybciej z miejsca opadu. Osiedle jest wyposażone w system kanalizacji deszczowej zaczynającą swoją średnicę od 200 mm a kończąc rurami o średnicy 800 mm. Woda doprowadzana jest w ten sposób do zbiorników retencyjnych „Potokowa - Słowackiego” i „Srebrniki”. Z mniejszych elementów infrastruktury odwodnieniowej na osiedlu zastosowano w znaczącej większości rynny z betonowych płyt. Znajdują się one przy każdym głównym chodniku, przy parkingach a także okalają pomniejsze jednostki osiedlowe. Część rozwiązań z lat 80 doprowadza płynącą w nich wodę bezpośrednio do kanalizacji deszczowej, a część rynien kończy się w trawniku. Studzienki znajdujące się w jezdni z powodu stanu technicznego ulic, chodników i zieleni w niektórych miejscach nie spełniają swojej funkcji. W północnej części obszaru opracowania jedna ze wspólnot, chcąc najprawdopodobniej rozwiązać problem zalewania drogi podczas ulewnych deszczy, wybudowała małe obniżenie w ulicy z bezpośrednim odpływem do kanalizacji wbudowanym w krawężnik. Nowe elementy odwodnieniowe to również głównie nieco płytsze niż wcześniejsze rynny. Dodatkowo w miejscach, gdzie zaszła potrzeba dorobienia miejsc parkingowych zastosowano betonowe kratki.



Rys. 5.13, 5.14 Elementy infrastruktury odwodnieniowej na Niedźwiedniku - betonowe rynny starsze (po lewej) i nowsze (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)



Rys. 5.15, 5.16 Stan techniczny infrastruktury odwodnieniowej na Niedźwiedniku (po lewej), obniżenie w jezdni (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)

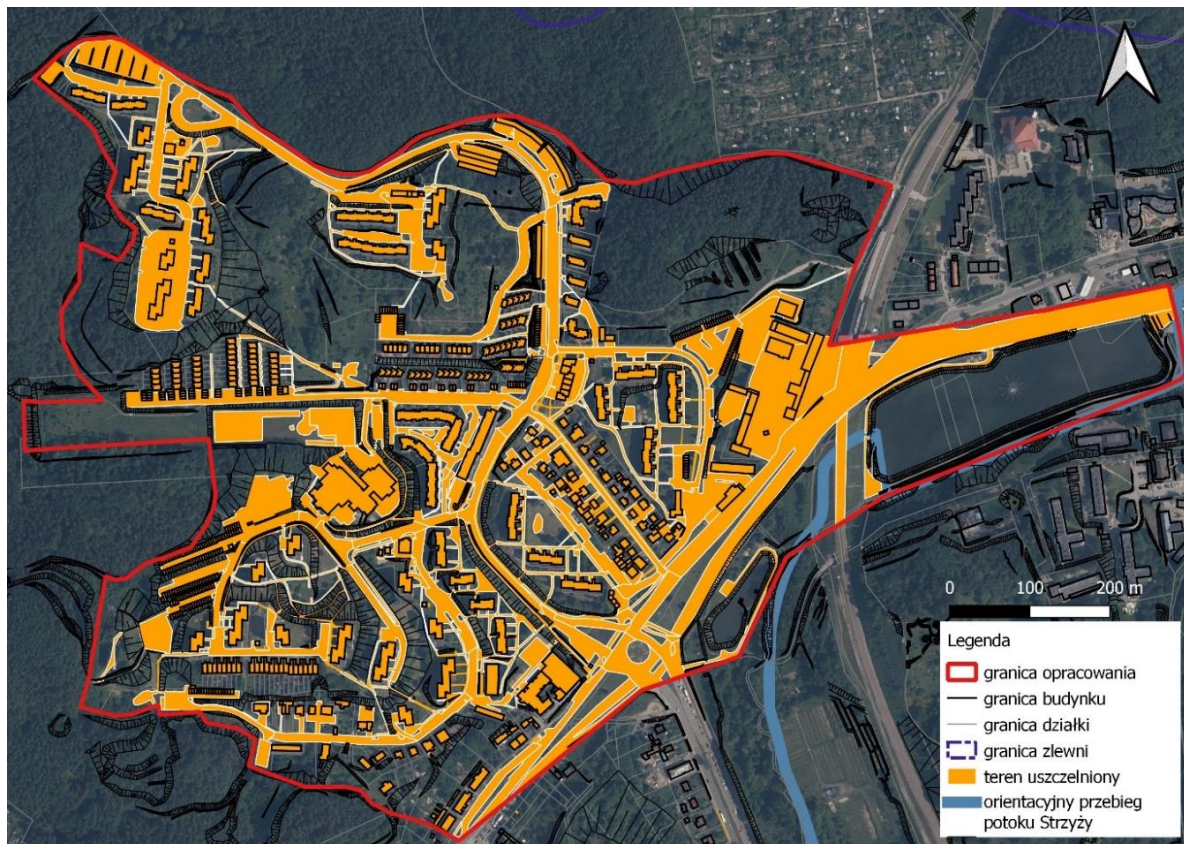


Rys. 5.17 Schemat systemu kanalizacji deszczowej na Niedźwiedniku. Opracowanie własne na podstawie geoportal.pl

5.8 Tereny nieprzepuszczalne na osiedlu Niedźwiednik oraz potrzebne objętości retencyjne

Obszar opracowania ma powierzchnię 753250 m² (75,32 ha) z tego 35% czyli 264250 m² (26,42 ha) to powierzchnia utwardzona. Rozumie się przez to powierzchnię dachów, dróg, parkingów, chodników jak również intensywnie wyjeżdżoną lub wydeptaną glebę. Ich rozmieszczenie zostało zaprezentowane na Rys 5.18 na zlokalizowane na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji oraz zdjęć satelitarnych. Współczynnik spływu powierzchniowego z tych obszarów wynosi od 0,8 do 1 co oznacza, że znacząca większość opadu spływa z nich do zbiorników „Potokowa - Słowackiego” i „Srebrniki”. Dane o powierzchni uszczelnionej pozwala na obliczenie koniecznej do wprowadzenia na terenie opracowania pojemności retencyjnej do całkowitego zatrzymania deszczu w miejscu jego opadu. Dla uproszczenia obliczeń przyjęto, iż powierzchnia w jakikolwiek sposób uszczelniona ma współczynnik spływu równy 1, podobnie założono przy obliczeniach dla całego Gdańska opisanych w rozdziale 3.11.2. Wynika z nich, że na 100 m² powierzchni nieprzepuszczalnej należy założyć objętość retencyjną 3 m³ wody. [16] W związku z powyższym na obszarze opracowania powinno się zapewnić pojemność retencyjną wynoszącą: $(264250 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}^2) * 3 \text{ m}^3 \approx 7930 \text{ m}^3$, czyli 7930000 dm³/ litrów wody. Dla porównania, według rozporządzenia ministra infrastruktury, przeciętna norma zużycia wody na jednego mieszkańca w gospodarstwie domowym w ciągu roku wynosi 65 m³ [67]. Natomiast jeżeli

cały obszar opracowania byłby powierzchnią utwardzoną należałoby zretencjonować: $(750570 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}^2) * 3 \text{ m}^3 \approx 22\,517 \text{ m}^3$. Tyle metrów sześciennych wody pitnej wystarczyłoby 346 osobom na cały rok.



Rys. 5.18 Tereny nieprzepuszczalne na obszarze opracowania. Opracowanie własne na podstawie geoportal.pl

5.8 Założenia systemu retencji na osiedlu Niedźwiednik

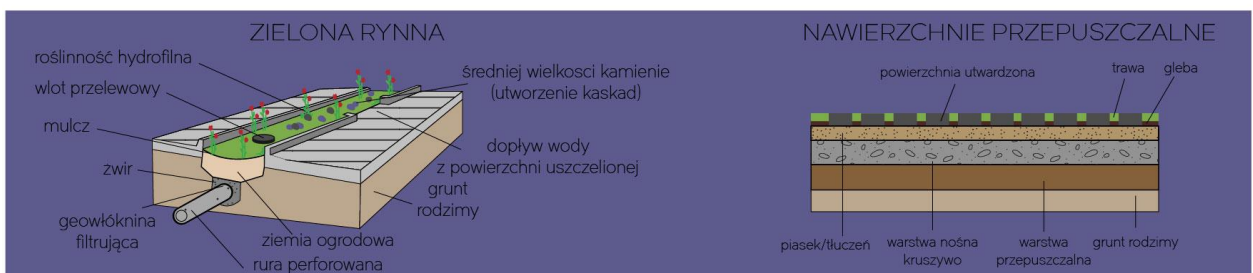
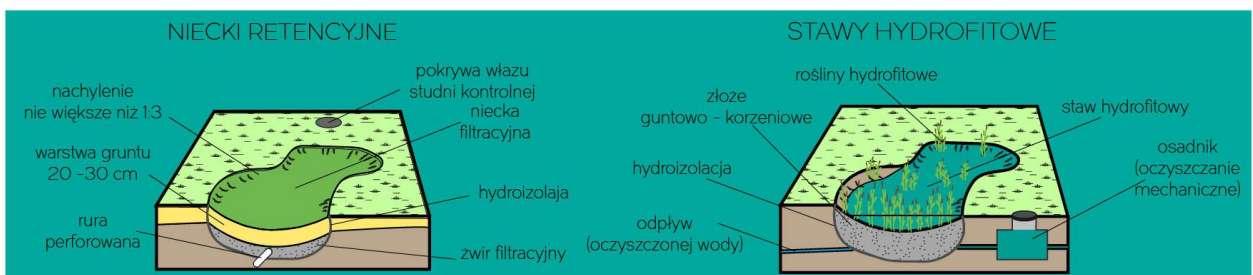
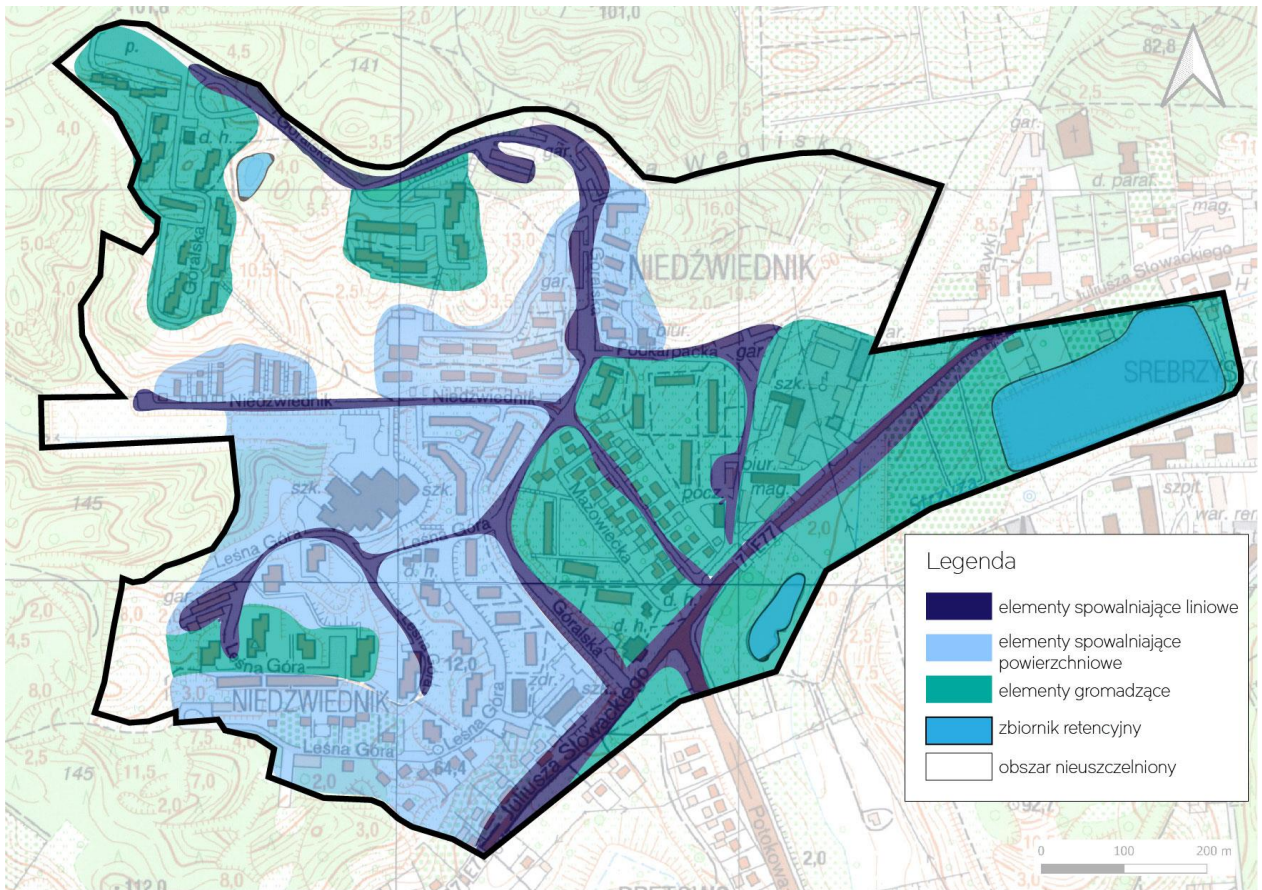
Podstawą do działań jest ustalenie w jakim kierunku woda opadowa może słuwać, w jakich ilościach i z jakiej powierzchni a następnie dostosowanie do tego pojemności elementów zielono - błękitnej infrastruktury. Natomiast forma jaką powinna przyjąć, zależy od liczby funkcji jakie ma spełniać. Dlatego też, niżej przedstawiony system zaproponowano na podstawie analizy ukształtowania terenu i jego uszczelnienia, przebiegu głównych dróg i kanalizacji deszczowej, jednocześnie biorąc pod uwagę to o jakie dodatkowe elementy zieleni można uzupełnić daną przestrzeń, aby ją uatrakcyjnić.

Zielono - błękitna infrastruktura powinna być dostosowana również do spadków jakie występują na obszarze opracowania. Sposobów na to jest kilka. Można stworzyć system, który będzie zbierał wodę do jednego większego zbiornika lub system składający się z pomniejszych elementów. Każde rozwiązanie prowadzi do tego samego celu, jeśli będzie miała odpowiednią pojemność. Na Rys. 19 przedstawiono rozmieszczenie różnych elementów systemu dostosowane do ukształtowania terenu oraz powierzchni jaką można na nie przeznaczyć. Na stokach proponuje się kilka elementów powierzchniowych o mniejszej pojemności, które spowalniają sływ chwilowo go gromadząc i pozwalając infiltrować. Z kolei na bardziej płaskich obszarach proponuje się elementy o większej

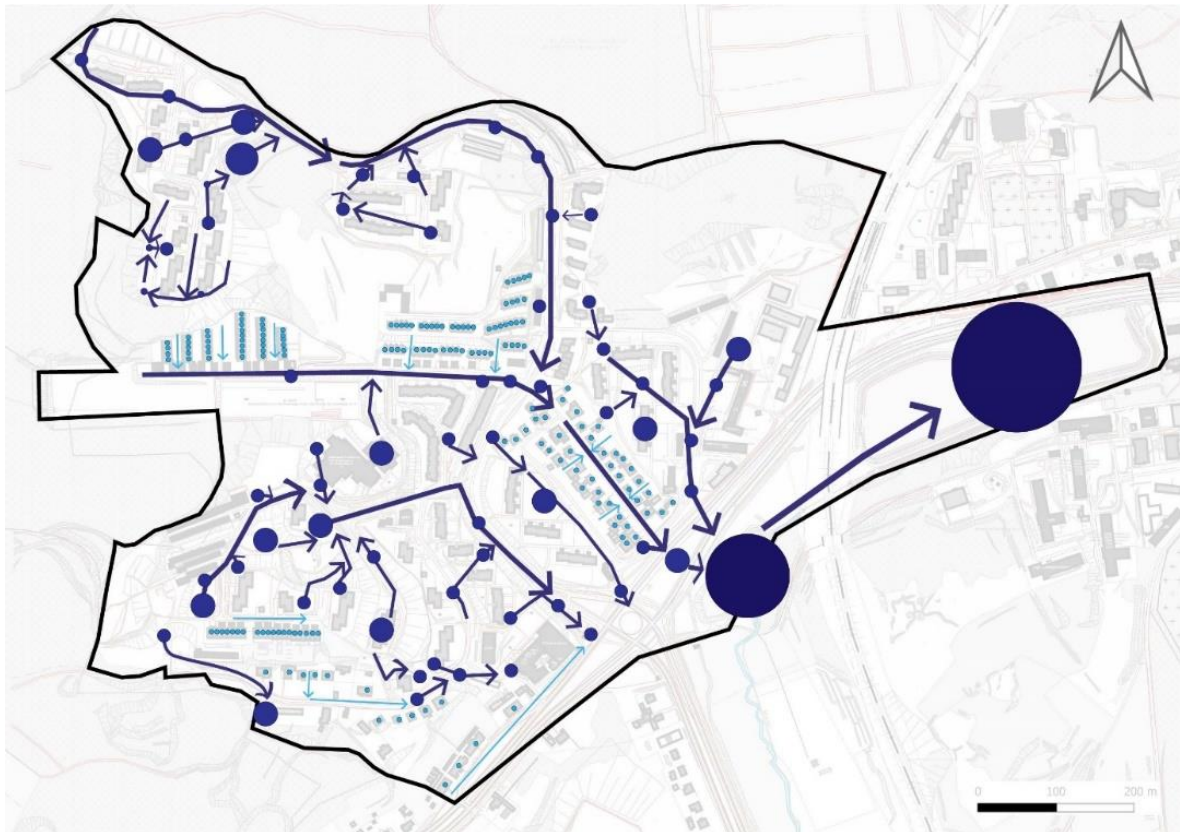
powierzchni i pojemności, których głównym zadaniem jest zatrzymywać spływ gromadząc go. Jeszcze inaczej skonstruowane będą elementy umieszczone wzdłuż głównych dróg, które ze względu na ograniczony wolny teren, będą spowalniać spływ dzięki kaskadowej budowie.

Niecki retencyjne i stawy hydrofitowe potrzebują największych powierzchni, dlatego położone mogą zostać w niższych, bardziej wyrównanych częściach obszaru opracowania. Ponieważ lokalizacja niecek nie wymaga od nich wielofunkcyjnego przeznaczenia przewiduje się ich zagospodarowanie w postaci łąki miejskiej. Przy infrastrukturze drogowej powstaną zielone rynny. Ich zadaniem będzie oczyszczanie wód spływających między innymi z głównych osiedlowych dróg: z ul. Góralskiej, ul. Leśna Góra i ul. Niedźwiednik. Powstaną również przy schodach i chodnikach, w miejscach aktualnych betonowych rynien, w celu spowolnienia spływu. Będzie to możliwe dzięki kaskadowej formie wyłożonej kamieniami i odsadzonej roślinnością hydrofilną. Ogrody deszczowe w postaci pojemnika lub suchej, jako małe formy, mogą powstawać w prywatnych ogrodach lub połączone w system spowalniać spływ wody na terenach budynków wielorodzinnych. Natomiast ogrody deszczowe, zlokalizowane na terenie osiedlowych szkół, oprócz spełniania podstawowych potrzeb staną się miejscem edukacji o środowisku a także zdobywania umiejętności pracy zespołowej. Dodatkowym elementem mogą być zielone dachy, które będą służyły urozmaiceniu form retencji, a także w celu pokazania możliwości stworzenia oryginalnej sąsiedzkiej przestrzeni. Taka forma zagospodarowania dachu uatrakcyjni również widok z okien mieszkańców pobliskich budynków. Przy aranżowaniu zielonego dachu należy jednak pamiętać o wykonaniu dodatkowych obliczeń, aby ustalić, czy konstrukcja jest w stanie wytrzymać dodatkowe obciążenie. We wszystkich częściach osiedla należałoby zwrócić uwagę na nawierzchnie nieprzepuszczalną, którą w celu spowolnienia i zmniejszenia spływu można sukcesywnie zamieniać na nawierzchnie przepuszczalne. Całość doda osiedlu wartości ekosystemowej, estetycznej a tym samym podniesie komfort życia.

Na Rys. 5.19 przedstawiono rozmieszczenie zielono - błękitnej infrastruktury oraz przykłady jej elementów, które najlepiej sprawdziłyby się na danym spadku terenu. Natomiast na Rys. 20 schematycznie zaprezentowano system połączeń pomiędzy elementami zielono - błękitnej infrastruktury. Przelewy awaryjne projektuje się, aby uniknąć lokalnych niewydolności jednego z elementów i umożliwienie spływu wody do innych części systemu.



Rys 5.19 Schemat rozmieszczenia i przykłady elementów SPRiM na osiedlu Niedźwiednik
Opracowanie własne.



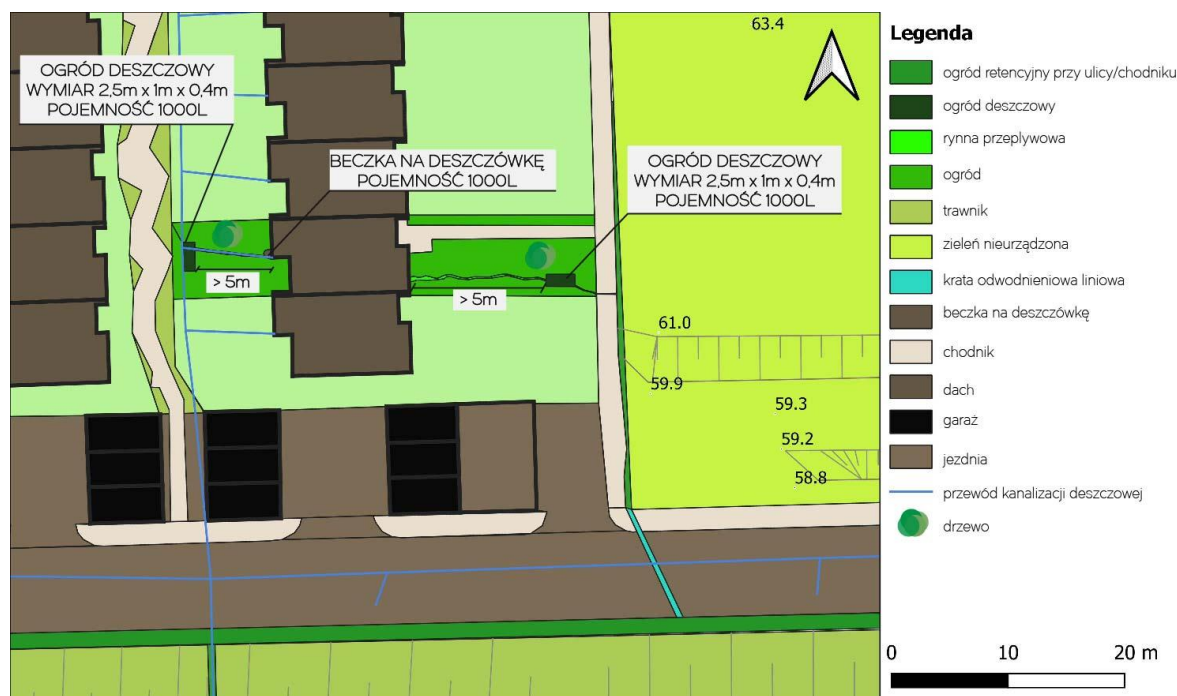
Rys 5.20 Schemat połączeń przelewów awaryjnych projektowanego SPRiM. Opracowanie własne.

5.8.1 SPRiM w skali budynku

Zaangażowanie w projekt, osób prywatnych wpływa na świadomość ekologiczną oraz ułatwia doprowadzenie do znacznej poprawy retencji. Objętość pojedynczych ogrodów deszczowych będzie mniejsza, ale jeśli każda rodzina mieszkająca w domu zagospodarowałaby w ogródku $1,5 \text{ m}^3$ na każde utwardzone na ich działce 50 m^2 , byłby to ogromny sukces. W celu doprowadzenia do takiej sytuacji należałoby po pierwsze stworzyć zielono - błękitną infrastrukturę, do której mogliby oni się podłączyć, a po drugie edukować i pokazywać korzyści wynikające z prywatnej retencji. Atutem takowej jest możliwość wykorzystania wody opadowej do podlewania ogródka czy bardziej urozmaicona roślinność przydomowa. Ważne jest też, aby pamiętać, że dzięki temu pomaga się innym mieszkańcom, przyczyniając się do zmniejszenia fali powodziowej. Praktycznym przykładem jest wydany przez Gdańskie Wody poradnik „Ogród deszczowy w 5 krokach”. Zostały tam zawarte informacje jak może wyglądać, z jakich elementów może być zrobiony i dlaczego warto zainwestować we własny ogród deszczowy. [69]

Poniżej przedstawiono, schematycznie, jak może wyglądać zagospodarowanie ogrodu przy domu jednorodzinnym oraz połączenie systemu w skali budynku z systemem w skali osiedla. Powierzchnia dachu wynosi 65 m^2 a chodnik znajdujący się w ogródku ma powierzchnię 22 m^2 . W związku z tym objętość obiektów retencyjnych powinna wynosić 2610 litrów. Po zachodniej stronie domu przewidziano 1000l beczkę na deszczówkę z możliwością przelania się nadmiaru do ogrodu deszczowego i dalej przelewem awaryjnym do istniejącej rury kanalizacji deszczowej. Po wschodniej

stronie nie ma bezpośredniego dostępu do kanalizacji deszczowej, dlatego drugi ogród deszczowy jest połączony poprzez kratkę spustową z osiedlowym otwartym systemem kanalizacji - rynną retencyjną.



Rys 5.21 Schemat połączeń systemowych projektowanego SPRiM w skali budynku. Opracowanie własne.

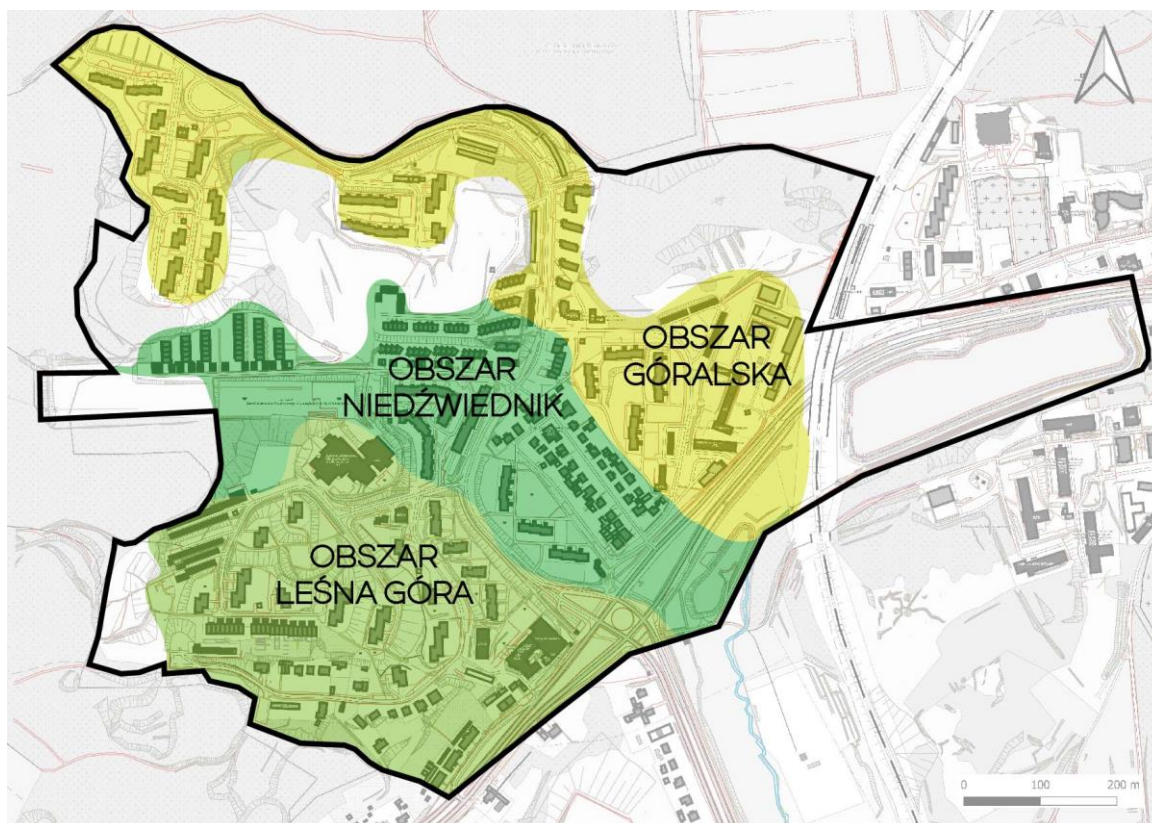
5.9 Etapowanie inwestycji

Wprowadzenie zielono - błękitnej infrastruktury wraz z funkcjami towarzyszącymi na ponad 75 hektarowy teren jest dużym przedsięwzięciem. W celu skoordynowania działań wydzielono na obszarze opracowania 3 obszary dostosowane do spływu wód opadowych w zlewniach cząstkowych. Ich łączna powierzchnia wynosi prawie 52 ha, ponieważ planowane działania nie będą obejmować terenów niezainwestowanych i nieużytkowanych. Na tych trzech częściach pojawią się nowe elementy Systemu Powierzchniowej Retencji Miejskiej budowane w etapach. Każdy z nich można podzielić na pomniejsze zadania, które dzięki stworzonemu w pierwszej kolejności planu działania, będą mogły stworzyć po pewnym czasie spójny system. Zadania te będą przypisane gminie, wspólnotom mieszkającym w budynkach wielorodzinnych oraz osobom prywatnym mieszkającym w domach szeregowych lub wolnostojących. Nazwy obszarów związane są z głównymi ulicami, które przebiegają po ich terenie. Na etapie promocji przedsięwzięcia taki podział może pomóc przy komunikacji z interesariuszami, jest to też sposób na wprowadzenie grywalizacji pomiędzy mieszkańcami osiedla w celu szybszego osiągnięcia rezultatów czy możliwości wyróżnienia któregoś z obszarów za swoje zaangażowanie w zwiększanie retencji.

Obszar Góralaska o powierzchni 187 600 m² znajduje się w północnej części obszaru opracowania. Występuje na nim głównie zabudowa wielorodzinna w układzie „gniazdowym” zlokalizowana tam, gdzie możliwe było wyrównanie terenu oraz usługowa. Jest on w 66% uszczelniony co powinno skutkować pojawieniem się tam 3716 m³ objętości retencyjnej. Obszar Niedźwiednik o

powierzchni 148 280 m² znajduje się w środkowej części osiedla i jest najniżej położony względem dwóch pozostałych etapów. Największy procent stanowi tutaj zabudowa jednorodzinna. Ponad połowa (55%) to teren uszczelniony, dlatego zielono - błękitna infrastruktura powinna pomieścić na tym obszarze 2 460 m³. Na obszarze Leśna Góra o powierzchni 182 640 m², znajdują się dwie szkoły i zabudowa jedno i wielorodzinna. W odróżnieniu od ul. Górskiej, w tej części osiedla budynki są zlokalizowane na zboczach moreny. Jest on uszczelniony w 32% co powinno skutkować pojawieniem się tam 1752 m³ objętości retencyjnej. Mimo zbliżonej powierzchni, obszary różnią się stopniem uszczelnienia, w związku z tym, jeśli już na początku inwestycji chciano by zauważyć znaczącą poprawę należałoby zacząć od tego miejsca, które ma najwięcej rodzimego podłoża.

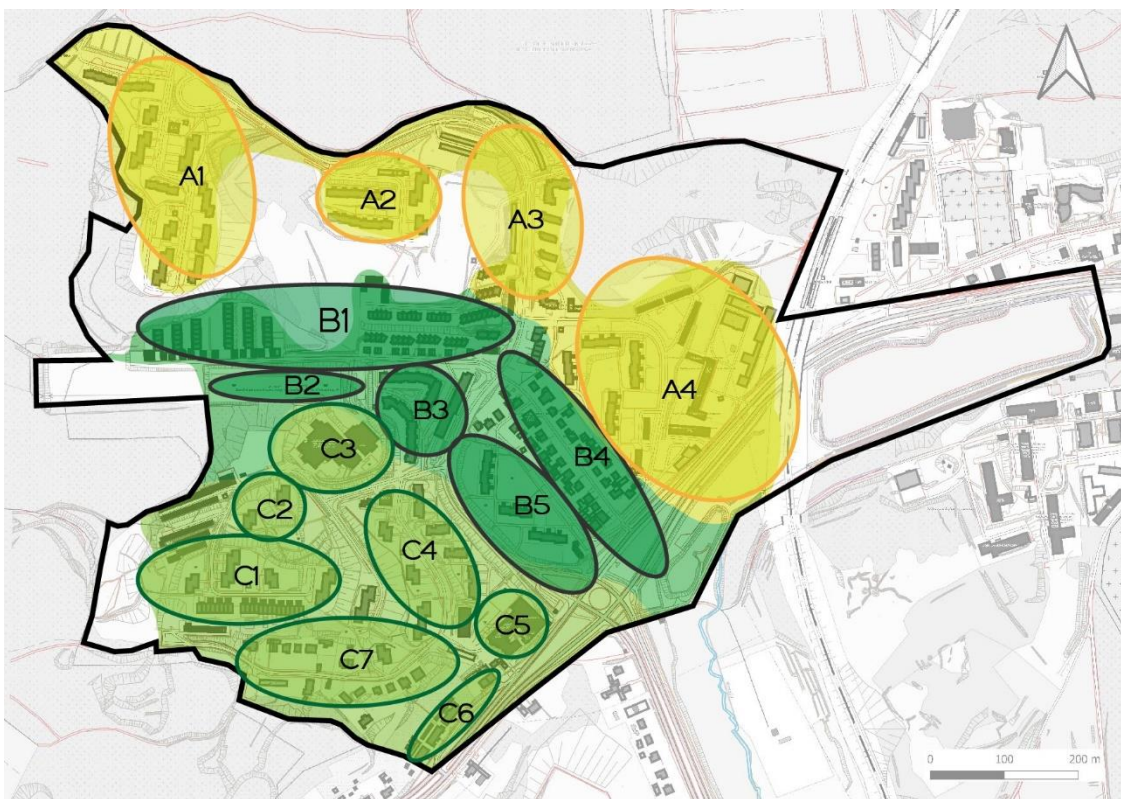
Obszary podzielono na 16 zadań. Przybliżony kształt każdego z zadań został wyznaczony poprzez uwzględnienie zagospodarowania terenu, sieci kanalizacji deszczowej oraz spadki. Zadania A1, A2, A3, B1, B3, B4, B5, C1, C2, C4, C6 i C7 dotyczą budynków jedno i wielorodzinnych, pozostałe - A4, B2, C3, C5 to tereny w większej części szkół lub przedsiębiorstw. Spośród nich wybrano 3 zadania jako proponowane do zastania pilotażowym na obszarze. Każde z nich przyniesie korzyści na różnych płaszczyznach. Zadanie A1 wybrane ze względu widoczne oddzielenie od reszty może być terenem, na którym łatwo sprawdzić będzie czy osiągnęto się oczekiwany efekt. Jednocześnie opracowany może zostać schemat działania z mieszkańcami budynków wielorodzinnych. Działanie przy zadaniu B1 pozwoli nawiązać współpracę i wspólny język z osobami zamieszkującymi domy jednorodzinne. Natomiast zadanie C3 pozwoli na wprowadzenie interesującej formy edukacji. Dodatkowo będzie dobrą formą promocji przedsięwzięcia na osiedlu poprzez zaangażowanie w sprawę dzieci i młodzieży.



Rys. 5.22 Podział osiedla na etapy inwestycyjne. Opracowanie własne.



Rys 5.23 Schemat spływu wód opadowych na osiedlu Niedźwiednik. Opracowanie własne.



Rys. 5.24 Podział na zadania inwestycyjne. Opracowanie własne.

Obszar	Powierzchnia obszaru (m ²)	Powierzchnia terenu uszczelnionego na obszarze (m ² i %)	Potrzebna objętość retencyjna (m ³)	Liczba zadań w obszarze	Oznaczenie pilotażowe zadania	Podmiot odpowiedzialny za zadanie
Góralaska (A)	187 600	123 850 66%	3716	4	A1	gmina, dyrekcja szkoły, osoby prywatne i przedsiębiorstwa
Niedźwiednik (B)	148 280	82 000 55%	2 460	5	B1	gmina i osoby prywatne
Leśna Góra(C)	182 640	58 400 32%	1752	7	C3	gmina i dyrekcja szkoły

Tab. 5.3 Etapy inwestycyjne - podsumowanie podstawowych informacji. Opracowanie własne.

5.10 Schemat działania

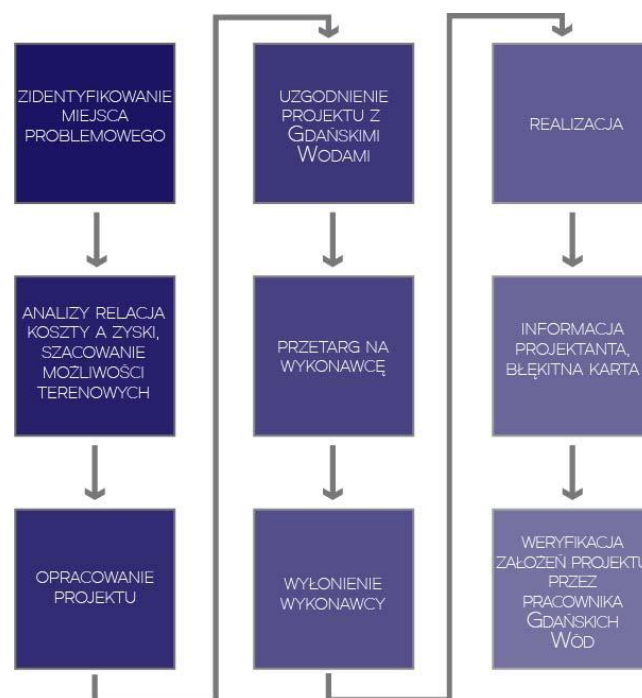
Uniwersalną strategię wdrażania poprawnych rozwiązań zagospodarowania wód opadowych sformułowało Międzynarodowe Stowarzyszenie Wodne (IWA). Zaleca ona stosowanie na każdym z czterech poziomów działania: odnawianie zasobów wodnych poprzez usługi wodne (1), projektowanie miast wrażliwych na wodę (2), projektowanie miast odpornych na ekstrema pogodowe i wpisanych w strukturę zlewni (3) oraz zaangażowana społeczność oraz władze w „roztropne” gospodarowanie wodą (4). Na wszystkich tych poziomach ważne jest działanie według schematu sprawdzonego wiele razy w historii planowania przestrzennego. (Rys 5.25) Podstawą jest wizja, z którą utożsamiają się wszyscy interesariusze. Dzięki temu wprowadzanie często eksperymentalnych rozwiązań będzie spotykało się ze zrozumieniem mieszkańców. Następnym elementem jest zarządzanie, czyli stworzenie jasnych atrakcyjnych zasad współpracy między sektorami istniejącymi w mieście. Jakość zarządzania wodami opadowymi w mieście zależy od wiedzy i umiejętności różnych interesariuszy w mieście. Dlatego należy również zadbać o to, aby edukować i podwyższać kwalifikację mieszkańców w zakresie zasad zrównoważonego rozwoju oraz sposobów na wdrażanie przyjętych założeń. Należy również wyznaczyć narzędzia planowania identyfikowane przez ekspertów z różnych dziedzin w celu rozpoznania ryzyka i korzyści oraz narzędzie wdrażania, czyli stwarzanie możliwości efektywnego promowania gospodarowania wodami czy pozyskiwania funduszy. [11]

W Gdańsku narzędzia planowania pracy i wdrażania wizji są zdefiniowane i łatwo dostępne, a w razie wątpliwości istnieje możliwość skonsultowania się z pracownikiem Gdańskich Wód. Proces powstawania elementów zielono - błękitnej infrastruktury od rozpoznania miejsca problemowego po sprawdzenie skuteczności przedstawiono na schemacie Rys. 5.25. Ważne jest w początkowej fazie zrobienie zestawienia pokazującego jaką formę najbardziej opłaca się zastosować w danej sytuacji oraz

ile możemy przeznaczyć na nią terenu i jaką objętość retencyjną dzięki temu uzyskamy. Natomiast w końcowej fazie stosuje się szereg narzędzi kontrolujących jakość wykonanego elementu systemu takie jak: informacja od projektanta o bilansie zagospodarowania wody opadowej, „Błękitna karta małej retencji” służąca do ewidencjonowania i zbierania informacji na temat danego elementu oraz ostatecznego weryfikowania stanu faktycznego z projektem przez pracownika spółki Gdańskich Wód. [69]



Rys. 5.25 Poziomy działania oraz procesy w zarządzaniu wodami opadowymi. Opracowano na podstawie [11] i [32]

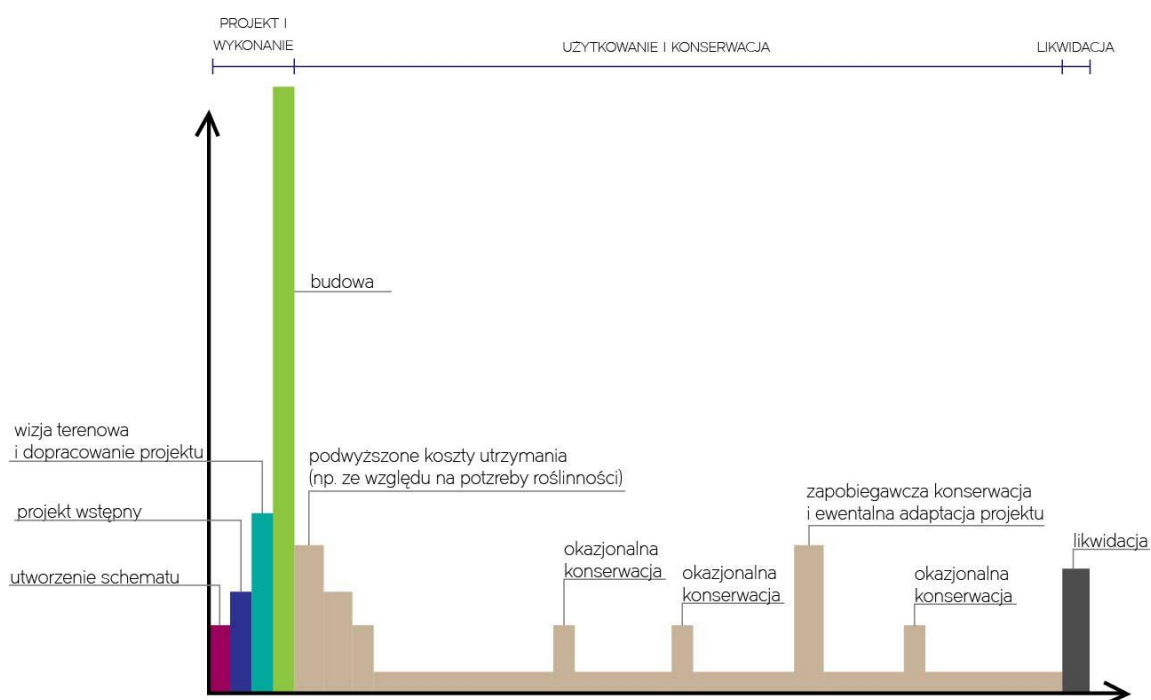


Rys. 5.26 Gdański schemat systemu działania przy budowaniu systemu retencji

5.11 Koszty inwestycji

Podczas wprowadzania SPRiM na osiedle, pomocne w uzyskaniu przychylności interesariuszy będzie przedstawienie zestawienie zysków i strat. Zyski zostały przedsawione we wcześniejszej części pracy. Zyski niematerialne jak na przykład, łagodniejszy mikroklimat i materialne jak mniejsze opłaty za dostarczanie i odprowadzanie wody. Koszty natomiast, wynikają z konieczności rearanżacji systemu odwodnieniowego danej przestrzeni publicznej, ulicy czy budynku. Uogólniony rozkład kosztów uwzględniany od rozpoczęcia planowania do likwidacji systemu retencyjnego przedstawiono na schemacie Rys. 5.27. Uwzględniono w nim wydatki na: materiały budowlane, grunt, pracę, nasadzenia roślinności, kształtowanie terenu, przeprojektowanie istniejącej kanalizacji oraz koszty związane z użytkowaniem, konserwacją i likwidacją obiektu. [11]

Aby skonkretyzować opisane założenia stworzono spis rocznych wydatków od momentu rozpoczęcia prac budowlanych. Wcześniejsze koszty związane z procesem inwestycyjnym, pozwoleniami i projektem również powinny być w przystępny sposób przedstawione do publicznego wglądu i poddane opinii. Jednakże ze względu na znaczny zakres przedsięwzięcia, inwestycja ta powinna być prowadzona przez jeden podmiot, w tym przypadku byłby to urząd Miasta Gdańska przy wykorzystaniu środków z dotacji. Tabela poniżej przedstawia przybliżoną listę wydatków gospodarstwa domowego opisanego w rozdziale 5.8.1 chcącego retencjonować wodę opadową ze swojej działki i mając jednocześnie możliwość poprowadzenia wody dalej przelewem awaryjnym w przypadku większych opadów. Podłączyć się może ono do ogólnoośiedlowego systemu, za którego powstanie odpowiedzialne jest miasto. Zestawienie wydatków dla miasta obejmuje inwestycję na długości drogi dojazdowej do domu z Rys. 5.21. Wiąże się to z koniecznością odbierania i odprowadzania wody ze wszystkich budynków przy tej ulicy. Ceny elementów zagospodarowania zostały zaczerpnięte ze stron producentów oraz informacji zawartych w rozdziale 3.4.2 oraz strony internetowej Miasta Gdańska. [48]



Rys 5.27 Rozkład kosztów w poszczególnych etapach życia systemów miast wrażliwych na wodę. Opacowanie graficzne na podstawie [11]

Element zagospodarowania	Cena	Ilość	Wartość
WYDATKI OSOBY PRYWATNEJ			
Beczka na deszczówkę	1000 zł	1	1000 zł
Roboty ziemne	20 zł/h	16	320 zł
Ściółka kamienna	0,5 zł/kg	40	20 zł
Kwiaty hydrofilne	15 zł/szt	20	300 zł
Drzewo	30 zł/szt	2	60 zł
Kratka odwodnieniowa liniowa	30 zł/mb	2	60 zł
Wpust przelewowy	80 zł/szt	2	160 zł
Żwir	25 zł/m ³	2	50 zł
Ziemia żyzna	75 zł/m ³	2	150 zł
Folia PCV	14 zł/m ²	3	42 zł
Roczne utrzymanie	8 zł/m ²	12	96 zł
SUMA:			2258 zł
WYDATKI MIASTA			
Modernizacja kanalizacji deszczowej	130 zł/mb	250	32 500 zł
Rów bioretencyjny przy ulicy	200 zł/m ²	500	100 000 zł
Kwietnik w rowie bioretencyjnym	159 zł/m ²	500	79 500 zł
Kratka odwodnieniowa liniowa	30 zł/mb	36	1080 zł
Zagospodarowanie przestrzeni publicznych w pobliżu obszarów retencji	250 zł/m ²	40	10 000 zł
Roczne utrzymanie	8 zł/m ²	500	4000 zł
SUMA:			227 080 zł

Tab. 5.4 Przykładowe zestawienie kosztów osoby prywatnej i gminy przy tworzeniu systemu odwodnieniowego. Opracowanie własne.

6. PODSUMOWANIE

Przyswojenie nowych nawyków, czy przyswojenie nowej wiedzy wymaga wiele samozaparcia. Tym, którym łatwiej jest poczuć i zrozumieć, jak duża zależność występuje między środowiskiem naturalnym a zantropogenizowanym, łatwiej też będzie wdrożyć do swojego życia zasady zrównoważonego gospodarowania wodą. W społeczeństwie istnieje duża świadomość globalizacji i jednoczesnego poczucia przytłoczenia codziennością. Taki stan prowadzić może do myślenia, że jako jednostka nie jesteśmy wdrożyć znaczących działań. Jednak „kropla drąży skałę” i każda osoba zakręcająca wodę podczas mycia zębów czy gromadząca wodę w swoim przydomowym ogrodzie deszczowym ma znaczenie, wprowadza realne oszczędności i daje przykład innym.

Natura nie stosuje się do zasad i granic wyznaczonych przez człowieka. Dlatego po tym, jak ludzie podzielili tereny między wielu właścicieli, muszą oni wspólnie radzić sobie z współistnieniem w środowisku. Mimo chęci władz do załagodzenia problemu, ich kompetencje ani budżet nie są na tyle duże, żeby mieć wpływ na sytuację na terenach prywatnych. Włodarze miejscy nie są w stanie w pełni zaradzić zagrożeniom naturalnym, dlatego istotna jest współpraca z mieszkańcami, przedsiębiorstwami i ekspertami, aby uzyskać pożądaną efekt. Najwięcej energii miasto powinno poświęcać na koordynowanie działań poszczególnych podmiotów, wówczas wprowadzenie systemu błękitno-zielonej infrastruktury spełni swój cel. Ludzie muszą nauczyć się współpracować ze sobą, ale również z przyrodą.

WYKAZ ŹRÓDEŁ:

LITERATURA

- [1] Solarek K., Ryńska E., Mirecka M. *Urbanistyka i architektura w zintegrowanym gospodarowaniu wodami* Warszawa 2016, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] Januchta - Szostak *Water in the townscape* Poznań 2009, Publishing House of Poznan University of Technology s. 84 - 45
- [3] Wojciechowska E., Gajewska M., Żurkowska N. i inni *Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową* Gdańsk 2015, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
- [4] Bartnik A. *Mała rzeka w dużym mieście* Łódź 2017 Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
- [5] Łyp B. *Problematyka wodna w planowaniu przestrzennym miast*
- [6] Iwaszuk E., Rudik G, Duin L. i inni. *Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu – katalog techniczny* Berlin - Kraków 2019 Wydawca Fundacja Sendzimira
- [7] Maciej Przewoźniak, Jarosław t. Czochański *Przyrodnicze podstawy gospodarki przestrzennej ujęcie proekologiczne* Gdańsk - Poznań 2020 Bogucki Wydawnictwo Naukowe
- [8] Burszta-Adamiak E. *Mechanizmy finansowe gospodarowania wodami opadowymi w miastach* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 2014
- [9] Kupryś-Lipińska I., Kuna P., Wagner I. *Woda w przestrzeni miejskiej a zdrowie mieszkańców*, 2014
- [10] Grabias k., Jurada D., Markowska N., Valcić I. *Dobre praktyki zarządzania wodą w miastach - Zielone miasto, czysta woda* 2014
- [11] M.Gajewska, J. Rayss, W. Szpakowski, E.Wojciechowska, D. Wróblewska *System powierzchniowej retencji miejskiej w adaptacji miast do zmian klimatu od wizji do wdrożenia* Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2019
- [12] Instytut Globalnej Odpowiedzialności <http://surowce.igo.org.pl/o-surowcach/zasoby-odnawialne-i-nieodnawialne/>, (data dostępu: 29.03.2020r.)
- [13] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy <https://www.imgw.pl/wydarzenia/analiza-suszy-podczas-lata-2019-w-polsce>, (data dostępu: 29.03.2020r.)
- [14] Global Compact Network Poland <https://ungc.org.pl/info/zasoby-wodne-polsce>, (data dostępu: 17.03.2020r.)
- [15] Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych <http://www.pfozw.org.pl/zrodlo-wiedzy/stany-skupienia/> (data dostępu: 17.03.2020r.)
- [16] Ciekawi nauki - Susza! Jak szanować wodę? rozmowa z dr inż. Wojciechem Szpakowskim i dr inż. arch. Krajobrazu Joanną Rayss https://www.facebook.com/watch/live/?v=622696598602683&ref=watch_permalink (data dostępu: 30.07.2020r.)
- [17] Gospodarka Wodna <https://www.gov.pl/web/gospodarkamorska/ochrona-wod> (data dostępu: 12.04.2020r.)
- [18] Europejska Agencja Środowiskowa <https://www.eea.europa.eu/pl/themes/climate/about-climate-change>, (data dostępu 27.02.2020r.)
- [19] ONZ Sustainable development goals <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/> (data dostępu: 27.02.2020r.)

- [20] Plan adaptacji Miasta Gdańska do zmian klimatu do roku 2030
- [21] „Wczujmy się w klimat” <http://44mpa.pl/miejskie-plany-adaptacji/> (data dostępu: 27.06.2020r.)
- [22] World Health Organization <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environmentandhealth/Climate-change/data-and-statistics> (data dostępu: 06.04.2020r.)
- [23] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy
https://meteomodel.pl/dane/sredniemiesieczne/?imgwid=350190560&par=prcp&max_empty=2
(data dostępu: 13.04.2020r.)
- [24] Fotoblogia <https://fotoblogia.pl/13898,polska-znowu-pod-woda-oto-najwieksze-powodzie-od-1989-roku> (data dostępu: 13.04.2020r.)
- [25] Gdańska Polityka Małej Retencji Miejskiej broszura informacyjna Gdańskich Wód
- [26] Plan adaptacji do zmian klimatu miasta Gdańska do roku 2030, Opis głównych zagrożeń klimatycznych i ich pochodnych dla miasta <https://www.gdansk.pl/download/2018-11/117494.pdf>
(data dostępu: 13.04.2020r.)
- [27] Trójmiasto.pl <https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Burze-z-gradem-nad-Trojmiastemn-123746.html>, <https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Ulewa-i-grad-nad-centrum-Gdansk-126111.html>, <https://trojmiasto.wyborcza.pl/trojmiasto/7,35612,22151133,padajacydeszcz-spowodowal-duze-utrudnienia-komunikacyjnew.html>, <https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Burza-ulewapioruny-Trojmiasto-n135256.html>, (data dostępu: 14.06.2020)
- [28] portal miasta Gdańska <https://www.gdansk.pl/wiadomosci/miejskie-centrum-zarzadzania-kryzysowego,a,3578>, <https://www.gdansk.pl/panel-obywatelski/wdrazanie-rekomendacji-pierwszego-panelu-obywatelskiego,a,81961>, <https://www.gdansk.pl/bretowo/ludnosc-i-ilosc-mieszkanow-dzielnicy,a,140634> (data dostępu: 14.06.2020)
- [29] BIP Gminy Miasta Gdańska <https://bip.gdansk.pl/urząd-miejski/referat-zarzadzania-kryzysowego,a,43897> (data dostępu: 14.06.2020)
- [30] Plan Zarządzania Kryzysowego miasta Gdańska, 2018 rok <https://www.gdansk.pl/download/2018-04/106083.pdf> (data dostępu: 14.06.2020r.)
- [31] Raport podsumowujący Panel Obywatelski 2016 "Jak lepiej przygotować Gdańsk na wystąpienie ulewnych opadów deszczu w ramach adaptacji miasta do zmian klimatu?"
<https://www.gdansk.pl/download/2017-01/83788.pdf>, (data dostępu: 14.06.2020r.)
- [32] The IWA Principles for Water Wise Cities https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/10/IWA_Brochure_Water_Wise_Communities_SCREEN-1.pdf (data dostępu: 24.09.2020r.)
- [33] Nowa Karta Ateńska <http://www.frw.fc.pl/pliki/krtatenska2003.pdf> (data dostępu: 12.04.2020r.)
- [34] <https://www.foveotech.pl/strefa-zawodowca/porady-techniczne/pnacza-na-elewacji-domu-jak-przygotowac-sciane> (data dostępu 24.09.2020r.)
- [35] Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne w dniu 25 września 2015r
<http://www.un.org.pl/agenda-2030-rezolucja> (data dostępu: 06.04.2020r.)
- [36] portal gov.pl link: <https://www.gov.pl/web/rozwoj/agenda-2030> (data dostępu: 06.04.2020r.)
- [37] Opis głównych zagrożeń klimatycznych i ich pochodnych dla miasta
<https://www.gdansk.pl/download/2018-11/117494.pdf> (data dostępu: 13.04.2020r.)

- [38] Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie link: <https://wody.gov.pl/o-wodach-polskich/informacje-ogolne> (data dostępu: 06.04.2020r.)
- [39] Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie <https://wody.gov.pl/nasze-dzialania/oplaty-za-uslugi-wodne> (data dostępu: 06.04.2020r.)
- [40] Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie <https://www.wody.gov.pl/aktualnosci/1054-programy-wspomagajace-malaretencje?fbclid=IwAR2FDte258hao3OuMB2drhai8llgAcigEn22xrnC5FOUtgE-SAKYgl2oAt4> (data dostępu: 23.06.2020r.)
- [41] J. Kondracki, A. Richling Regiony Fizycznogeograficzne 1:1.500.000 [w:] Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, Główny Geodeta Kraju, Warszawa 1994
- [42] Gdańskie Wody zakładka „O nas” <http://www.gdmel.pl/gdanskie-melioracje> (data dostępu: 20.05.2020r.)
- [43] Biuro Rozwoju Miasta Gdańska <https://www.brg.gda.pl/o-nas> (data dostępu: 20.05.2020r.)
- [44] Gdańsk 2030 plus Strategia Rozwoju Miasta <https://www.gdansk.pl/download/2015-01/58301.pdf> (data dostępu: 20.05.2020r.)
- [45] A. Fikus-Wójcik, A. Różga-Micewicz *Gdańska Polityka Wodna etap 1- uwarunkowania i kierunki* Gdańsk 2018, Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego miasta Gdańska
- [46] Strategiczny Plan Adaptacji 2020 <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/strategiczny-plan-adaptacji-2020/>, (data dostępu: 13.06.2020r.)
- [47] strona internetowa pani poseł Agnieszki Pomaskiej <http://www.pomaska.pl/29112/rada-miasta-gdanska-przyjela-plan-adaptacji-do-zmian-klimatu-dla-miasta-gdanska.html> (data dostępu: 13.06.2020r.)
- [48] portal miasta Gdańska <https://www.gdansk.pl/budzet-obywatelski/zbo,a,166418>, <https://www.gdansk.pl/cennik> (data dostępu: 10.06.2020r.)
- [49] Gdańska Polityka Wodna - uwarunkowania i kierunki
- [50] Gdańsk 2030 Plus Strategia Rozwoju Miasta
- [51] Program Operacyjny Przestrzeń Publiczna
- [52] strona internetowa miasta Gdańska link: <https://gdansk.zetwibo.pl/projekty>, (data dostępu: 13.06.2020r.)
- [53] Klimada <http://klimada.mos.gov.pl/blog/2013/10/29/spa-2020-przyjety-przez-rade-ministrow/>, (data dostępu: 13.06.2020r.)
- [54] Green City, Clean Water The City of Philadelphia’s Program for Combined Sewer Overflow Control A Long Term Control Plan Update Summary Report <https://www.phila.gov/media/20160421133948/green-city-clean-waters.pdf> (data dostępu: 28.06.2020r.)
- [55] Water sensitive cities https://watersensitivecities.org.au/wp-content/uploads/2018/10/1-Warrnambool_FINAL.pdf, (data dostępu: 29.06.2020r.)
- [56] Green roof <https://greenroof.se/tours/>, (data dostępu: 02.07.2020r.)
- [57] Augustenborg <http://wsud-denmark.com/wsud-in-augustenborg-sweden/home-page/34812>, (data dostępu: 02.07.2020r.)

- [58] <https://www.wwt.org.uk/> (data dostępu: 29.06.2020r.)
- [59] https://www.susdrain.org/casestudies/case_studies/hollickwood_primary_school_london.html
(data dostępu: 29.06.2020r.)
- [60] Katalog zielono – niebieskiej infrastruktury. Część II. Wytyczne i rozwiązania
<https://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>,
<https://www.pine.org.pl/wp-content/uploads/2019/06/aneks2019b.pdf>, (data dostępu: 29.06.2020r.)
- [61] Warszawa.pl <https://www.warszawa.pl/miasto/czerniakow-poludniowy-ma-miejscowy-plan-zagospodarowania-przestrzennego/> (data dostępu: 28.06.2020r.)
- [62] <http://architektura.um.warszawa.pl/content/przygotowany-do-uchwalenia-miejscowy-plan-zagospodarowania-przestrzennego-czerniakowa-po%C5%82udn> (data dostępu: 28.06.2020r.)
- [63] Rekomendacji Panelistek i Panielistów link: <https://www.gdansk.pl/panel-obywatelski/rekomendacje-panelistek-i-panelistow,a,67144> (data dostępu: 14.06.2020)
- [64] Gdańskie Wody link: <http://www.gdmel.pl/obiekty-administrowane/zbiorniki/obiekty-administrowane> (data dostępu: 10.06.2020r.)
- [65] mapa miasta Gdańskich Wód
- [66] Gdańskie Wody
http://www.gdmel.pl/downloads/dla_wykonawcow_i_projektantow/przyklad_obliczania_komor_filtrowanych.pdf, https://pomiar.gdanskiewody.pl/sm_retention/map (data dostępu: 30.07.2020r.)
- [67] Interaktywny Plan Gdańska <http://mapa.gdansk.gda.pl/ipg/app/index#> (data dostępu: 08.07.2020r.)
- [68] Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska <http://www.gdos.gov.pl/dane-i-metadane> (data dostępu: 29.07.2020r.)
- [69] Ogród deszczowy w 5 krokach <http://www.gdmel.pl/do-pobrania-2> (data dostępu: 15.08.2020r.)
- [70] Prawo Wodne art. 16 pkt 43 ustawy z dnia 20 lipca 2017
<http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20170001566/U/D20171566Lj.pdf> (data dostępu: 13.04.2020r.)
- [71] 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.)
http://geoportal.pgi.gov.pl/css/powiaty/prawo/ue_ramowa_dyrektywa_wodna (data dostępu: 18.12.2019r.)
- [72] DYREKTYWA 2007/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim link:
https://www.kzgw.gov.pl/files/dyrektywa-powodziowa/tekst_Dyrektywy_Powodziowej_PL.pdf (data dostępu: 18.12. 2019r.)
- [73] Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003r. z późniejszymi zmianami link:
<http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20030800717/U/D20030717Lj.pdf> (data dostępu: 06.04.2020r)

- [74] Uchwała NR XV/349/2019 RADY MIASTA ST. WARSZAWY z dnia 4 lipca 2019r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Czerniakowa Południowego
- [75] Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego miasta Gdańska link: <https://www.brg.gda.pl/planowanie-przestrzenne/studium-uwarunkowan-i-kierunkowzagospodarowania-przestrzennego> (data dostępu: 05.06. 2020r.)
- [76] Wyciąg z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. Nr 8 z dnia 31 stycznia 2002 r., poz. 70) link: https://www.sng.com.pl/Portals/2/dok/Formularze/normy_zuzycia_wody.pdf (data dostępu: 11.11.2020r.)
- [77] Zdjęcia roślin hydrofilnych linki: https://3.bp.blogspot.com/-bl1DmXjeINU/V54K7jzRvUI/AAAAAAAAAD5k/iou1qzy_rAuE0DIVSDGXqVA5rY68VfrQCLcB/s1600/1200.%2BLythrum%2Bsalicaria%2B-%2BKrwawnica%2Bpospolita%2B-%2BGrote%2Bkattenstaart%2B%25284%2529.jpg | <https://c.allegroimg.com/s512/013b44/df58f5b94efb8f04c7ba6588457c/WIAZOWKA-BLOTNA-doczka-ROSLINA-WODNA> | <https://www.centrumfitoterapii.pl/wp-content/uploads/2018/08/kozlek-1300x752.jpg> | https://s22.flog.pl/media/foto/11903290_kniec-blotna.jpg | <https://sklep.barcikowscy.eu/8152/deschampsia-cespitosa-bronzeschleier-smialek-darniowy.jpg> | <https://atlas.roslin.pl> | https://ogrodywodne.pl/iris_pseudacorus_variegata/ (data dostępu: 11.10.2020r.)

WYKAZ RYSUNKÓW

1. Rys. 2.1. Zasoby wody na Ziemi. Opracowanie własne
2. Rys. 2.2. Woda jako najważniejszy zasób na Ziemi. Opracowanie własne na podstawie [3] i [7]
3. Rys. 2.3. Obieg wody w przyrodzie. Opracowanie własne na podstawie [3].
4. Rys. 2.4. Rozkład opadu na składowe. Opracowanie własne na podstawie [16].
5. Rys. 2.5. Spływ i wsiąkanie opadów w zależności od stopnia urbanizacji. Opracowanie własne na podstawie [3].
6. Rys. 3.1. Miejsca zalane podczas powodzi nagłych w Gdańsku w latach 1994 - 2019. Opracowanie własne na podstawie [20], [27].
7. Rys. 3.2 Zbiornik retencyjny „Jasień” w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)
8. Rys. 3.3. Zbiornik retencyjny „Madalińskiego” w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)
9. Rys. 3.4. Rów retencyjny przy zbiorniku „Jasień” w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)
10. Rys. 3.5. Niecka chłonna na Siedlcach w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)
11. Rys. 3.6 Ogród deszczowy „suchy” na Kokoszkach w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)
12. Rys. 3.7. Ogród deszczowy wykonany w donicy przy Infoboxie w Gdyni (fot. Katarzyna Piłatowicz)
13. Rys. 3.8 dom pokryty bluszczem, Francja (fot. Katarzyna Piłatowicz)
14. Rys. 3.9. Ogród na dachu podziemnego garażu, osiedle Garnizon, Gdańsk (fot. Katarzyna Piłatowicz)
15. 3.10. Piaszczysta nawierzchnia placu zabaw na osiedlu Niedźwiednik w Gdańsku Katarzyna Piłatowicz)

16. Rys. 3.11. Przepuszczalna nawierzchnia boiska w Jarze Wilanowskim w Gdańsku (fot. Katarzyna Piłatowicz)
17. Rys.3.12. *Roślinność w ogrodach deszczowych [77]*
18. Rys. 3.13. Dokumenty krajowe, miejskie i ważne opracowania regulujące sposób gospodarowania wodami w Gdańsku. Opracowanie własne na podstawie [20], [45], [49], [50], [51], [52], [53].
19. Rys. 3.14. Podział miasta Gdańska na rejony wyznaczające obszary o różnym sposobie zarządzania wodami. Opracowanie własne na podstawie [25].
20. Rys. 4.1. *Schemat przedstawiający etapowanie projektu „Green City, Clean Water” w Filadelfii [54].*
21. Rys. 4.2. *Otwarty system kanalizacji deszczowej [57].*
22. Rys. 4.3. Projekt zagospodarowania terenu szkoły podstawowej Hollickwood w Londynie. [59]
23. Rys. 4.4. Strona szczegółowych informacjach na temat jednego z rozwiązań zielono - błękitnej infrastruktury z katalogu zielono – niebieskiej infrastruktury. Część II. Wytyczne i rozwiązania. [60]
24. Rys. 4.5 Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego Czerniakowa Południowego. [61]
25. Rys. 4.6. Ideogram przedstawiający założenia SPRiM. Opracowanie własne.
26. Rys. 5.1. Teren zlewni potoku Strzyży. Opracowanie własne na podstawie geoportal.pl
27. Rys. 5.2. Formy ochrony przyrody w sąsiedztwie i na obszarze opracowania. Opracowanie własne na podstawie danych ze strony Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska. [68]
28. Rys. 5.3, 5.4 Teren rekreacyjny (po lewej) i tereny pomiędzy budynkami wielorodzinnymi (po prawej) w południowo - zachodniej części Niedźwiednika (fot. Katarzyna Piłatowicz)
29. Rys 5.5, 5.6 Tereny pomiędzy budynkami wielorodzinnymi w w południowo - zachodniej części Niedźwiednika (po lewej) i północnej części Niedźwiednika (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)
30. 5.7, 5.8 Zbiornik wodny w północnej części Niedźwiednika (po lewej) oraz zabudowa szeregowa w zachodniej części Niedźwiednika (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)
31. Rys. 5.9 Ukształtowanie terenu na obszarze opracowania. Opracowanie własne na mapie hipsometrycznej z geoportal.pl
32. Rys 5.10 Rodzaje gruntów występujące 1 metr pod powierzchnią terenu. Opracowanie własne na podstawie geolog.pgi.gov.pl i geoportal.pl
33. Rys 5.11 Rodzaje gruntów występujące 4 metr pod powierzchnią terenu. Opracowanie własne na podstawie geolog.pgi.gov.pl i geoportal.pl
34. Rys. 5.12 schemat struktury własności na osiedlu Niedźwiednik
35. Rys. 5.13, 5.14 Elementy infrastruktury odwodnieniowej na Niedźwiedniku - betonowe rynny starsze (po lewej) i nowsze (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)
36. Rys. 5.15, 5.16 Stan techniczny infrastruktury odwodnieniowej na Niedźwiedniku (po lewej), obniżenie w jezdni (po prawej) (fot. Katarzyna Piłatowicz)
37. Rys. 5.17 Schemat systemu kanalizacji deszczowej na Niedźwiedniku. Opracowanie własne na podstawie geoportal.pl
38. Rys. 5.18 Tereny nieprzepuszczalne na obszarze opracowania. Opracowanie własne na podstawie geoportal.pl
39. Rys 5.19 Schemat rozmieszczenia i przykłady elementów SPRiM na osiedlu Niedźwiednik
Opracowanie własne.

40. Rys 5.20 Schemat połączeń przelewów awaryjnych projektowanego SPRiM. Opracowanie własne.
41. Rys 5.21 Schemat połączeń systemowych projektowanego SPRiM w skali budynku. Opracowanie własne.
42. Rys. 5.22 Podział osiedla na etapy inwestycyjne. Opracowanie własne.
43. Rys 5.23 Schemat spływu wód opadowych na osiedlu Niedźwiednik. Opracowanie własne.
44. Rys. 5.24 Podział na zadania inwestycyjne. Opracowanie własne.
45. Rys. 5.25 Poziomy działania oraz procesy w zarządzaniu wodami opadowymi. Opracowano na podstawie [11] i [32].
46. Rys. 5.26 Gdański system działania przy budowaniu systemu retencji.
47. Rys 5.27 Rozkład kosztów w poszczególnych

WYKAZ TABEL

Tab. 2.4 Wartości współczynnika spływu dla wybranych form użytkowania. Źródło notatki z wykładów.

Tab. 3.2 Elementy błękitno - zielonej infrastruktury służącej gospodarowaniu wodami opadowymi. Opracowanie własne na podstawie [1] i [6].

Tab 5.3 Zestawienie objętości retencyjnej zapewnianej przez poszczególne elementy zielono - błękitnej infrastruktury. Opracowanie własne.

Tab. 5.4 zestawienie kosztów osoby prywatnej i gminy przy tworzeniu systemu odwodnieniowego. Opracowanie własne.

ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE

Zał. Nr 1 - Część teoretyczna

Zał. Nr 2 - Część aplikacyjna