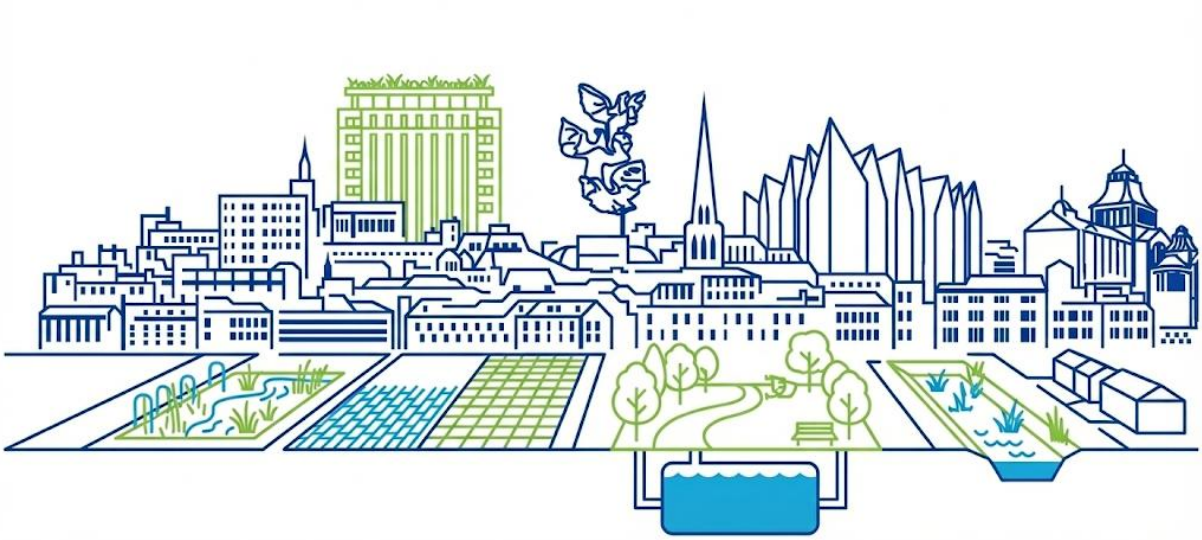
Standardy zagospodarowania wód opadowych miasta Szczecina

Z a m a w i a j ą c y :

Gmina Miasto Szczecin
Plac Armii Krajowej 1
70-456 Szczecin



Szczecin, 2025

Spis treści

1 Wstęp ... 3
1.1 Podstawa opracowania ... 6
1.2 Wprowadzenie ... 6
1.3 Cel i zakres ... 6
2 Charakterystyka stanu istniejącego ... 8
3 Założenia systemu ... 10
3.1 Standardy i cele ... 11
3.2 Uczestnicy systemu ... 14
3.3 Procedury administracyjne i uwarunkowania prawne ... 15
4 Katalog rozwiązań NBS ... 18
4.1 Typy rozwiązań ... 19
4.2 Kryteria wyboru ... 23
4.3 Rekomendacje dla jednostek odwodnieniowych ... 25
5 Wytyczne techniczne ... 29
5.1 Odwodnienie pasów drogowych do urządzeń NBS ... 30
5.2 Sieć kanalizacji deszczowej ... 31
5.3 Katalog rekomendowanych roślin do rozwiązań NBS ... 34
5.4 Wytyczne do wymiarowania rozwiązań NBS ... 35
5.5 Metoda monitorowania systemu ... 35
6 Przykłady wdrożeń ... 37
6.1 Gdańsk ... 38
6.2 Wrocław ... 39
6.3 Malmö ... 40

Spis tabel

Tabela 1 Wielkość retencji w stosunku do kosztów i trudności eksploatacji 23
Tabela 2 Inne korzyści rekomendowanych rozwiązań NBS 24

Spis rysunków

Rysunek 1 Założony w marcu 2025 „mikrolas" w Paignton Park 21
Rysunek 2 Elementy zrewitalizowanych brzegów doliny Ślepiotki w Katowicach 22
Rysunek 3 Rekomendowane sposoby odwodnienia ulic do rozwiązań NBS 30

Spis załączników

Załącznik 1. Mapy uwarunkowań przestrzennych

Załącznik 2: Instrukcja jak uzgodnić inwestycję w zakresie rozwiązań NBS w Szczecinie

Załącznik 3: Karta rozwiązania NBS

Załącznik 4: Zakres elementów do sprawdzenia przy odbiorze rozwiązania NBS

Załącznik 5. Karty rozwiązań NBS

Załącznik 6. Schemat doboru rozwiązań NBS

Załącznik 7. Wykaz roślin rekomendowanych przy wdrażaniu rozwiązań NBS

Szanowni Państwo,

Zarządzanie miastem w XXI wieku oznacza konieczność mierzenia się z wyzwaniami o charakterze globalnym, które w sposób bezpośredni i coraz bardziej odczuwalny wpływają na codzienne funkcjonowanie lokalnych wspólnot. Zmiany klimatu, rosnąca częstotliwość zjawisk ekstremalnych, presja urbanizacyjna oraz potrzeba ochrony zasobów przyrodniczych sprawiają, że miasta muszą dziś myśleć i działać w sposób długofalowy, odpowiedzialny i zintegrowany. Szczecin, miasto portowe, metropolitalne i od wieków silnie związane z wodą, w sposób szczególny doświadcza konsekwencji tych procesów, ale jednocześnie dysponuje potencjałem, który pozwala przekształcać je w impuls rozwojowy.

Jednym z kluczowych obszarów adaptacji miasta do zmieniających się warunków klimatycznych jest racjonalne i nowoczesne gospodarowanie wodami opadowymi. Intensywne opady, okresy suszy, przeciążenie systemów kanalizacyjnych oraz lokalne podtopienia przestają być zjawiskami incydentalnymi, stając się trwałym elementem nowej rzeczywistości klimatycznej. Odpowiedzią na te wyzwania nie może być wyłącznie rozbudowa tradycyjnej infrastruktury technicznej. Konieczne jest konsekwentne wdrażanie podejścia, które traktuje wodę opadową jako zasób- integralny element krajobrazu miejskiego, czynnik poprawy jakości życia mieszkańców oraz narzędzie wzmacniania odporności miasta.

Dokument pt. „Standardy zagospodarowania wód opadowych miasta Szczecina” stanowi kolejny, istotny etap działań Miasta w obszarze systemowego zarządzania wodami opadowymi i roztopowymi. „Standardy” porządkują dotychczasowe doświadczenia, a jednocześnie wyznacza spójne i czytelne ramy postępowania na przyszłość - dla projektantów, inwestorów, jednostek miejskich oraz wszystkich podmiotów współtworzących przestrzeń Szczecina. Celem dokumentu jest określenie jednolitych zasad, które wspierają podejmowanie racjonalnych decyzji planistycznych i inwestycyjnych w skali całego miasta. Szczególną rolę w niniejszym opracowaniu odgrywają rozwiązania oparte na naturze, stanowiące nowoczesną i wielofunkcyjną odpowiedź na współczesne wyzwania hydrologiczne miast. Wykorzystanie naturalnych procesów, takich jak infiltracja, retencja, parowanie czy biologiczne oczyszczanie, pozwala jednocześnie ograniczać ryzyko podtopień, poprawiać jakość wód, przeciwdziałać zjawisku miejskiej wyspy ciepła oraz podnosić walory estetyczne i rekreacyjne przestrzeni publicznych.

Prezentowane „Standardy” mają charakter kompleksowy i systemowy. Uwzględniają aktualne uwarunkowania przestrzenne i przyrodnicze miasta, obowiązujące przepisy prawa, najnowsze normy techniczne oraz wyniki badań i doświadczeń innych miast w kraju i za granicą. Ich celem jest nie tylko wskazanie rekomendowanych rozwiązań technicznych, lecz także budowanie wspólnego języka, spójnych zasad działania oraz kultury odpowiedzialnego gospodarowania wodami opadowymi. Tylko

takie podejście, oparte na współpracy, długofalowym planowaniu i trosce o wspólną przestrzeń, pozwala osiągać trwałe i mierzalne efekty.

Prezentowane podejście, jest oparte na konsekwencji działań, wiedzy, doświadczeniu oraz długofalowej wizji rozwoju. Dlatego jestem przekonany, że „Standardy" będą ważnym punktem odniesienia dla procesów planistycznych i inwestycyjnych realizowanych w Szczecinie. W ten sposób przyczynią się do zwiększenia bezpieczeństwa hydrologicznego miasta, poprawy jakości środowiska oraz wzmocnienia jego odporności na wyzwania przyszłości. To kolejny krok w stronę Szczecina - miasta nowoczesnego, zielonego i odpowiedzialnego w gospodarowaniu swoimi zasobami, miasta, które potrafi myśleć o przyszłych pokoleniach, nie tracąc z oczu potrzeb mieszkańców tu i teraz.

Piotr Krzystek

Prezydent Miasta Szczecin

Wstęp

1. WSTĘP

1.1 Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest umowa nr 080/SZP/ZO/2025 zawarta pomiędzy Gminą Miasto Szczecin z siedzibą przy pl. Armii Krajowej 1 w Szczecinie reprezentowaną przez Pełnomocnika, którym jest Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. z siedzibą w Szczecinie przy ul. M. Golisza 10, a Głównym Instytutem Górnictwa – Państwowym Instytutem Badawczym z siedzibą w Katowicach.

1.2 Wprowadzenie

Obserwowane na skalę globalną zmiany klimatu przyniosły ze sobą wiele niekorzystnych zjawisk wpływających na sposób funkcjonowania miast oraz ludzi w nich mieszkających. Zjawiska takie jak intensywne burze czy ulewne deszcze, o krótkim czasie trwania i dużym natężeniu, przekraczają wydolność systemów odwodnieniowych i powodują lokalne podtopienia oraz powodzie. W czasie nawalnych deszczy mieszanina ścieków bytowo-gospodarczych wraz z wodami opadowymi zrzucana jest bezpośrednio do odbiornika poprzez przelewy burzowe wpływając na pogorszenie stanu wód powierzchniowych oraz ekosystemów od nich zależnych. Znaczący udział powierzchni uszczelnionych oraz deficyt terenów zielonych potęguje kolejne negatywne zjawiska takie jak miejska wyspa ciepła, czy degradację roślinności miejskiej. Dotychczas stosowane rozwiązania przewidywały ich ujmowanie i odprowadzenie siecią kanalizacyjną do najbliższego odbiornika (rzeki, oczyszczalni ścieków) w celu jak najszybszego odprowadzenia poza teren miasta. Podejście zrównoważone, uwzględniające wymogi adaptacji do zmian klimatu polega przede wszystkim na uznaniu wód opadowych za zasób, który należy w odpowiedni sposób zagospodarować. Znajduje to swoje odzwierciedlenie również w przepisach prawa – zgodnie z aktualnie obowiązującym Prawem Wodnym wody opadowe przestały być traktowane jako ściek. Tak więc wody opadowe jako naturalny składnik środowiska przyrodniczego powinny być, na ile to możliwe w przestrzeni miejskiej, włączone w naturalny obieg. Umożliwić mają to rozwiązania inżynieryjne bazujące na rozwiązaniach naturalnych (ang. Nature Based Solutions – NBS). Podstawową zaletą tych rozwiązań, odróżniającą je od rozwiązań tradycyjnych, jest ich wielofunkcyjność. Każde z rozwiązań NBS może pełnić istotną rolę w systemie zagospodarowania wód opadowych, a jednocześnie przynosi szereg innych korzyści środowiskowych, społecznych i gospodarczych wpływając na atrakcyjność Szczecina i dając podstawy do jego rozwoju.

1.3 Cel i zakres

Celem niniejszych wytycznych jest przyjęcie standardów dotyczących projektowania, realizacji i utrzymania inwestycji, które uwzględniają efektywne zagospodarowanie wód opadowych z naciskiem na zastosowanie rozwiązań NBS. Wytyczne będą służyły jednostkom miejskim, inwestorom oraz projektantom, zapewniając wsparcie w procesie doboru rozwiązań dla zagospodarowania wód opadowych oraz kształtowania przestrzeni miejskiej. Zakres dokumentu obejmuje:

1. charakterystykę stanu istniejącego,
2. założenia docelowego systemu zarządzania wodami opadowymi w Szczecinie,
3. katalog rozwiązań NBS,
4. standardy projektowe,
5. warunki eksploatacji systemu,
6. kalkulator doboru rozwiązań NBS.

Stan istniejący

2. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO

Szczegółowa charakterystyka stanu istniejącego przedstawiona została w opracowanej pod koniec 2023 roku „Koncepcji techniczno-kosztowej zagospodarowania wód opadowych i roztopowych w Szczecinie". Do najważniejszych ustaleń przytoczonego dokumentu należą:

1. Obszar Szczecina został podzielony na 22 Jednostki Odwodnieniowe (JO) – szczegółowo scharakteryzowane w postaci kart Jednostek Odwodnieniowych w Koncepcji.
2. System odprowadzania wód opadowych w Szczecinie złożony jest z systemu cieków, rowów oraz silnie rozbudowaną sieć kanalizacji deszczowej (770 km + 390 km – przyłączy) oraz ogólnospławnej (300 km).
3. W systemie kanalizacji deszczowej funkcjonują 440 wyloty odprowadzające wody opadowe do wód lub do ziemi, w tym 133 wylotów do zarurowanych odcinków cieków.
4. Największe problemy z odprowadzaniem wód opadowych występują w historycznym centrum miasta (Centrum, Stare Miasto, Śródmieście Zachód, Turzyn, Śródmieście Północ, Pomorzany, Pogodno), gdzie funkcjonuje sieć kanalizacji ogólnospławnej.
5. Kanalizacja ogólnospławna ciąży do Oczyszczalni Ścieków „Pomorzany" odprowadzającej ścieki do Odry Zachodniej.
6. Na obszarze Szczecina występują strefy zagrożenia powodziowego. Obszary te dotyczą południowych części miasta, o niskich wskaźnikach zabudowy (JO nr 14, 15, 16, 22).
7. Podtopienia ulic, piwnic, budynków po ulewnych opadach z największą intensywnością występują w centralnej i zachodniej części miasta (JO nr 1, 3, 4, 5), gdzie zagęszczenie zabudowy jest najwyższe.
8. W granicach miasta występują osuwiska i strefy zagrożenia osuwiskami. Najbardziej narażonymi na te zjawiska są północne i południowe części Szczecina (JO nr 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 20, 21, 22).
9. Obszary o najbardziej intensywnej zabudowie charakteryzują się występowaniem zjawiska miejskiej wyspy ciepła (JO nr 1, 2, 3, 4, 5, 8, 17, 18).
10. Na obszarze Szczecina występuje ok. 300, w większości naturalnych, zbiorników wodnych. Największym zbiornikiem jest Jezioro Dąbie o powierzchni ok. 54 km^2.
11. Na obszarze Szczecina zdefiniowano znaczną różnorodność gleb. Gleby najlepiej przepuszczalne występują w części północno-zachodniej (JO nr 1, 2, 3, 5, 6) oraz południowo-wschodniej (JO nr 17, 18, 19, 20, 21, 22).

Mapy przedstawiające rozkład Jednostek Odwodnieniowych oraz najważniejszych uwarunkowań przestrzennych przedstawiony został w załączniku nr 1.

Podsumowując, w zakresie zagospodarowania wód opadowych i roztopowych na terenie Szczecina występują typowe wyzwania charakterystyczne dla dużych miast z historycznym centrum. Na silnie zabudowanych obszarach śródmieścia i dzielnic sąsiadujących, obsługiwanych przez sieć kanalizacji ogólnospławnej występują problemy z niewydolnym układem odprowadzania wód opadowych, a mały udział terenów biologicznie czynnych utrudnia infiltrację wód do gleby. Te same uwarunkowania przestrzenne wpływają na występowanie zjawiska miejskiej wyspy ciepła, ale również ograniczonemu dostępowi do terenów zielonych. Strefa podmiejska Szczecina charakteryzuje się natomiast dużym udziałem terenów zielonych oraz wód powierzchniowych, co przejawia się również w objęciu znacznej części miasta obszarami Natura 2000 oraz użytkami ekologicznymi i zespołami przyrodniczo-

krajobrazowymi. Elementy te stanowią o istniejącym zasobie retencyjnym i stabilizującym środowisko. Pomimo zrozumiałej presji inwestycyjnej i prorozwojowej zasób ten powinien być chroniony przed zubożeniem, również ze względu na konieczność zapewnienia bezpiecznych warunków do prowadzenia działalności gospodarczej oraz utrzymania atrakcyjności Szczecina jako miejsca zamieszkania. Sposób zagospodarowania i użytkowania terenu w obszarach podmiejskich bezpośrednio wpływa na ilość i czas odprowadzania wód opadowych do głównego odbiornika jakim jest rzeka Odra. Układ topograficzno-przestrzenny powoduje, że znaczna część wód z terenów podmiejskich przed odprowadzeniem do odbiornika, ciąży na obszary zlokalizowane w centrum miasta, gdzie retencjonowanie wody jest najtrudniejsze i wymaga największych nakładów organizacyjnych i finansowych.

3

Założenia systemu

3. ZAŁOŻENIA SYSTEMU

3.1 Standardy i cele

W opracowanej w 2023 roku „Koncepcji techniczno-kosztowej zagospodarowania wód opadowych i roztopowych w Szczecinie" bardzo trafnie zdefiniowano zalecenia do systemu gospodarowania wodami opadowymi, które mogą stanowić jego założenia i standardy. Koncepcja została opracowana zgodnie z zasadami planowania strategicznego, a realizacja jej zapisów znacząco zwiększy szanse na zapobieganie powodziom, podtopieniom oraz przeciwdziałanie skutkom suszy na terenie Szczecina. Identyfikacja miejsc występowania szczególnych zagrożeń, a w efekcie wskazanie kluczowych obszarów problemowych, umożliwiło zaprezentowanie ramowej koncepcji gospodarki wodami opadowymi wraz z propozycją konkretnych działań, jednak przede wszystkim buduje obraz systemu jako całości wskazując na powiązania pomiędzy poszczególnymi Jednostkami Odwodnieniowymi, jak również pomiędzy poszczególnymi elementami przestrzeni miejskiej. Zintegrowane i zrównoważone gospodarowanie zasobami przyrody, w tym wodami opadowymi powinno opierać się na procedurach i dobrych zwyczajach integracji międzysektorowej, na długoterminowym planowaniu, rachunku ekonomicznym, uwzględniającym wartość środowiska i przyrody oraz na partycypacji społecznej. Zasadniczym celem tych działań jest doskonalenie procesu decyzyjnego przez wsparcie władz publicznych przy wypełnianiu zadań związanych z ochroną środowiska naturalnego, planowaniem przestrzennym i strategią rozwoju. Zasadą nowoczesnego kreowania przestrzeni publicznej jest wykorzystanie wody, w tym systemów retencji wody opadowej jako istotnego elementu krajobrazowego i funkcjonalnego. Podejście takie zgodne jest ze współczesnym podejściem do zarządzania środowiskiem miejskim, w tym standardami:

- Low Impact Development (Rozwój o niskim oddziaływaniu),
- Water Senstive Urban Design (Planowanie miasta ukierunkowanego na wodę),
- Sustainable Urban Dranage Systems (System zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi),
- Best Management Practices (Najlepsze praktyki zarządzania).

Na podstawie Koncepcji zdefiniowano następujące założenia do systemu:

- Preferowanymi rozwiązaniami zagospodarowania wód opadowych są rozwiązania powierzchniowe. Zwiększenie udziału roli rozwiązań NBS w systemie zagospodarowania wód umożliwi traktowanie klasycznych wpustów i kanałów jako rozwiązań ostatecznych.
- Nowe osiedla i obiekty przemysłowe powinny mieć kanalizację rozdzielczą i własne systemy zatrzymywania lub infiltracji deszczówki w skali zapewniającej neutralność hydrologiczną.
- Najpierw należy chronić powierzchnie biologicznie czynne, potem wprowadzać infiltrację i retencję rozproszoną, a dopiero w ostateczności korzystać ze zbiorników szczelnych i odpływu do kanalizacji.
- Polityka zera nowych wód deszczowych w kanalizacji ogólnospławnej.
- Dywersyfikacja rozproszonych rozwiązań, zwiększających retencję. Preferowanie rozwiązań mało-skalowych w dużej liczbie, zamiast pojedynczych dużych obiektów.
- Ochrona dolin rzek i pasów buforowych wzdłuż rowów. Zapewnienie szerokich pasów roślinności wzdłuż brzegów wraz z zapewnieniem pełnej dostępności do korytarzy rzecznych.
- Wykorzystanie retencjonowanych wód na cele utrzymania zieleni miejskiej i ulic oraz zabezpieczenie przeciwpożarowe.

Celami gospodarki wodami opadowymi opartej na powyższych zasadach są:

- Zwiększenie oszczędności poprzez wykorzystanie wód opadowych jako zasobu.
- Zwiększenie odporności miasta na zmiany klimatu i ograniczenie negatywnych skutków podtopień i suszy.
- Zwiększenie dostępności do przestrzeni przyjaznej mieszkańcom z dostępem do wody i zieleni.
- Podniesienie jakości wód deszczowych poprzez naturalne procesy oczyszczania.
- Ograniczenie powierzchni narażonych na zjawisko miejskiej wyspy ciepła.
- Poprawę warunków do inwestowania i rozwoju gospodarczego.

Należy pamiętać, że krajobraz miejski to system wzajemnie powiązanych elementów. Środowisko zabudowane działa jak system, który modyfikuje lokalną hydrologię i klimat, a tym samym wpływa na częstotliwość i intensywność występowania zagrożeń związanych ze zjawiskami meteorologicznymi. Ogólnie rzecz ujmując hasłem przewodnim gospodarki wodami opadowymi w Szczecinie powinna być zasada: „zielone tam, gdzie to możliwe, szare tam, gdzie to konieczne". Według wytycznych Banku Światowego skuteczne i ekonomicznie racjonalne stosowanie rozwiązań NBS wymaga przestrzegania zestawu zasad:

Przeprowadzenie oceny funkcji, korzyści, kosztów i adekwatności rozwiązań NBS już na etapie wyboru rozwiązania

Rozwiązania NBS opierają się na występujących w naturalnym środowisku procesach, które pełnią określone funkcje dostarczając konkretnych korzyści czy usług ekosystemowych. Procesy NBS mogą obejmować m.in. infiltrację wód czy ewapotranspirację. Funkcje jakie pełnią w środowisku przekładają się na przestrzeń miejską. Dobrze dobrane rozwiązania NBS regulują skalę powodzi i podtopień, ograniczają wzrost temperatury czy poprawiają jakość wody. Katalog korzyści jest szeroki, a obejmować może m.in. zmniejszenie szkód powodziowych, ograniczenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła czy zwiększać możliwość korzystania z terenów zielonych do rekreacji. Korzyści wynikające z danego rozwiązania NBS powinny stanowić odpowiedź na wyzwania przedstawione w kartach poszczególnych jednostek odwodnieniowych. W odróżnieniu od rozwiązań infrastrukturalnych katalog korzyści z pojedynczego rozwiązania jest znacznie większy i dotyczy różnych elementów przestrzeni miejskiej. Przeprowadzona, na etapie wstępnym, ocena powinna dać odpowiedź czy rozwiązanie to będzie odpowiednie w danym miejscu. Będzie to zależeć m.in. od funkcjonujących elementów przyrodniczych, ukształtowania terenu, dostępnej przestrzeni, wymagań prawnych czy potrzeb w zakresie utrzymania.

Stosowanie podejścia systemowego w celu zwiększenia odporności przestrzeni miasta

Rozwiązania NBS ukierunkowane na zwiększanie odporności miast są najskuteczniejsze wtedy, gdy są planowane w sposób zintegrowany i całościowy, zwłaszcza w dużych miastach takich jak Szczecin. Oznacza to, że w pierwszej kolejności należy przyjąć podejście systemowe do wyzwań związanych z odpornością klimatyczną i bioróżnorodnością, a następnie szukać sposobów włączania NBS do polityk, planów, programów i projektów. Zintegrowane podejście systemowe zakłada, że NBS powinny być projektowane jako uzupełnienie i wzmocnienie istniejących systemów stopniowo zwiększając całkowitą pojemność i skuteczność systemu w ograniczaniu ryzyka oraz dostarczając dodatkowych korzyści dla miasta. W praktyce NBS mogą być włączane do programów i planów, takich jak miejskie plany adaptacji do zmian klimatu, plany zarządzania kryzysowego, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, a nawet strategii rozwoju miasta. Ponieważ rozwiązania te dostarczają jednocześnie wielu korzyści, mogą pełnić różne role na wielu aspektach zarządzania miasta jak np. ograniczać skutki

podtopień, a jednocześnie zwiększać potencjał rekreacyjny miasta i wpływać na jakość powietrza. Celem jest dojście do układu sieciowego umożliwiającego również migrację zwierząt, rozprzestrzenianie się gatunków, zdobywania pożywienia i utrzymywania różnorodności biologicznej. Dojście do układu sieci wymaga zaangażowania zarządzających praktycznie wszystkimi elementami przestrzeni miasta.

Uwzględniania zasady ochrony ekosystemów poprzez podejście hierarchiczne

Jest to zasada wpływająca w największym stopniu na racjonalność i opłacalność ekonomiczną prowadzonych działań. Rozwiązania NBS obejmują ochronę, zrównoważone zarządzanie i wykorzystanie istniejących ekosystemów, odtwarzanie ekosystemów zdegradowanych oraz tworzenie nowej, zielonej infrastruktury. Podejścia te można rozpatrywać w hierarchii, w której priorytetem jest ochrona istniejących ekosystemów. Jednocześnie trzy elementy – ochrona, odtwarzanie i tworzenie nowych rozwiązań NBS – wzajemnie się uzupełniają, a strategia NBS powinna uwzględniać każdy z nich. Rozpatrywanie tej hierarchii jest szczególnie istotne przy analizie i wyborze priorytetów dla NBS na poziomie strategicznym, np. podczas oceny potencjalnych możliwości inwestycyjnych miasta. Jednak te trzy podejścia można stosować również przy planowaniu i przygotowywaniu projektów NBS w skali osiedla czy jednostki odwodnieniowej. Uwzględnianie hierarchii tych trzech elementów sprzyja strategicznemu podejściu do planowania. Przykłady ekosystemów w miastach i ich otoczeniu, które należy chronić, by utrzymać ich dotychczasowe korzyści, obejmują: tereny podmokłe, łąki, doliny rzeczne, lasy i zadrzewienia. Wymaga to ich formalnego włączenia do systemu oraz podjęcia działań zapobiegających ich degradacji i niekontrolowanej zabudowie. Tereny niezabudowane w miastach narażone są na różnorodne presje, które mogą ograniczać ich zdolność do świadczenia usług ekosystemowych – co zostało zdefiniowane w przypadku wielu kart jednostek odwodnieniowych. W przypadku braku możliwości uniknięcia presji należy skupiać się na odtwarzaniu i rehabilitacji ekosystemów w celu poprawy ich funkcjonowania i zwiększenia uzyskiwanych korzyści. Tworzenie nowych rozwiązań NBS ma służyć łagodzeniu skutków presji środowiskowych i wzmacnianiu odporności miasta, m. in. obejmuje wprowadzanie nowych elementów zielonej infrastruktury, które mają dostarczać dodatkowych korzyści, poprawiając komfort życia mieszkańców, a nie zastępować likwidowane ekosystemy.

Planowanie i wdrażanie rozwiązań NBS w różnych skalach przestrzennych

Rozwiązania NBS są planowane i wdrażane w różnych skalach przestrzennych np. zlewni, miasta czy osiedla. To samo rozwiązanie NBS często może być stosowane w różnych skalach. Te same rozwiązanie NBS może służyć do ograniczania ryzyka wystąpienia powodzi, jak i do ograniczenia jej skutków. Mogą zmniejszać zagrożenie powodziowe poprzez kontrolowanie przepływu wód zarówno powyżej miasta (terenów zurbanizowanych), jak i wewnątrz obszarów miejskich. Działania zlokalizowane w oddaleniu od miasta mogą ograniczać problem zanim dotrze on do obszarów zamieszkałych. Przykładowo, podczas deszczy nawalnych lasy w górnym biegu rzeki mogą zatrzymywać wodę, zmniejszając presję na niżej położone odcinki rzeki i chroniąc miasto przed powodzią. Jest to szczególnie istotne podczas oceny jednostek odwodnieniowych, w których problemy nie występują, jednak wody opadowe z ich terenu ciążą do jednostek silnie zabudowanych gdzie pojemność retencyjna jest ograniczona, a komfort kanalizacyjny niski.

Stosowanie podejścia interdyscyplinarnego

Koncepcja zintegrowanego zagospodarowania wód opadowych oraz zapobiegania powodziom, podtopieniom i suszy muszą być realizowane zgodnie z zasadami planowania strategicznego w formule partycypacyjno-eksperckiej, której główną cechą jest ścisła współpraca między ekspertami, a różnymi grupami interesariuszy tj. użytkownikami wód, dostawcami usług wodnych, władzami samorządowymi oraz mieszkańcami. Oznacza to konieczność szeroko zakrojonej koordynacji na wszystkich etapach realizacji projektu — od identyfikacji i projektowania, przez wdrażanie, aż po eksploatację — oraz pomiędzy różnorodnymi podmiotami. Interdyscyplinarne zespoły złożone z urbanistów, architektów krajobrazu, planistów miejskich, inżynierów budownictwa oraz interesariuszy powinny aktywnie współpracować w procesie planowania i projektowania przedsięwzięć zwiększających odporność Szczecina, tak aby zapewnić bardziej kompleksowe rozwiązania dla wyzwań zdefiniowanych w Koncepcji. Zintegrowane gospodarowanie zasobami przyrody, w tym wodami opadowymi powinno opierać się na procedurach i dobrych zwyczajach integracji międzysektorowej, na długoterminowym planowaniu, rachunku ekonomicznym, uwzględniającym wartość środowiska i przyrody oraz na partycypacji wszystkich grup interesariuszy. Partycypacja społeczna jest złożonym procesem towarzyszącym podejmowaniu decyzji, który obejmuje aktywne uczestnictwo, współdziałanie oraz angażowanie społeczności lokalnej danego terenu. Zasadniczym celem tych działań jest doskonalenie procesu decyzyjnego przez wsparcie władz publicznych przy wypełnianiu zadań związanych z ochroną środowiska naturalnego, planowaniem przestrzennym i strategią rozwoju miast. Przez objaśnianie istoty ochrony przyrody, wielofunkcyjności rozwiązań NBS, możliwe jest wypracowanie takich projektów, które uwzględnią obecny stan ekosystemów i ich potencjał do „dostarczania usług" dla społeczeństwa i różnych grup zawodowych – kluczowych grup interesariuszy. Znajomość wartości przyrody i „świadczonych przez nią usług", pozwala na tworzenie zachęt niezbędnych do podejmowania właściwych decyzji, mających na celu zrównoważony rozwój miast w oparciu o efektywne wykorzystanie posiadanych przez nie zasobów.

3.2 Uczestnicy systemu

Uczestnicy systemu to jednostki indywidulane, grupy lub instytucje, których działania zgodne z zasadami zintegrowanego zarządzania zasobami oraz przestrzenią miejską wykraczają poza tradycyjnie rozumianą „branżowość". Do uczestników systemu w sprawach związanych z zarządzaniem wodami opadowymi należą zawsze decydenci, tj. władza publiczna, a także właściciele nieruchomości, projektanci. Odrębną grupę stanowią interesariusze społeczni, czyli: mieszkańcy, lokalni liderzy, użytkownicy miejsc, organizacje non profit oraz inwestorzy, których dotyczy sprawa zarówno w stanie istniejącym, jak i po przeprowadzeniu zmiany. Inną grupą są instytucje pośrednio związane, jak instytucje badawcze, organizacje itp.

Pierwszym formalnym krokiem do budowy trwałej sieci interesariuszy było Zarządzenie Nr 660/24 Prezydenta Miasta Szczecin z dnia 12 grudnia 2024 r. w sprawie powołania Komitetu Sterującego oraz Zespołu ds. zagospodarowania wód opadowych i roztopowych w Szczecinie. Zgodnie z Zarządzeniem w skład komitetu sterującego weszli:

- Zastępca Prezydenta Miasta Szczecin,
- Pełnomocnik Zarządu Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z.o.o. ds. zagospodarowania wód opadowych,
- Prezes Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.,

- Dyrektor Zarządu Dróg i Transportu Miejskiego,
- Prezes Szczecińskich Inwestycji Miejskich Sp. z o.o.,
- Dyrektor Zakładu Usług Komunalnych,
- Dyrektor Wydziału Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Szczecin.

W skład zespołu weszli:

- Pełnomocnik Zarządu Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z.o.o. ds. zagospodarowania wód opadowych,
- Zastępca Dyrektora Wydziału Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Szczecin,
- Główny Specjalista w Wydziale Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Szczecin,
- Zastępca Dyrektora w Zarządzie Dróg i Transportu Miejskiego,
- Kierownik Działu w Zarządzie Dróg i Transportu Miejskiego,
- Zastępca Dyrektora Wydziału Inwestycji Miejskich Urzędu Miasta Szczecin,
- Główny Specjalista w Wydziale Inwestycji Miejskich Urzędu Miasta Szczecin,
- Geolog Powiatowy,
- Ogrodnik Miasta,
- Kierownik Referatu w Wydziale Architektury i Budownictwa Urzędu Miasta Szczecin,
- Inspektor Nadzoru w Szczecińskich Inwestycjach Miejskich Sp. z.o.o.,
- Projektant w Biurze Planowania Przestrzennego Miasta,
- Zastępca Dyrektora Wydziału Zarządzania Kryzysowego i Ochrony Ludności Urzędu Miasta Szczecin,
- Starszy Specjalista w Tramwajach Szczecińskich Sp. z.o.o.,
- Zastępca Dyrektora w Zakładzie Usług Komunalnych,
- Inspektor w Zakładzie Usług Komunalnych.

Przedstawiciele ww. jednostek będą odpowiedzialni za programowanie i koordynację działań związanych z wdrażaniem elementów systemu zagospodarowania wód opadowych. Uczestnikami systemu będą także strony postępowania w sprawie o wydanie pozwolenia wodnoprawnego tj. wnioskodawcy oraz podmioty, na które będzie oddziaływać zamierzone korzystanie z wód, lub podmioty znajdujące się w zasięgu oddziaływania planowanych do wykonania urządzeń wodnych. Zwykle są to właściciele działek oraz urządzeń wodnych zlokalizowanych w zasięgu oddziaływania zrzutu wód opadowych do wód powierzchniowych (osoby prywatne, właściciel wód tj. PGW Wody Polskie). Bardzo ważnym uczestnikiem systemu będą też właściciele i zarządcy terenów. Nie należy również pomijać podmiotów odpowiedzialnych i warunkujących rozwój Szczecina, w tym inwestorów, przedsiębiorców czy deweloperów, którzy prowadzenie swojej działalności warunkowali bezpiecznymi i stabilnymi warunkami działania. Są to również podmioty, które realizując przedsięwzięcia będą w sposób istotny wpływali na system w całym Szczecinie.

3.3 Procedury administracyjne i uwarunkowania prawne

Postępująca urbanizacja powoduje znaczny przyrost powierzchni utwardzonych i nieprzepuszczalnych, co skutkuje przekształceniem coraz większej ilości opadów atmosferycznych w spływy powierzchniowe. Wobec braku odpowiedniej infrastruktury umożliwiającej zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych zwiększeniu ulega obciążenie i tak już niewydolnych systemów kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej. Stanowi to pokłosie przeświadczenia o nadrzędnej funkcji ochrony infrastruktury miejskiej przed wodami opadowymi i powoduje, że około 70% tych wód jest bezpowrotnie tracona, poprzez odprowadzanie ich systemami kanalizacji do wód powierzchniowych.

W dobie zmian klimatycznych i towarzyszących im gwałtownych zjawisk pogodowych, powodujących okresowo podtopienia i powodzie lub susze, istotna jest zmiana podejścia do zagadnienia wód opadowych i dążenie do ograniczenia ich spływu powierzchniowego, poprzez m.in. zwiększanie retencji terenowej, a także ich podczyszczanie w celu wykorzystania w gospodarce komunalnej, przemyśle oraz w gospodarstwach domowych. Zmiany w infrastrukturze miejskiej i na terenach zielonych, polegające na zagospodarowaniu wód opadowych i roztopowych powodują również obniżenie ryzyka termicznego jakiemu poddawani są mieszkańcy miast w okresach letnich upałów, a także poprawiają warunki mieszkaniowe i inwestycyjne oraz komfort życia w mieście.

Nowemu podejściu do problemu zagospodarowania wód opadowych i roztopowych posłużyły zmiany legislacyjne. Zgodnie z obowiązującą ustawą Prawo wodne, wody opadowe i roztopowe nie są ściekami – to wody będące skutkiem opadów atmosferycznych. Dla ochrony zasobów wodnych należy dążyć do ich zagospodarowania w miejscu powstawania (tj. opadu), np. poprzez systemy retencyjne, detencyjne lub retencyjno-infiltracyjne. Konieczna jest więc znajomość warunków gruntowo – wodnych. W przypadku gdy nie pozwalają one na taką formę przyjęcia wód opadowych i roztopowych, można je odprowadzać do kanalizacji deszczowej, kanalizacji ogólnospławnej oraz rowów melioracyjnych poprzez opóźnienie spływu po ich czasowym retencjonowaniu.

Zawarte w ustawie instrumenty finansowe w postaci systemu opłat za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych oraz za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej mają m.in. zachęcać do zmian w istniejących systemach odprowadzania wód opadowych i roztopowych w takim zakresie, aby zwiększenie retencji terenowej i stopnia wykorzystania tych wód prowadziło do zmniejszenia presji na środowisko wodne i jednocześnie służyło prowadzeniu zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi i roztopowymi na terenach miejskich. Na gminy, przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne oraz właścicieli lub posiadaczy nieruchomości nałożono nowe obowiązki, odpowiednio w zakresie ustalania i egzekwowania, bądź ponoszenia opłat z tytułu odprowadzania wód opadowych do wód na terenach miast, lub z tytułu zmniejszenia naturalnej retencji terenu. Celem tych regulacji jest zwiększenie znaczenia retencji wód opadowych, stanowiącej realizację zasady, że woda powinna pozostać tam, gdzie spadła. Przepisami ww. ustawy wprowadzono również obowiązek uzyskiwania pozwoleń wodnoprawnych dotyczących odprowadzania wód opadowych do wód.

Realizacja rozwiązań NBS w mieście będzie wymagała uwzględnienia uwarunkowań formalno-prawnych wynikających z ustawy Prawo wodne, ale także z ustaw i rozporządzeń mających zastosowanie w zależności od rodzaju i zakresu planowanych prac przy realizacji konkretnego rozwiązania. Przepisy, które w przypadku rekomendowanych rozwiązań dla Miasta Szczecina będą miały zastosowanie to:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2025.418 t.j. z dnia 2025.04.01),
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U.2024.1478 t.j. z dnia 2024.10.04)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2025.647 t.j. z dnia 2025.05.19),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U.2024.1130 t.j. z dnia 2024.07.29),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz.U.2022.1518 z dnia 2022.07.20),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2022.1225 t.j. z dnia 2022.06.09),

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U.2019.1311 z dnia 2019.07.15),
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.2022.1679 t.j. z dnia 2022.08.10),
- Zarządzenie nr 140/21 Prezydenta Miasta Szczecin z dnia 23 marca 2021 r. z póź. zm w sprawie Standardów utrzymania, ochrony i rozwoju terenów zieleni Miasta Szczecin oraz obowiązków służących ich wdrożeniu.

Podsumowaniem rozdziału są załączniki wspomagające proces inwestora, projektanta oraz zarządców terenów przy wdrażaniu rozwiązań NBS w Szczecinie:

- Załącznik 2: Instrukcja jak uzgodnić inwestycję w zakresie rozwiązań NBS w Szczecinie.
- Załącznik 3: Karta rozwiązania NBS.
- Załącznik 4: Zakres elementów do sprawdzenia przy odbiorze rozwiązania NBS.

Rozwiązania NBS

4. KATALOG ROZWIĄZAŃ NBS

4.1 Typy rozwiązań

Zastosowany w niniejszym dokumencie podział rozwiązań NBS wzorowano na katalogu opublikowanym w 2023 roku przez Bank Światowy, który jako pierwszy tego typu dokument skupił się wyłącznie na obszarach miejskich traktując je jako złożoną całość, podkreślając współzależność poszczególnych elementów przestrzeni miejskiej. Podczas gdy zdecydowana większość publikacji opisująca możliwe rozwiązania NBS traktuje je jako odrębne obiekty z szerokim wachlarzem technologii dla rolnictwa, leśnictwa oraz obszarów miejskich. Katalog opracowany został w formule kart rozwiązań NBS stanowiących zalecenia dla inwestorów i wykonawców projektujących i wdrażających te rozwiązań na terenie miasta Szczecina. Wytyczne powinny być stosowane łącznie z zaleceniami producentów oraz pozostałymi wytycznymi i dokumentami funkcjonującymi na terenie Szczecina. Katalog rozwiązań NBS obejmuje następujące rozwiązania:

1. Zielone rowy
2. Niecki infiltracyjne
3. Muldy chłonne
4. Skrzynki rozsączające
5. Parki kieszonkowe
6. Zielone place zabaw
7. Ogrody deszczowe
8. Ogrody deszczowe w donicach
9. Zielone dachy
10. Zielone fasady
11. Zbiorniki retencyjne
12. Stawy retencyjne
13. Nawierzchnie wodoprzepuszczalne

Karty rozwiązań NBS przedstawiono w Załączniku nr 5

Poza rozwiązaniami NBS w formie lokalnych rozwiązań, bardzo istotnym elementem zrównoważonego zagospodarowania wodami opadowymi jest odpowiednia polityka przestrzenna w obrębie terenów zadrzewionych – lasów miejskich oraz dolin cieków, stanowiących centralny element każdej jednostki odwodnieniowej.

Zgodnie z definicją Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa „las miejski" to sieć lub system obejmujący wszystkie zadrzewione tereny w miastach i ich sąsiedztwie – od parków i ogrodów, przez aleje drzew przyulicznych, po zadrzewienia w porzuconych fragmentach miasta. Lasy miejskie to złożone ekosystemy o znacznej zdolności do regeneracji i przystosowywania się do trudnych warunków siedliskowych. Najczęściej są to fragmenty większych kompleksów leśnych ale również spontanicznie powstałe zadrzewienia na nieużytkach i terenach porzuconych. Dobrze zarządzane i zdrowe lasy miejskie mogą w znacznym stopniu przyczyniają się do zmniejszenia ryzyka powodziowego na obszarach położonych poniżej. Drzewa i gleby obszarów leśnych przechwytują wodę opadową i przetwarzają ją poprzez parowanie, pobieranie wody przez korzenie oraz infiltrację do gleby. Zadrzewienia w znaczący sposób redukują stres cieplny poprzez zacienienie i chłodzenie

parowaniem, co bezpośrednio przekłada się na zmniejszenie śmiertelności, poprawę samopoczucia, obniżenie kosztów energii oraz poprawę wydajności pracy. Latem, dzięki lasom miejskim możliwe jest obniżenie maksymalnych temperatur powietrza o 5°C. Większe obszary leśne budują możliwości do rekreacji, takich jak spacery czy jazda na rowerze, co jest szczególnie istotne w obszarach najgęściej zamieszkanych. Wśród pozostałych korzyści należy wymienić pozytywny wpływ na jakość powietrza, utrzymanie i rozwój korytarzy ekologicznych, ochronę bioróżnorodności obszaru, redukcję siły wiatru oraz obciążenie uciążliwości akustycznych wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Kształtując zasoby leśne należy przestrzegać Standardów utrzymania, ochrony i rozwoju terenów zieleni Miasta Szczecin oraz obowiązków służących ich wdrożeniu opracowanych przez Polskie Towarzystwo Dendrologiczne oraz Przyjętych Zarządzeniem Nr 140/21 Prezydenta Miasta Szczecin z dnia 23 marca 2021 r. z póź. zm.

Większość Jednostek odwodnieniowych na północy i południu Szczecina charakteryzuje się znacznym udziałem obszarów zadrzewionych, a działaniem priorytetowym powinna być ich ochrona. Analiza zapisów miejskich planów zagospodarowania przestrzennego określiła, że części z nich poddana jest presji inwestycyjnej np. jednostki odwodnieniowe nr 9, 18. W takich przestrzeniach istotne jest wdrażanie nawet niewielkich terenów zadrzewionych zwiększających dostęp do wybranych usług ekosystemowych. Dobrym przykładem może być realizacja brytyjskiego projektu Tiny Forest, który przewiduje zakładanie niewielkich obszarowo (ok. 200 m²), gęstych zadrzewień złożonych wyłącznie z rodzimych gatunków w przestrzeniach miejskich. Inicjatywa łączy cele środowiskowe i społeczne – poprawia retencję wód opadowych, zwiększa bioróżnorodność oraz pochłanianie dwutlenku węgla, zwiększa komfort termiczny oraz poprawia stan gleb, a równocześnie angażuje lokalne społeczności w proces planowania, sadzenia roślin oraz monitorowania ich wzrostu. W projekcie Tiny Forest podstawą realizacji jest zastosowanie metodyki Miyawakiego, umożliwiającej szybkie odtworzenie wielowarstwowej struktury lasu i przyspieszony wzrost drzew. Dzięki temu „mikrolasy" dostarczają usług eko-systemowych znacznie wcześniej niż tradycyjne nasadzenia. Program Tiny Forest kładzie duży nacisk na partycypację społeczną i edukację. Każdy las ma swoich „opiekunów drzew", a mieszkańcy, szkoły i organizacje biorą udział w badaniach, monitorując m.in. wzrost drzew, zdolność do retencji wody, różnorodność owadów czy mikroklimat. Badania prowadzone w ramach sieci lasów pokazują pozytywne efekty zarówno środowiskowe, jak i społeczne poprzez zwiększenie poczucia więzi z naturą czy poprawy samopoczucia uczestników. W ciągu pierwszych dwóch lat projektu powstało ok. 150 „mikrolasów", a koncepcja przyjęła się również w innych krajach europejskich.

Rysunek 1 Założony w marcu 2025 „mikrolas" w Paignton Park
Źródło: www.tinyforest.earthwatch.org.uk

Praktycznie wszystkie rekomendowane rozwiązania NBS mają, w aspekcie gospodarki wodami opadowymi, za zadanie maksymalne opóźnienie dopływu wód do odbiorników – rzek i cieków. W obrębie samych dolin także należy prowadzić działania, które spowolnią odpływ wód do obszarów niżej położonych, redukując ryzyko wystąpienia podtopień wzdłuż cieków. Najlepsza metodą działania w obrębie samych dolin są działania renaturyzacyjne, które polegają na odtwarzaniu lub otwieraniu zakrytych cieków, odbudowie korytarzy nadrzecznych, usuwaniu umocnień, odbudowie roślinności koryt i brzegów rzek. Tam, gdzie to możliwe, najczęściej na niewielkich ciekach, istnieje możliwość przywrócenia korytarzy nadrzecznych, dając dodatkową przestrzeń do przepływu zgodnie z zasadą „nie walcz z wodą, współpracuj z nią". W ramach tego rozwiązania wydzielić można trzy grupy działań: renaturyzację brzegów i koryt, odkrywanie odcinków skanalizowanych oraz wprowadzanie technik bioinżynieryjnych w obrębie koryt. Brzeg rzeki stanowi połączenie ekosystemów wodnych i lądowych, obszar chroniący miasta przed powodziami rzecznymi i często ważną przestrzeń dla mieszkańców o wartości rekreacyjnej i kulturowej. Renaturyzacja brzegów i koryt rzek ma na celu przywrócenie naturalnej dynamiki rzeki, co może oznaczać przywrócenie jej kształtu, stworzenie struktur fizycznych kierujących przepływem wody i zapewnienie siedlisk gatunkom wodnym. Niewielkie cieki zapewniają społecznościom szeroki wachlarz korzyści, takich jak usuwanie substancji odżywczych i zanieczyszczeń, zasilanie wód gruntowych oraz łagodzenie skutków powodzi. Fragmenty cieków na terenie Szczecina zostały skanalizowane – np. odprowadzenie wód ze zbiornika Rusałka. Takie działanie prowadzi do zwiększenia ryzyka podtopień, osiadania gleby, a w konsekwencji do poważnych szkód, w tym niszczenia budynków. Odkrywanie odcinków skanalizowanych to technika polegająca na usuwaniu warstw betonu (lub innego materiału) i odtwarzaniu naturalnego kształtu i dynamiki strumieni, co skutkuje większą retencyjnością, uruchomieniem mechanizmów samooczyszczania wód jak również odtworzeniem ekosystemu dla roślin i zwierząt. Techniki bioinżynieryjne, pozwalają odtworzyć bieg rzeki zbliżony do naturalnego i połączyć go z krajobrazem, w celu odnowy roślinności na terenach zalewowych i w korytarzach nadrzecznych, stabilizacji brzegów rzeki i rekultywacji jej koryta. Przywrócenie naturalnej dynamik rzeki opiera się na wykorzystaniu roślin, skał i innych elementów naturalnych, a także geowłóknin i membran, tworząc bogate ekologicznie i strukturalnie stabilne

środowisko, naśladujące warunki naturalne, a jednocześnie zapewniające przestrzeń do rekreacji dla mieszkańców.

Projekty renaturyzacji rzek i cieków są skutecznym działaniem w ramach szeroko zakrojonej strategii zarządzania wodami opadowymi w miastach, których jednym z celów jest ochrona przed powodzią. Takie rozwiązanie zwiększa pojemność objętościową i przywraca naturalną hydrodynamikę cieków wodnych wraz z ich brzegami, korytarzami nadrzecznymi, strefami buforowymi i równinami zalewowymi, tam gdzie jest to możliwe. Lokalizacja działań determinowana jest naturalnym układem sieci hydrograficznej oraz morfologią terenu. Działanie najbardziej spektakularne efekty przynosi w obszarach śródmiejskich o silnie ograniczonym udziale powierzchni biologicznie czynnej. Przykładem mogłoby być otwarcie koryta Osówki wzdłuż ul. 1 Maja lub Warszawca w rejonie Szpitala Wojewódzkiego. Znacznie bardziej realne będzie natomiast zachowanie i kształtowanie wartości hydromorfologicznej niewielkich cieków w jednostce odwodnieniowej nr 6, których wody odbierane są przez Osówkę, dolinę cieku Bukowa w jednostkach odwodnieniowych nr 4 i 5. Zwiększenie naturalności tych cieków ograniczy gwałtowny napływ wód opadowych do obszarów najgęściej zabudowanych o niskim komforcie kanalizacyjnym. Dobrym przykładem może być zrealizowane w Katowicach działanie, które polegało na renaturyzacji małej rzeki (Ślepiotki) w przestrzeni podmiejskiej poprzez wykorzystanie porzuconego terenu nadrzecznego. Bezpośrednim celem działania było zwiększenie retencji, odtworzenie lokalnego korytarza ekologicznego oraz udostępnienie doliny na cele rekreacyjne. Dodatkowym elementem było zwiększenie kompetencji zarządzających dla planowania kooperatywnego z udziałem lokalnej społeczności oraz wypracowanie i przetestowanie strategicznego podejścia do rewitalizacji przestrzeni nadrzecznych, uwzględniającego specyfikę miasta i regionu.

Rysunek 2 Elementy zrewitalizowanych brzegów doliny Ślepiotki w Katowicach
Źródło: opracowanie GIG

4.2 Kryteria wyboru

Kryteria wyboru rozwiązań NBS wynikają z trzech zasadniczych elementów, często wzajemnie ze sobą powiązanych:

- uwarunkowań środowiskowych,
- uwarunkowań przestrzennych (miejskich),
- zdefiniowanych potrzeb w danym obszarze (w przypadku Szczecina – w Jednostce Odwodnieniowej).

W każdej z grup można wymienić konkretne przykłady kryteriów:

Środowiskowych:

- lokalizację względem koryt rzecznych,
- lokalizację względem stref ochrony wód podziemnych,
- przepuszczalność gleb,
- nachylenie terenu.

Przestrzennych:

- udział powierzchni biologicznie czynnej,
- gęstość zaludnieni,
- narażenie na zanieczyszczenia,
- dostępność dla ludzi.

Potrzeb (inne niż zagospodarowanie wód opadowych i odciążenie sieci kanalizacyjnych):

- ograniczenie ryzyka powodziowego,,
- ograniczenie stresu cieplnego,
- zwiększenie dostępu do terenów zielonych,
- stymulowanie rozwoju gospodarczego.

Powyższa grupa kryteriów stanowi kryteria warunkujące zastosowanie danego rozwiązania NBS, w konkretnym obszarze Szczecina. Oczywistym kryterium dostępowym jest również zgodność danego rozwiązania NBS z istniejącymi normami prawnymi czy obostrzeniami wynikającymi z ograniczeń w ramach ustanowionych form ochrony przyrody. Kryteriami uzupełniającymi, na podstawie których wybierane będą konkretne rozwiązania z grupy możliwych do wdrożenia będą koszty wdrożenia i eksploatacji oraz dostępność i znajomość technologii. Wymienione powyżej kryteria wyboru rozwiązań NBS mają na celu wsparcie dla zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi, które opierają się na procedurach i integracji międzysektorowej, na długoterminowym planowaniu, rachunku ekonomicznym uwzględniającym wartość środowiska i przyrody. Kryteria wyboru oraz wiedza o sposobie funkcjonowania systemu powinny stanowić narzędzie do dyskusji na etapie partycypacji społecznej.

Rozwijając schemat decyzyjny opisany w Koncepcji poniżej przedstawiono ogólny schemat doboru rozwiązań NBS dostosowanych do uwarunkowań lokalnych. Należy jednak pamiętać aby każdorazowo przeprowadzić pogłębioną analizę potrzeb oraz oczekiwanych korzyści z wdrożenia oraz przeprowadzić proces partycypacyjny pozwalający w pełni zidentyfikować potrzeby i oczekiwania mieszkańców.

Schemat doboru rozwiązań NBS zawarto w Załączniku nr 6.

Wybór konkretnych rozwiązań powinien być poprzedzony analizą potencjalnych kosztów i korzyści oraz oceną potencjału do obsługi konkretnych rozwiązań NBS. Chociaż wielkość retencji będzie zależała od skali konkretnych projektów, a ich eksploatacja od typów rozwiązań, można przyjąć ogólne wskaźniki obrazujące te charakterystyki.

Jednocześnie jak już wspomniano wcześniej rozwiązania NBS, w odróżnieniu od rozwiązań tradycyjnych, charakteryzują się wielofunkcyjnością i przy wyborze konkretnych projektów należy się kierować oceną potencjału do świadczenia innych usług. W poniższej tabeli zestawiono dodatkowe korzyści jakie mogą generować poszczególne rozwiązania NBS.

Tabela 11 Inne korzyści rekomendowanych rozwiązań NBS

Rozwiązanie NBS	Oczyszczanie wody	Redukcja ciepła	Bioróżnorodność	Rekreacja
Zielone rowy	tak	nie	tak	nie
Niecki infiltracyjne	tak	nie	tak	nie
Muldy chłonne	tak	nie	tak	nie
Skrzynki rozsączające	tak	nie	Nie	nie
Parki kieszonkowe	nie	tak	Tak	tak
Zielone place zabaw	nie	tak	Tak	tak
Ogrody deszczowe	tak	tak	Tak	tak
Ogrody deszczowe w donicach	tak	tak	Nie	nie
Zielone dachy	tak	tak	Tak	nie
Zielone fasady	tak	tak	Tak	nie
Zbiorniki retencyjno-wstrzymujące	tak	nie	Nie	tak
Stawy retencyjne	tak	tak	Tak	tak
Nawierzchnie wodoprzepuszczalne	tak	nie	Nie	nie

Źródło: opracowanie GIG

Większość opisanych powyżej rozwiązań NBS może być skutecznie stosowana w różnych obszarach Szczecina, a ich lokalizacja będzie zależała od uwarunkowań lokalnych oraz dostępności przestrzeni.

4.3 Rekomendacje dla jednostek odwodnieniowych

Implementacja rozwiązań NBS przynosi wiele korzyści, ze względu na temat opracowania szczególną uwagę zwrócono na retencjonowanie wód opadowych. Wdrożenie zaproponowanych rozwiązań NBS przyniesie jednak korzyści w innych obszarach funkcjonowania miasta tj. dostęp do zieleni, termoregulacja, ochrona bioróżnorodności, oczyszczanie powietrza i wód jak również podniesie wartość krajobrazową terenu. Bezpieczna i atrakcyjna przestrzeń to również większa wartość ekonomiczna gruntów przeznaczonych do zamieszkania bądź prowadzenia działalności gospodarczej. W podrozdziale przedstawiono rekomendacje dla jednostek odwodnieniowych uwzględniając ich charakter, uwarunkowania oraz problemy szczegółowo opisane w Koncepcji.

Jednostka odwodnieniowa 1 Śródmieście

- retencjonowanie wód opadowych z dachów wykorzystując rozwiązania NBS – parki kieszonkowe, ogrody deszczowe w donicach,
- przekierowanie części wód opadowych na istniejące skwery i zieleńce.

Jednostka odwodnieniowa 2 Centrum południe

- ze względu na przeciążenie systemu kanalizacyjnego brak zgody na podłączanie nowych terenów inwestycyjnych do sieci kanalizacyjnej (poza przelewami awaryjnymi),
- w ramach nowobudowanych obiektów konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min.
- wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące.

Jednostka odwodnieniowa 3 Centrum północ

- ze względu na przeciążenie systemu kanalizacyjnego brak zgody na podłączanie nowych terenów inwestycyjnych do sieci kanalizacyjnej (poza przelewami awaryjnymi),
- w ramach nowobudowanych obiektów konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min.
- wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące,
- analiza możliwości odkrycia zarurowanego koryta Osówki.

Jednostka odwodnieniowa 4 Bukowa Dolna

- w ramach nowobudowanych obiektów konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min.
- wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach.
- analiza możliwości zwiększenia pojemności retencyjnej Jeziora Słonecznego.

Jednostka odwodnieniowa 5 Bukowa – Stobnica

- w ramach nowobudowanych obiektów konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min.

- wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące.

Jednostka odwodnieniowa 6 Potoki wzgórza

- ochrona dolin cieków przed zabudową i przekształceniem.

Jednostka odwodnieniowa 7 Warszewiec

- ze względu na przeciążenie systemu kanalizacyjnego brak zgody na podłączanie nowych terenów inwestycyjnych do sieci kanalizacyjnej (poza przelewami awaryjnymi),
- w ramach nowobudowanych obiektów konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min.
- na gruntach typu B wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące.
- ochrona dolin cieków i zbiorników przed zabudową z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.

Jednostka odwodnieniowa 8 Żelechowa

- ochrona dolin cieków i zbiorników przed zabudową z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.
- otwarcie zarurowanego odcinka rowu bez nazwy w Parku Brodowskim.

Jednostka odwodnieniowa 9 Gręziniec

- ochrona dolin cieków przed zabudową i przekształceniem z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.
- w ramach nowobudowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach.

Jednostka odwodnieniowa 10 Glinianka

- ochrona dolin cieków przed zabudową i przekształceniem z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.
- w ramach nowobudowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach.

Jednostka odwodnieniowa 11 Skolwinka – Stołczynka

- ochrona dolin cieków przed zabudową i przekształceniem z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.
- przy wzroście udziału terenów zabudowanych należy przeprowadzić analizę możliwości zwiększenia zdolności retencyjnych Stawu Bukowskiego.
- w ramach budowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach.

Jednostka odwodnieniowa 12 Stołczyn Nabrzeże

- w ramach budowanych obiektów przemysłowych i przemysłowo-usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód.

Jednostka odwodnieniowa 13 Skolwin – Północ

- w ramach budowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach.
- w ramach budowanych obiektów przemysłowych i przemysłowo-usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód.
- Ze względu na wysoki poziom wód gruntowych konieczność szczegółowej analizy warunków gruntowo-wodnych przed realizacją inwestycji oraz dobór technologii chroniących wody podziemne.

Jednostka odwodnieniowa 14 Jezioro Dąbie i Małe Dąbie

- brak terenów zabudowanych.

Jednostka odwodnieniowa 15 Międzyodrze – Śródmieście

- w ramach ndowanych obiektów przemysłowych i usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód.
- Ze względu na wysoki poziom wód gruntowych konieczność szczegółowej analizy warunków gruntowo-wodnych przed realizacją inwestycji oraz dobór technologii chroniących wody podziemne.

Jednostka odwodnieniowa 16 Międzyodrze – Południe

- brak terenów zabudowanych.

Jednostka odwodnieniowa 17 Prawobrzeże – Północ

- w ramach budowanych obiektów przemysłowych i usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód.
- Ze względu na wysoki poziom wód gruntowych konieczność szczegółowej analizy warunków gruntowo-wodnych przed realizacją inwestycji oraz dobór technologii chroniących wody podziemne.
- w ramach budowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach.

Jednostka odwodnieniowa 18 Płonia Dolna

- w ramach budowanych obiektów przemysłowych i usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód.
- Ze względu na wysoki poziom wód gruntowych w części zlewni konieczność szczegółowej analizy warunków gruntowo-wodnych przed realizacją inwestycji oraz dobór technologii chroniących wody podziemne.
- w ramach budowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na retencjonowaniu wód i spowolnienia odpływu: stawy retencyjne, zielone dachy i fasady, ogrody deszczowe w donicach, a w obszarach o dobrej przepuszczalności gruntu wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące.
- ochrona brzegów zbiorników i dolin cieków przed zabudową i przekształceniem z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.

Jednostka odwodnieniowa 19 Płonia Górna

- ochrona brzegów zbiorników i dolin cieków przed zabudową i przekształceniem z zachowaniem szerokiej strefy ekotonowej.

Jednostka odwodnieniowa 20 Zdroje

- w ramach nowobudowanych obiektów usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min.

Jednostka odwodnieniowa 21 Podjuchy

- w ramach nowobudowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące.
- w ramach nowobudowanych obiektów przemysłowych i przemysłowo-usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód. Wskazane odprowadzanie do NBS opartych na infiltracji.

Jednostka odwodnieniowa 22 Żydowce-Klucz

- w ramach nowobudowanych obiektów wykorzystanie rozwiązań NBS opartych na infiltracji: zielone rowy, niecki infiltracyjne, muldy chłonne, skrzynki rozsączające, zbiorniki retencyjno-wstrzymujące.
- w ramach nowobudowanych obiektów przemysłowych i przemysłowo-usługowych konieczność zagospodarowania 100% wód opadowych dla deszczu p = 50% i t = 15 min, koniecznie z systemem podczyszczania wód. Wskazane odprowadzanie do NBS opartych na infiltracji.

Wytyczne techniczne

5. WYTYCZNE TECHNICZNE

5.1 Odwodnienie pasów drogowych do urządzeń NBS

Woda z pasów drogowych, przed wprowadzeniem do urządzeń NBS, powinna być poddana oczyszczaniu wstępnemu (np. przez osadniki, prefiltry, lub odpowiednio zaprojektowane wpusty z koszami). Poniżej przedstawiono wytyczne jakich należy przestrzegać przy odwodnieniu pasów drogowych:

- rozwiązania NBS, do których odwadniany jest pas drogowy powinny być lokalizowane poza jezdnią, z zachowaniem odpowiednich spadków (min. 0,2%,) dla szybkiego i bezpiecznego odprowadzenia wody,
- system odwodnienia przykrawężnikowego powinien być zaprojektowany tak, aby kierować wodę do przyległych obszarów zielonych (rozwiązań NBS),
- wpusty powinny być rozmieszczone co 10 m, otwór 5 × 20 cm (wydajność Q = 0,05 m^3/s przy deszczu 50 l/(s·ha)) lub zgodnie z dokładnymi obliczeniami hydraulicznymi projektu.

Alternatywnie do wpustów, można stosować:

- obniżone krawężniki,
- koryta spływowe i bariery kierujące,
- wpusty przepuszczalne,
- odwodnienia liniowe z wlotem bocznym.

Rysunek 3 Rekomendowane sposoby odwodnienia ulic do rozwiązań NBS
Źródło: www.sustainabletechnologies.ca

5.2 Sieć kanalizacji deszczowej

Sieć kanalizacji deszczowej powinna być realizowana zgodnie z poniższymi wytycznymi oraz ze standardami przyjętymi przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. z siedzibą w Szczecinie.

Kanały kanalizacji deszczowej – technologie wykopowe

Rury i kształtki w zakresie średnic 200-400 mm powinny być wykonane z rur z PVC-U o ściance litej wg normy PN-EN1401-1 z wydłużonym kielichem, łączonych na uszczelki klasy S. Minimalna sztywność obwodowa dla rurociągów z tworzyw sztucznych nie powinna być mniejsza od SN 8 kN/m^2. Przewody kanalizacyjne muszą charakteryzować się najwyższą szczelnością, trwałością oraz odpornością chemiczną połączeń. Rury powinny spełniać poniższe wymagania:

- sztywność obwodowa – min. 8 kN/m^2,
- chropowatość bezwzględna powierzchni wewnętrznych o wsp. Kmax = 0,1 mm,
- odporność na działanie środowiska w zakresie odczynu pH (pH 2-12),
- połączenia kielichowo-uszczelkowe zapewniające szczelność 0,5 bara,
- najwyższa trwałość, szczelność i odporność chemiczna połączeń.

Kanalizację deszczową do ø 300mm włącznie należy projektować z rur betonowych, żelbetowych, kamionkowych kielichowych glazurowanych, rur litych PVC-U lub rur polipropylenowych (PP). Kanalizację deszczową od ø 300mm do ø 600mm włącznie należy projektować z rur betonowych, żelbetowych, kamionkowych kielichowych glazurowanych lub z rur polipropylenowych (PP). Kanalizację deszczową powyżej ø 600mm należy projektować z rur betonowych, żelbetowych lub kamionkowych kielichowych glazurowanych. Zastosowane przewody kanalizacyjne i kształtki muszą posiadać odpowiednie atesty i aprobaty techniczne. Składowanie rur i montaż powinien być prowadzony zgodnie z instrukcją producenta. Przy ostatecznym projektowaniu i doborze materiałów należy przestrzegać zasady zachowania jednorodności stosowanych materiałów oraz uwzględniać wymagania producentów dotyczące technologii zabudowy wybranych materiałów. Materiały, z których wykonane będą sieci kanalizacyjne (rury i kształtki) muszą być dopuszczone do stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych zgodnie z Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.). Materiały te muszą posiadać: znak CE świadczący o zgodności materiału z normą zharmonizowaną lub krajowymi ocenami technicznymi lub europejską aprobatą techniczną lub (zamiast CE) znak budowlany, o którym mowa w art. 5 ust.1. pkt.3 ww. Ustawy. Przewody kanalizacyjne powinny być układane w odpowiedniej odległości od przebiegających równolegle innych przewodów.

Kanały kanalizacji deszczowej – technologie bezwykopowe

Rury kamionkowe glazurowane: do przewiertów, przecisków należy stosować rury kamionkowe, glazurowane zgodne z normą PN-EN 295-7:2013-07, łączone na mufy ze stali molibdenowej z uszczelkami kauczukowo-elastomerowymi.

Parametry wytrzymałościowe rur kamionkowych przewidzianych do wykorzystania w metodach bezwykopowej budowy kanalizacji powinny wynikać z indywidualnych obliczeń. Rury kamionkowe, kielichowe, glazurowane powinny być wykonane zgodnie z normą PN-EN 295-1:2013-06E. Ze względu na warunki występujące w miejscu montażu, rury kamionkowe powinny posiadać następujące parametry dopuszczające do stosowania w inżynierii komunikacyjnej:

- odporność na agresywne działanie medium zakresie odczynu pH (pH 0-14) ,
- wodoszczelność połączeń – woda 2,4 bar w czasie 15 min wg. ATV – DVWK-A 142, Pkt 3.1.,

- wytrzymałość na zgniatanie w zakresie od 40 do 160 kN/m (w zależności do średnicy rur),
- długość konstrukcyjną nie mniejszą niż 2,5 m,
- nasiąkliwość kamionki musi być zgodna z normą PN-EN 295-1:2013-06E, potwierdzona protokołami z badań.

Rury polimerobetonowe: do wykonania przewiertów, przecisków lub mikrotunelowania należy stosować rury polimerobetonowe wykonane z kruszywa kwarcowego o zróżnicowanym uziarnieniu i żywicy poliestrowej, posiadające odporność na agresywność środowiska chemicznego w zakresie pH 1-10 i łączone zwykorzystaniem systemowych łączników nierdzewnych ze stali minimum typu 1.4571, X6CrNiMoTi17-12-2.
Parametry wytrzymałościowe rur polimerobetonowych przewidzianych do wykorzystania w metodach bezwykopowej budowy kanalizacji powinny wynikać z indywidualnych obliczeń.
Rury bazaltowe: przeciskowe rury bazaltowe powinny charakteryzować się twardością rzędu 8 stopni w skali Mohsa, całkowitą odpornością na korozję, wysoką wytrzymałość na ściskanie i zginanie oraz odpornością chemiczną w zakresie pH 2-14. Właściwości rur bazaltowych powinny uwzględniać również wytyczne PN-EN 295.
Parametry wytrzymałościowe rur bazaltowych przewidzianych do wykorzystania w metodach bezwykopowej budowy kanalizacji powinny wynikać z indywidualnych obliczeń. Parametry techniczne rur powinny być potwierdzone aprobatą techniczną, np. Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (IBDiM).
Zagłębienie kanałów: zagłębienie przewodów kanalizacyjnych powinno uwzględniać głębokość przemarzania gruntu oraz rozmieszczenie urządzeń podziemnych w przekroju ulicy. Rurociągi powinny być ułożone w gruncie w sposób uniemożliwiający:

- zamarzanie w nich wód opadowych lub roztopowych w okresie zimowym,
- uszkodzenia pod wpływem obciążeń,
- niekorzystny wpływ uzbrojenia podziemnego.

W przypadku możliwości wystąpienia uszkodzeń od obciążeń zewnętrznych lub przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków gruntowo-wodnych i terenowych, wymagane jest przeprowadzenie obliczeń obciążeń statycznych i dynamicznych (obciążenie ruchem kołowym), potwierdzających dobór typu materiału z jakiego projektowany jest przewód kanalizacyjny, studzienki i inne elementy oraz przedstawienie sposobu posadowienia sieci i ww. obiektów. Ustalając zagłębienie kanału i jego spadek należy unikać powodowania kolizji z funkcjonującym uzbrojeniem podziemnym pozostałych branż.

Studnie kanalizacyjne

Wykonanie studni kanalizacyjnych złazowych (rewizyjnych) należy wykonać z typowych prefabrykowanych elementów betonowych o średnicy min. 1200 mm Dla kanałów o średnicy:

- 200 ÷ 400 mm studzienkę o średnicy 1200 mm,
- 500 mm ÷ 600 mm studzienkę o średnicy 1500 mm,
- 800 mm i większej – komory połączeniowe, zaprojektowane indywidualnie.

Komora połączeniowa powinna składać się z następujących części:

- komory roboczej,
- płyty stropowej nad komorą roboczą,
- komina włazowego,
- płyty pod właz,
- włazu typu ciężkiego klasy D400 kl. kN.

Studzienki powinny zostać wyposażone we włazy DN600mm typu ciężkiego z pierścieniem odciążającym, usytuowane w drogach, placach, wjazdach itp. Klasa włazu D400 zlicowana z poziomem

terenu (kN). Studnie zlokalizowane na terenach zielonych, chodnikach z włazem betonowym typu lekkiego bez konieczności stosowania pierścieni odciążających kl. C 250 lub B 125. Włazy wyposażone we wkładkę wygłuszającą. Kręgi studni łączone powinny być na uszczelkę gumową, elastomerową lub podobną w celu zapewnienia szczelności obiektu. Nie dopuszcza się stosowania na sieci kanalizacyjnej studni łączonych na zaprawę cementową. Studnie powinny być planowane w odległości maksymalnej co 60 m oraz każdorazowo w miejscach zmiany kierunku, spadku i załamaniach kolektora. Studzienki betonowe powinny być wykonane z betonu klasy nie mniejszej niż C35/45, wodoszczelnego W-6 o nasiąkliwości poniżej 4%. Klasa mrozoodporności min. F-150. W lokalnych drogach i drogach nienarażonych na duże obciążenia oraz w terenach zielonych dopuszcza się zastosowanie studni z tworzyw sztucznych o średnicy 1000 mm (polietylen PE, polipropylen PP lub żywic poliestrowa zbrojona włóknem szklanym). Studnie włazowe o średnicy od 1000 mm muszą być wyposażone fabrycznie w stopnie złazowe. Należy stosować elementy prefabrykowane konstrukcji studzienki z fabrycznie zamontowanymi stopniami złazowymi. Stopnie złazowe powinny być zamontowane mijankowo, w dwóch rzędach, w odległości pionowej 250 ± 5 mm, oraz w odległości poziomej, w osi stopni, 272 ±10 mm. Górna powierzchnia stopnia powinna być pozioma (ewentualny spadek nie powinien przekraczać 2%) Stopnie włazowe należy umieszczać nad spocznikiem o największej powierzchni. Studzienki powinny być wyposażone we włazy żeliwne zatrzaskowe, o średnicy 600 mm. Dno studzienki należy wykonać jako monolityczne, połączenie ściany bocznej z płytą denną z betonu hydrotechnicznego klasy min. C35/45. Połączenia i elementy studzienek zgodnie z obowiązującymi normami i atestami. W przypadku środowiska o średnim lub dużym stopniu agresywności (określonego w normie PN-82/B-01800) studnie muszą być zabezpieczone ochronną warstwą powierzchniową, tj. wewnętrzną powłoką mineralną i zewnętrzną powłoką bitumiczną. Studnie muszą spełniać wymagania normy PN–B-10729 i PN-EN 1917. Studnie muszą spełniać wymagania w zakresie szczelności, wytrzymałości, trwałości użytkowej i odporności na czynniki chemiczne, fizyczne, biologiczne oraz odporność na ścieranie, a także muszą spełniać wymogi przepisów BHP oraz posiadać stosowne Aprobaty Techniczne wydane przez: COBRTI – INSTAL w Warszawie oraz IBDiM w Warszawie. Studzienki należy transportować, składować i montować zgodnie z instrukcją ich producenta. Przy projektowaniu i doborze materiałów należy przestrzegać zasadę zachowania jednorodności stosowanych materiałów oraz uwzględniać wymagania producentów.

Studnie niewłazowe

Dla kanałów o średnicy do DN315 dopuszcza się montaż studzienek o średnicy min. DN600 z tworzyw sztucznych (PP, PE/PP lub PVC) zgodnych z normą PN-EN 13598-2. Odporność chemiczna tworzywowych elementów składowych zgodnie z normą PN-EN 681-1. Studzienki zlokalizowane w pasie drogowym powinny być wyposażone w stożek odciążający. Dla większych średnic należy stosować studzienki z betonu. W przypadku studzienek z tworzyw sztucznych włączenie powyżej kinety należy wykonywać zgodnie z instrukcją montażową producenta studzienki. Studzienki wykonane materiałów trwałych, wodoszczelnych. Studnie z tworzywa wykonane powinny być zgodnie z systemowymi rozwiązaniami posiadającymi kinetę przelotową lub zbiorczą rozgałęźną (dolot lewy lub prawy) z PP, rura wznosząca karbowana PP oraz rura teleskopowa z włazem żeliwnym z wypełnieniem betonowym. Studzienki winny być dostosowane do zabudowy do max. głębokości zabudowy 4m. Szczegółowe dane w postaci zagłębienia i spadków należy określić w dokumentacji projektowej. Przy projektowaniu i doborze materiałów należy przestrzegać zasady zachowania jednorodności stosowanych materiałów oraz uwzględniać wymagania producentów.

Studnie kaskadowe

Włączenia przewodu kanalizacyjnego powyżej dna studzienki kanalizacyjnej powinno być realizowane na podstawie normy PN-B-10729: 2000. W przypadku kanałów o średnicy do 0,4m i wysokości spadku od 0,5m do 4m mogą być wykonywane studnie kaskadowe z rurą spadową umieszczoną na zewnątrz lub wewnątrz studzienki. Odległość osi górnego kanału od płyty stropowej powinna wynosić minimum 1m. Należy przewidzieć wykonanie studni kaskadowych w miejscach przekraczających maksymalną dopuszczalną prędkość w zależności od zaprojektowanego rozwiązania i dobranego materiału. Roboty montażowe w zakresie wykonania kaskady należy wykonać tak, aby odprowadzane do kanalizacji wody opadowe nie rozlewały się po spoczniku studni. Przy projektowaniu i doborze materiałów należy przestrzegać zasady zachowania jednorodności stosowanych materiałów oraz uwzględniać wymagania producentów dotyczące technologii zabudowy wybranych materiałów.

Studnie wpadowe

W rowach zbiorczych, w miejscach włączenia rowów do planowanej kanalizacji deszczowej należy przewidzieć włączenie poprzez studnie wpadowe wg KPED z osadnikiem. Studnie wpadowe powinny spełniać następujące wymagania:

- wytrzymałość na ściskanie: klasa co najmniej C30/37 wg PN-EN-206-1:2003,
- stopień wodoszczelności: W12,
- stopień mrozoodporności w wodzie: F150,
- nasiąkliwość: ≤ 5%.

Wpusty deszczowe do kanalizacji

Należy stosować wpusty deszczowe wg Katalogu Powtarzalnych Flementów Drogowych (KPED) karta 02.13, z osadnikami piasku, z kręgów betonowych 500mm, pierścieniem odciążającym i płytą betonową C35/45 gr. 15 cm pod wpust. Z wpustu wyjście przykanalikiem 160 lub 200 mm z rur kanalizacyjnych PVC-U kl. S, SN 8 LITE. Wysokość osadnika min. 0,5m. Wpusty uliczne żeliwne klasy D400 kl. kN. Stosowane zwieńczenia żeliwne muszą być zgodne z normą PN-EN 124. Zwieńczenia wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni do ruchu pieszego i kołowego muszą posiadać aktualną aprobatę techniczną. Wszystkie stosowane materiały muszą spełniać wymagania aprobat technicznych lub Polskich Norm. Wpusty deszczowe powinny spełniać następujące wymagania:

- wytrzymałość na ściskanie: klasa co najmniej C45/55,
- wskaźnik w/c: ≤ 0,45,
- klasa zawartości chlorków: Cl 0,2,
- stopień wodoszczelności: W12,
- stopień mrozoodporności w wodzie: F150,
- nasiąkliwość: ≤ 4%.

5.3 Katalog rekomendowanych roślin do rozwiązań NBS

Dobór roślin do rozwiązań NBS powinien być zgodny Zarządzeniem Nr 140/21 Prezydenta Miasta Szczecin z dnia 23 marca 2021 r. z póź. zm. w sprawie Standardów utrzymania, ochrony i rozwoju terenów zieleni Miasta Szczecin oraz obowiązków służących ich wdrożeniu. Standardy zawierają listę roślin rekomendowanych do sadzenia na terenie Szczecina w zależności od stref funkcjonalnych miasta

oraz warunków lokalizacyjnych. W dokumencie uwzględniono również wykaz roślin terenów przywodnych w ramach katalogu drzew i krzewów strefa zieleni ekologicznej. Lista ta może stanowić podstawę do nasadzeń roślinności w ramach NBS retencjonujących wody opadowe.
Wykaz roślin rekomendowanych do zastosowania przy wdrażaniu rozwiązań NBS na terenie Szczecina przedstawiono w Załączniku nr 7.

5.4 Wytyczne do wymiarowania rozwiązań NBS

W zakresie wymiarowania rozwiązań NBS kluczowymi parametrami są wysokość opadu, ilość wód pochodząca z danego opadu oraz właściwości podłoża lub gruntu. Znając te podstawowe parametry możliwe jest odpowiednie zaplanowanie wielkości rozwiązań oraz prognozowanie efektów ich wdrożenia.
Miarodajne dane opadowe do obliczeń – wysokości opadów oraz natężenia deszczy, można czerpać z modelu PMAXTP (https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne), modelu PANDa, lokalnego modelu opadowego. W przypadku modelu PMAXTP, wartości podawane są jako wysokość opadu w milimetrach. Natężenie deszczu można wtedy wyznaczyć ze wzoru:

$$q = 166{,}7 * h/t,$$

gdzie

h - wysokość opadu,
t - czas trwania tego opadu [min].

Dobierając rozwiązania retencyjne i retencyjno-infiltracyjne należy obliczyć objętość retencyjną obiektu dla różnych czasów trwania deszczu i przyjmując maksymalny wynik tj. największą wartość. Prawdopodobieństwo przewyższenia opadu należy określić zgodnie z normą PN-EN 752: 2017. Zależy od lokalizacji obiektu NBS oraz ryzyka związanego z przeciążeniem obiektu i konsekwencjami wylania. Istotnym czynnikiem, który wpływa na możliwości zagospodarowania wód opadowych poprzez rozwiązania NBS są właściwości gruntu w zakresie jego przepuszczalności oraz położenia zwierciadła wód gruntowych. Współczynnik infiltracji podłoża gruntowego powinien być wyznaczany w badaniu geotechnicznym.Jego wartość powinna wynosić co najmniej $1 \cdot 10^{-5}$ m/s dla rozwiązań infiltracyjnych. Jednocześnie wody gruntowe powinny znajdować się poniżej 1,0 m od dna obiektu infiltracyjnego. . Ostatecznie skuteczność działania urządzenia NBS musi być poparta stosownymi obliczeniami.

5.5 Metoda monitorowania systemu

System monitorowania skuteczności prowadzenia gospodarki wodami opadowymi w oparciu o rozwiązania NBS powinien zakładać badanie stopnia realizacji celu jakim jest bardziej zrównoważona gospodarka wodami opadowymi. Jej odzwierciedleniem powinien być odpowiedni stosunek pojemności retencyjnej do wielkości powierzchni uszczelnionej. Wskaźnik ten może być uznany za jeden z najlepszych wskaźników zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi ze względu na jego kompleksowość i bezpośrednie odzwierciedlenie kluczowych procesów hydrologicznych w terenie zurbanizowanym. Wskaźnik ten bezpośrednio łączy przyczynę z efektem. Wzrost powierzchni uszczelnionych (dachy, drogi, parkingi) jest główną przyczyną szybkiego spływu i przeciążenia systemów kanalizacyjnych, co prowadzi do podtopień i zanieczyszczenia wód. Z kolei pojemność retencyjna jest podstawowym środkiem zaradczym, mającym na celu opóźnienie i zmniejszenie tego spływu. Wskaźnik ten jest również miarą równowagi hydrologicznej. Zrównoważona gospodarka wodą

dąży do naśladowania naturalnego obiegu wody. Wskaźnik ten informuje, czy w danym obszarze stworzono sztuczną kompensację dla utraconej naturalnej zdolności infiltracji i retencji. Wysoki stosunek retencji do uszczelnienia sugeruje, że potencjał retencyjny jest wystarczający, aby przejąć wodę z uszczelnionych terenów. Po trzecie, ma on praktyczne zastosowanie projektowe i planistyczne. Jest on łatwy do obliczenia i może być wykorzystywany jako kryterium projektowe. Umożliwia to monitorowanie postępu we wdrażaniu rozwiązań NBS i jest kluczowy w zarządzaniu gospodarką wodami opadowymi. Wskaźnik ten wymusza perspektywę lokalnego zarządzania i wykorzystania wód opadowych, co jest kluczowym aspektem zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi.

Proponuje się zatem aby począwszy od roku 2026 co rocznie, porównywać w ramach każdej jednostki odwodnieniowej, ilość wód opadowych do zagospodarowania z wielkością wybudowanej objętości retencyjnej. Do obliczeń rekomenduj się przyjąć 50% prawdopodobieństwo deszczu, o czasie trwania 30 minut, co daje ok. 15 000 l z 1 000 m^2 zabudowanej powierzchni terenu.

Do obliczeń należy gromadzić dane z Kart rozwiązań NBS gromadzonych w Wydziale Gospodarki Komunalnej. Karty zawierają informację w zakresie:

- Typu rozwiązania,
- Lokalizacji,
- Charakterystyce powierzchni,
- Bilansie wód opadowych na działce.

Proponuje się gromadzenie danych dla wszystkich nowych inwestycji. Do wyznaczenia wielkości retencji z nowych obiektów NBS posłużyć może dedykowany kalkulator dostępny on-line opracowany w ramach Wytycznych.

6

Dobre przykłady

6. PRZYKŁADY WDROŻEŃ

Wdrażanie rozwiązań NBS w gospodarce wodami opadowymi staje się jednym z kluczowych kierunków działań miast i gmin w obliczu rosnących wyzwań związanych ze zmianami klimatu, w tym coraz częściej występujących zjawisk ekstremalnych, takich jak intensywne opady czy okresy suszy. Rozwiązania NBS, wykorzystujące procesy i elementy przyrodnicze, pozwalają nie tylko na ograniczenie ryzyka podtopień i przeciążenia systemów kanalizacyjnych, ale również wspierają poprawę jakości życia mieszkańców poprzez tworzenie bardziej zielonej, zdrowej i atrakcyjnej przestrzeni miejskiej.

6.1 Gdańsk

Gdańsk jest uznawany za polskiego lidera w zakresie kompleksowego, systemowego podejścia do zarządzania wodami opadowymi oraz wdrażania błękitno-zielonej infrastruktury i rozwiązań NBS. Miasto od początku XXI wieku rozwija wielopoziomowe mechanizmy retencji, łączące infrastrukturę techniczną z zielenią miejską, co pozwoliło na stworzenie jednego z najbardziej zaawansowanych, zintegrowanych systemów zarządzania wodą deszczową w kraju. Kluczową rolę w realizacji Polityki Małej Retencji pełni wyspecjalizowana jednostka miejska Gdańskie Wody, odpowiedzialna za planowanie, wdrażanie i koordynację inwestycji związanych z małą retencją, systemami odwodnienia oraz zagospodarowaniem wód opadowych. Gdańsk konsekwentnie stawia na powierzchniowy system retencji miejskiej, oparty na wykorzystaniu naturalnych procesów retencjonowania, infiltracji i spowalniania odpływu. Retencja powierzchniowa traktowana jest jako fundament systemu zarządzania wodami opadowymi co pozwala osiągać następujące korzyści:

- środowiskowe (poprawa mikroklimatu, bioróżnorodności),
- przestrzenne (atrakcyjniejsze przestrzenie publiczne),
- społeczne (wyższy komfort życia mieszkańców).

Gdańsk rozwija retencję w pięciu uzupełniających się obszarach, które razem tworzą spójny system adaptacji miasta do zmian klimatu, porównywany do pięciu współpracujących palców dłoni. Są to następujące obszary:

- retencja zbiornikowa – zbiorniki mokre, półsuche i suche,
- retencja terenowa – zagłębienia w terenie, niecki chłonne, doliny potoków,
- retencja uliczna – systemy odwodnienia ulic,
- retencja przydomowa – ogrody deszczowe, zbiorniki na posesjach,
- zieleń miejska – parki, skwery, zielone dachy.

Gdańsk rekomenduje konkretne typy obiektów preferowanych w nowych inwestycjach:

- niecki infiltracyjne,
- ogrody deszczowe,
- zielone dachy,
- niecki trawiaste,
- elementy odwodnienia ulic.

Gdańsk stosuje trzypoziomowy model, który porządkuje odpowiedzialność i projektowanie. Poniżej zostały scharakteryzowane poszczególne poziomy zarządzania woda opadową w mieście.

POZIOM I (działka / budynek / osiedle) – retencjonowana powinna być woda z opadów o częstości: 10-letniej (min. 30 mm) lub objętości 60 mm w systemach bezodpływowych. Preferowane są systemy oparte na zieleni takie jak ogrody deszczowe, niecki chłonne. Dla zbiorników podziemnych stosuje się współczynnik bezpieczeństwa i systemy ostrzegania przed przepełnieniem.

POZIOM II (system miejski) – obejmuje hydrotechnikę miejską (klasa IV), w tym kanały, rowy, sieć deszczową i zbiorniki. Zagospodarowana powinna być woda z opadów o częstości 100-letniej. Wytyczne obejmują stosowanie systemów otwartych (retencja powierzchniowa) oraz zamkniętych (kanalizacja z obiektami towarzyszącymi), a także projektowanie zbiorników jako obiektów wielofunkcyjnych – retencyjnych, rekreacyjnych, przyrodniczych, edukacyjnych.

POZIOM III (zarządzanie kryzysowe) – dotyczy opadów katastrofalnych, przekraczających skalę 100-letnią. Działania prowadzi się zgodnie z Planem Zarządzania Kryzysowego Województwa Pomorskiego oraz Planem Zarządzania Kryzysowego Miasta Gdańska.

Model Gdańska pokazuje, że nowoczesne zarządzanie wodami opadowymi polega na łączeniu rozwiązań NBS, hydrotechniki i planowania kryzysowego w jeden system.

6.2 Wrocław

Wrocław rozwija spójny, systemowy model zarządzania wodami opadowymi, oparty na współpracy Urzędu Miejskiego, MPWiK S.A. oraz miejskich jednostek odpowiedzialnych za infrastrukturę, zieleń i rozwój przestrzenny. Za operacyjne wdrażanie polityki odpowiedzialne jest przede wszystkim MPWiK S.A., które oprócz podstawowych usług wodociągowo-kanalizacyjnych prowadzi działania związane ze zrównoważonym gospodarowaniem wodami opadowymi. Wrocław zakłada, że skuteczna polityka wodna wymaga zatrzymywania wody jak najbliżej miejsca opadu. Priorytetem jest lokalna retencja, infiltracja i wykorzystanie wód opadowych, co ogranicza ryzyko powodzi błyskawicznych, obniża obciążenie kanalizacji i poprawia mikroklimat.

MPWiK S.A., jako operator miejskiego systemu gospodarki wodami opadowymi, realizuje hierarchiczne podejście, w którym priorytetem jest zagospodarowanie wody w miejscu opadu, kolejnym etapem jej retencja, a działaniem ostatecznym odprowadzenie nadmiaru do kanalizacji deszczowej. MPWiK tworzy także modele hydrodynamiczne, które służą do planowania inwestycji, wyznaczania lokalizacji retencji oraz wydawania warunków technicznych dla nowych przyłączeń. Dzięki temu Wrocław rozwija system oparty na danych, a nie działaniach doraźnych. Ramy formalne systemu zarządzania wspierane są przez szereg dokumentów strategicznych i prawnych:

- Zarządzenie Prezydenta Wrocławia (2019) – określające zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi.
- Strategia Gospodarowania Wodami Opadowymi i Roztopowymi (GWO) - wprowadzona Zarządzeniem nr 11756/23 z 16 listopada 2023 r. Dokument definiuje kierunki rozwoju retencji, cele działań, narzędzia zarządcze i inwestycyjne.

Wrocław wspiera rozwój lokalnej retencji poprzez instrumenty finansowe, które zachęcają mieszkańców do stosowania rozwiązań zielono-niebieskich na własnych nieruchomościach. Ulgi podatkowe wprowadzone w 2015 roku promują powstawanie zielonych dachów i ścian, obniżając koszty ich realizacji i eksploatacji. Z kolei program „Złap Deszcz” umożliwia uzyskanie do 80%

dofinansowania (do 5 000 zł) na ogrody deszczowe, muldy, studnie chłonne czy zbiorniki na deszczówkę, dzięki czemu mieszkańcy stają się aktywnymi uczestnikami systemu retencji miejskiej.

Miasto opracowało dwa katalogi dobrych praktyk, które stanowią praktyczne narzędzie dla mieszkańców, projektantów i zarządców terenów. Dokumenty te stanowią narzędzia edukacyjne dla mieszkańców, a wspierają projektantów:

- Katalog dobrych praktyk cz. I – Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych,
- Katalog dobrych praktyk cz. II – Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na obszarze zabudowanym.

Katalogi dobrych praktyk stanowią kluczowe narzędzie Wrocławia, które w przystępny i praktyczny sposób przekłada ideę zielono-niebieskiej infrastruktury na konkretne działania możliwe do wdrożenia. Miasto promuje łączenie rozwiązań w układach kaskadowych, np.: woda z dachu, zbiornik, ogród deszczowy, mulda, zbiornik retencyjny. Takie „łańcuchy retencji" zwiększają odporność miasta na nawalne opady.

Wrocław wykorzystuje szeroki wachlarz rozwiązań powierzchniowych i podziemnych, których wybór powiązany jest z warunkami hydrogeologicznymi oraz charakterem przestrzeni:

- powierzchniowe – ogrody deszczowe, muldy, zielone dachy, tereny infiltracyjne, niecki trawiaste, nawierzchnie przepuszczalne,
- podziemne – skrzynki retencyjno-rozsączające, studnie chłonne, komory drenażowe, podziemne zbiorniki retencyjne,
- systemy podczyszczania – oparte na naturalnych procesach biologicznych, filtracji glebowej i roślinności hydrofitowej.

Wrocław wdraża retencję w sposób konsekwentny i wielopoziomowy: od edukacji mieszkańców, przez katalogi rozwiązań i programy dotacyjne, po strategię, modele hydrodynamiczne i hierarchię działań. Jest to przykład miasta, które rozwinęło pełny system gospodarki wodami opadowymi.

6.3 Malmö

Malmö od ponad dwóch dekad realizuje politykę zrównoważonego rozwoju oraz adaptacji do zmian klimatu, opartą na silnych podstawach prawnych, strategicznych i finansowych. Miasto przyjęło cele klimatyczne: neutralność klimatyczna do 2020 roku i 100% energii z OZE do 2030 roku Cele te stały się podstawą do wdrażania nowoczesnych rozwiązań środowiskowych, w tym błękitno-zielonej infrastruktury, gospodarki cyrkularnej, zielonych dachów, otwartych systemów retencji oraz modelowych dzielnic niskoemisyjnych. Strategia Malmö opiera się na założeniu, że woda opadowa powinna być zatrzymana i wykorzystana jak najbliżej miejsca opadu, a systemy odwodnienia mają naśladować naturalne procesy retencyjne. Miasto od lat odchodzi od kanalizacji zamkniętej na rzecz otwartych, widocznych systemów, w których woda jest elementem krajobrazu, edukacji i rekreacji.

Miasto opracowało standardy projektowe nakazujące stosowanie NBS przy każdej nowej inwestycji. Kluczowe narzędzia miasta to lokalne standardy retencji, wymóg stosowania rozwiązań powierzchniowych (rowy, kanały, ogrody deszczowe), plany adaptacji obejmujące całe dzielnice, europejskie standardy projektowania, partycypacja społeczna i edukacja. Kluczowym czynnikiem sukcesu Malmö jest silny system legislacyjny i polityczny, obejmujący krajowe strategie zrównoważonego rozwoju (od 2002 r.), szwedzki podatek węglowy wprowadzony już w 1991 r., a także szeroki dostęp do grantów rządowych (np. Local Initiatives Program – LIP) i programów finansowanych przez UE.

Malmö przeszło jedną z najbardziej kompleksowych transformacji miejskich w Europie, wykorzystując kryzys gospodarczy lat 80. do stworzenia długofalowej wizji zrównoważonego miasta. Po upadku stoczni Kockums miasto, wspólnie z mieszkańcami, biznesem i organizacjami lokalnymi, wypracowało wspólną wizję „eco-city" i ośrodka wiedzy, co stało się podstawą dla rewitalizacji dużych obszarów poprzemysłowych. Kluczowymi przykładami wdrażania tej wizji są Western Harbour oraz dzielnica Augustenborg. Dzięki tym działaniom Malmö jest dziś laureatem wielu nagród, m.in. UN Habitat Scroll of Honour, World Habitat Award oraz wyróżnień Komisji Europejskiej za regenerację obszarów poprzemysłowych. Dawny obszar ciężkiego przemysłu o powierzchni ok. 140 ha został przekształcony w nowoczesną dzielnicę mieszkaniowo-usługową z dostępem do morza, zielenią i przestrzeniami publicznymi. Transformację zapoczątkowała budowa Uniwersytetu Malmö (1998), a następnie pokazowy projekt mieszkaniowy Bo01 (2001), w którym wszystkie budynki zasilane są lokalnymi źródłami energii odnawialnej. Kluczowym elementem dzielnicy jest kompletny system gospodarowania wodami opadowymi, oparty na widocznych kanałach, stawach i przestrzeniach infiltracyjnych, które naśladują naturalny obieg wody i znacząco ograniczają ryzyko podtopień. Innym przykładem jest rewitalizacja dzielnicy Augustenborg, która rozpoczęła się w 1998 roku i trwała przez kolejne lata jako kompleksowa transformacja dzielnicowa. Była to rewitalizacja osiedla z lat 50-tych XX wieku, które borykało się z problemami społecznymi, technicznymi, urbanistycznymi i częstymi podtopieniami. Wprowadzono tereny zielone, modernizację budynków pod kątem efektywności energetycznej oraz systemy retencji powierzchniowej: otwarte kanały, rowy, stawy i mokradła, które dziś odprowadzają i oczyszczają ok. 90% wód opadowych. Kluczowym elementem było także rozwinięcie na dużą skalę zielonych dachów (9 000 m^2), co ograniczyło podtopienia, poprawiło mikroklimat i zwiększyło bioróżnorodność. W dzielnicy działa Scandinavian Green Roof Institute, wspierające rozwój technologii dachów zielonych w całej Europie.

Malmö jest jednym z najlepiej udokumentowanych europejskich przykładów miasta, które w sposób systemowy, długofalowy i oparty na danych wdrożyło rozwiązania NBS w skali całej przestrzeni miejskiej. Transformacja miasta od industrialnego zaplecza portowego po „eco-city" była możliwa dzięki połączeniu silnej wizji politycznej, wielosektorowej współpracy, dostępu do instrumentów finansowych oraz stosowaniu zintegrowanych strategii środowiskowych.