

Infrastruktura Wodna

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Poland

W PUBLIKACJI

Skuteczny program
zmniejszania strat wody

Efektywne zaopatrzenie miast
w bezpieczną wodę pitną

Zarządzanie opadami nawałnymi w
miastach odpornych na zmiany
klimatu i przyjaznych mieszkańcom

Miasta odporne na zmiany
klimatyczne, przyjazne dla
mieszkańców dzięki rozwiązaniom
wywodzącym się z przyrody

Zarządzanie deszczówką w sposób
zgodny z przyrodą

INFRASTRUKTURA WODNA

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Poland

Wersja 1.0

Wrzesień 2023

ZDJĘCIE NA STRONIE TYTUŁOWEJ

HOFOR

Opracowanie graficzne: Henrik Wedel Sivertsen

WYDAWCA

State of Green

PARTNER WYDAWNICZY

Water Technology Advisory EU in Poland

DZIĘKI WSPÓŁPRACY

Rozdział 1

NIRAS

Ranhill SAJ Sdn. Bhd.

VCS Denmark

Rozdział 2

Hjørring Water

Krüger-Veolia

AVK

Kamstrup

Grundfos

Leif Koch

DANVA

Rozdział 3

Frederiksberg Municipality

Frederiksberg Forsyning

Realdania

Marianne Levinsen - Landscape Architect

NIRAS

HOFOR – Zakład Wodociągowy obszaru metropolii

kopenhaskiej

Frederiksberg Forsyning

GEO

Babeng and Jacobs

Rozdział 4

Miasto Kopenhaga

HOFOR - Zakład Wodociągowy obszaru metropolii kopenhaskiej

THIRD NATURE

LYTT Architecture

WSP

SLA

NIRAS

Rozdział 5

Ramboll

SNE Architects

Victor Ash

Beatrice Hansson

BOGL

POBIERZ TĘ PUBLIKACJĘ

Pobierz tę publikację i inne podobne publikacje

Adres: www.stateofgreen.com/publications

WIĘCEJ INFORMACJI

W celu zamówienia tej publikacji bądź otrzymywania informacji o innych podobnych materiałach

prosimy o kontakt ze State of Green pod adresem: info@stateofgreen.com

COPYRIGHT NOTICE

© Copyright State of Green 2023



Funded by
the European Union

Indeks

1. Skuteczny program zmniejszania strat wody	4
2. Efektywne zaopatrywanie miast w bezpieczną wodę pitną	8
3. Zarządzanie opadami nawałnymi w miastach odpornych na zmiany klimatu i przyjaznych mieszkańcom	12
4. Miasta odporne na zmiany klimatyczne, przyjazne dla mieszkańców dzięki rozwiązaniom wywodzącym się z przyrody	16
5. Zarządzanie deszczówką w sposób zgodny z przyrodą	20

ROZDZIAŁ 1

Skuteczny program zmniejszania strat wody

Osiągnięcie niskiego poziomu strat wody poprzez podejście holistyczne

Pojawia się tu szereg aspektów - od początkowej fazy planowania po codzienne działanie, wykorzystanie wysokiej jakości instalacji, dobre wykonawstwo i wprowadzenie nowych technologii. Wszystkie te czynniki muszą współgrać w celu osiągnięcia niskich poziomów strat wody i zapewnienia sukcesu w długim horyzoncie czasu.

Osiągnięcie i utrzymanie poziomu strat wody zbliżonego do ekonomicznego poziomu wycieku (ELL), w oparciu o wyliczenia rachunku ekonomicznego kosztów operacyjnych, strategii i działań, wymaga silnego i ciągłego skupienia się na planowaniu, operacjach, konserwacji infrastruktury, wykonawstwie i monitorowaniu wydajności. Należy ustanowić system informacji zarządczej (SIZ) w celu ciągłego monitorowania wydajności operacji i oceny efektów wdrożonego programu. Im więcej informacji i danych podaje nam system dystrybucji wody i im bardziej zintegrowany jest SIZ, tym dokładniejsze będą wskaźniki wydajności. Pozwoli to na podejmowanie lepszych decyzji dotyczących nowych inwestycji. Dobrze ustawiony SIZ może być zatem kluczem do sukcesu

w zakresie ustalania priorytetów działań i zapewnienia szybkiego zwrotu z inwestycji. Bardzo ważne jest, aby program zarządzania wodą niefakturowaną (WNF) i kontrolą strat wody został wprowadzony i był rozumiany przez pracowników na wszystkich poziomach organizacji. Redukcja WNF musi być uzgodnioną strategią dla całej organizacji opartą na holistycznym planie głównym dotyczącym WNF. Budowanie potencjału pracowników na wszystkich szczeblach przedsiębiorstwa i jego wykonawców jest zatem istotnym elementem we wczesnej fazie programu redukcji WNF.

Produkty o wysokiej jakości są bardziej opłacalne w długim horyzoncie czasowym

Ponieważ ulepszenia w infrastrukturze dystrybucji wody muszą działać przez długi czas, zdecydowanie zaleca się oparcie wyboru na analizie kosztów cyklu życia i wykorzystaniu komponentów i produktów wysokiej jakości. Aspekty, które należy wziąć pod uwagę przy wyborze, zakupie i instalacji nowych komponentów obejmują długość i zakres gwarancji, całkowity koszt posiadania, zużycie energii, a tak-

Indeks ILI pomaga określić nam stopień awarii i podjąć określone działania.

ILI	Poziom ILI	Powaga awarii
< 2	Bardzo niska/niska	Nie jest wymagane żadne działanie. Zwykle nieopłacalne ekonomicznie
2 – 4	Średnia	Uważne monitorowanie obszaru i gotowość do interwencji
4 – 8	Wysoka	Zaplanowanie interwencji
> 8	Bardzo wysoka	Wymagana natychmiastowa interwencja

że ich dokładność i długoterminową niezawodność. Różne aspekty skutecznego zmniejszania i utrzymywania niskiego poziomu WNF zostały opisane w kolejnych rozdziałach.

Zastosowanie właściwych KPI dla WNF

WNF jest powszechnie wskazywana i zgłaszana w raportach wysokiego szczebla jako procent danych wejściowych do systemu. Podejście to jest akceptowalne dla poziomów WNF powyżej 20%, ponieważ WNF będzie wysoka bez względu na sposób pomiaru. Jednak na ten wskaźnik wydajności (PI) może wpływać szereg czynników, więc nie daje on dokładnego obrazu wydajności systemu. Dla pracowników zakładów wodociągowych odpowiedzialnych za wdrażanie strategii i działań mających na celu zmniejszenie WNF poziomy WNF i wycieków powinny być zgłaszane zarówno w metrach sześciennych/km rury/dzień, jak i metrach sześciennych/przyłącze/dzień. Międzynarodowe Stowarzyszenie Wodne (IWA) zdefiniowało ponadto infrastrukturalny wskaźnik wycieków (ILI), który przedstawia rzeczywiste straty w stosunku do oczekiwanych nieuniknionych strat wody w systemie.

Oblicza się go biorąc pod uwagę ciśnienie robocze, liczbę połączeń i długość wodociągu. Korzystając z tych dodatkowych wskaźników wydajności, zakład wodociągowy może znacznie skuteczniej ukierunkować swoje działania mające na celu zmniejszenie WNF na obszary fizyczne i elementy bilansu wodnego o najkrótszym i najwyższym zwrocie z inwestycji.

Przykład

Rozważmy dwa różne systemy, wiejski i miejski, w których system wiejski ma trzy razy większą długość wodociągów niż system miejski, ale liczba klientów jest taka sama, zużycie jest identyczne, a dane wejściowe systemu są identyczne. Procent wycieków będzie taki sam. Jednak system miejski będzie miał trzykrotnie wyższy wyciek na kilometr wodociągu, dzięki czemu wykrywanie wycieków będzie znacznie bardziej skuteczne w systemie miejskim, z krótszym czasem zwrotu niż w systemie wiejskim, a tym samym wydajność o wiele gorsza niż w systemie wiejskim.

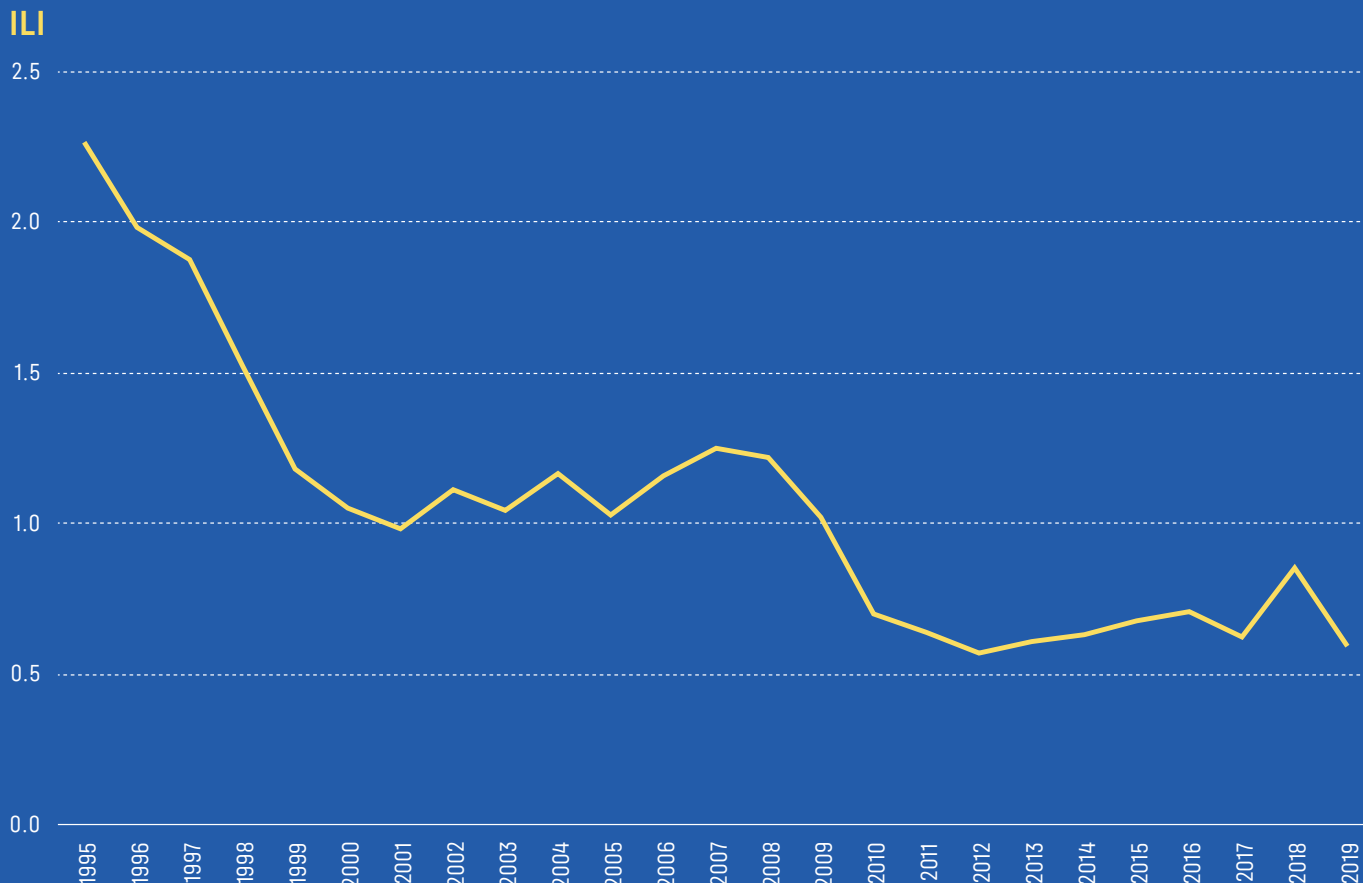


Wdrażanie kompleksowego planu redukcji WNF, stan Johor, Malezja

Ranhill SAJ dostarcza wodę do około 3,9 miliona mieszkańców. Roczne rozliczane zużycie wody wynosi około 475 milionów m³ przy WNF około 24 procent. Ranhill SAJ z powodzeniem zmniejszył WNF z 47% do 24% poprzez dedykowaną kontrolę wycieków, a obecnie celem jest zmniejszenie WNF do 5% do końca 2025 roku. Projekt redukcji WNF w Johor obejmuje kompleksowy program renowacji i wymiany rur, w połączeniu z wykrywaniem wycieków, zarządzaniem ciśnieniem, wymianą liczników i ich automatycznym odczytem, aktualizacją GIS, modelowaniem sieci hydraulicznej oraz wdrożeniem systemu SCADA, a także systemu informacji zarządczej. Całkowity budżet wynosi 4,17 mld MYR, czyli ok. 876 mln EUR. Pierwszy ukończony DMA obejmował 6,3 km magistral i 529 przyłączy. Połowa wszystkich magistral i przyłączy wymieniona na w pełni spawany system HDPE. Po wymianie WNF wyniósł poniżej 5 procent, a w strefach, w których dokonano pełnej wymiany nie wykryto żadnych wycieków.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

Ranhill SAJ Sdn. Bhd. oraz NIRAS



Dedykowana sieć oraz wysiłki na rzecz optymalizacji systemu doprowadziły do imponujących rezultatów w zakresie WNF, Odense

W mieście Odense, rodzinnym mieście znanego duńskiego baśniopisarza Hansa Christiana Andersena, przedsiębiorstwo wod-kan VCS Denmark zaopatruje miasto w czystą wodę pitną od 1853 roku. VCS Denmark obsługuje siedem zakładów wodociągowych, osiem oczyszczalni ścieków i 3400 km sieci wodociągowej. Od 1993 roku VCS Denmark przeprowadzało podział sieci rurociągów na strefy pomiarowe (DMA). Na całej sieci wodociągowej znajduje się obecnie 63 DMA, nadzorowanych przez system SCADA, obejmujący ponad 95% sieci zasilającej. Umożliwia to optymalne działanie i wykrywanie wycieków. Ponadto w ciągu 10 lat przeprowadzono program renowacji rur, zmniejszając częstotliwość pęknięć o 50 procent. W 2019 roku VCS Denmark uzyskał WNF na poziomie 5,3%, straty wody na poziomie 1,22 m³/km/dzień i ILI na poziomie 0,60. Obecnie niskie poziomy wycieków i bezpieczna dystrybucja wody są osiągnięte przy pomocy inteligentnych wodomierzy, aktywnej kontroli wycieków online w DMA i systemu wspomaganie decyzji zarządczych. Co pięć minut sieć nadzorowana przez SCADA oblicza optymalne ciśnienie i przepływ na podstawie danych z wartości online w DMA i pięciu przepompowniach. W ten sposób straty są ograniczone do minimum.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

VCS Denmark

ROZDZIAŁ 2

Efektywne zaopatrywanie miast w bezpieczną wodę pitną

Zrównoważone i przyjazne mieszkańcom miasto wymaga pewnego, i wydajnego zaopatrzenia w wodę pitną.

Zapewnienie wystarczających dostaw czystej wody pitnej dla rosnącej populacji miejskiej jest wyzwaniem dla wielu miast na całym świecie. Duński model miejskiego zaopatrzenia w wodę może być źródłem inspiracji, ponieważ zapewnia wydajne i bezpieczne dostawy wysokiej jakości wody w sposób przejrzysty i demokratyczny.

Wzrost liczby ludności i urbanizacja wywierają coraz większą presję na zaopatrzenie w wodę w miastach. Według szacunków Organizacji Narodów Zjednoczonych do 2025 r. połowa ludności świata będzie mieszkać na obszarach dotkniętych niedoborem wody. Ponadto niedawny globalny kryzys zdrowotny spowodowany pandemią COVID-19 podkreśla znaczenie dostępu do czystej wody w celu ochrony zdrowia ludności.

Źródło inspiracji dla świata: wody podziemne jako zrównoważony zasób wody pitnej

Aby przetrwać niedobór wody na obszarach wiejskich i miejskich na całym świecie, niezmiernie ważna jest wiedza na temat ilości i jakości dostępnych zasobów wodnych. Wody podziemne są dostępne w wielu krajach, ale często albo nie są w ogóle wykorzystywane, albo są nadmiernie eksploatowane z powodu braku wiedzy lub złego zarządzania. Zaopatrzenie w wodę pitną w Danii opiera się w

całości na wodach podziemnych, które są zrównoważonym źródłem wysokiej jakości, ponieważ są mniej podatne na krótkoterminowe zmiany w strukturze opadów niż wody powierzchniowe. Doprowadziło to do wdrożenia intensywnych programów mapowania, monitorowania i ochrony wód podziemnych. Dania jest stosunkowo gęsto zaludniona i prowadzi bardzo intensywną działalność rolniczą, co powoduje szereg wyzwań w zakresie zanieczyszczenia wód gruntowych i eutrofizacji. Stosunkowo nowym wyzwaniem jest przenikanie do wód podziemnych szerokiej gamy zarówno znanych, jak i nowych pestycydów. Potwierdza to potrzebę istnienia zarówno solidnego systemu monitorowania, jak i rozwijania kompetencji w zakresie obchodzenia się z pestycydami. Jednocześnie długoterminowe wysiłki z ukierunkowanymi kampaniami informacyjnymi stworzyły silną świadomość pochodzenia wody pitnej w Danii. Wzmacnia to krajową gotowość do ochrony tego cennego źródła wody.

Zapewnianie wody pitnej o wysokiej jakości przy niskim śladzie węglowym

Różne środki ochrony wód wprowadzone w Danii zaowocowały wysoką jakością wód podziemnych, co pozwala na produkcję i dystrybucję wody pitnej bez konieczności dezynfekcji. Wody podziemne są uzdatniane poprzez napowietrzanie, po którym następuje pojedyncza lub podwójna szybka filtra-



cja piaskowa, która obejmuje szereg złożonych procesów mikrobiologicznych, które mogą usuwać zanieczyszczenia w rodzaju pestycydów. Sektor wodny ma do odegrania ważną rolę w redukcji emisji dwutlenku węgla na całym świecie. Biologiczne szybkie filtry piaskowe - stosowane, udoskonalane i optymalizowane w Danii od dziesięcioleci - zyskują obecnie coraz większą popularność na arenie międzynarodowej, do czego przyczynia się także ich niski ślad węglowy. Aby utrzymać wysoką jakość wody na całej drodze od studni do kranu, system musi być dobrze utrzymany i zbudowany z wysokiej jakości materiałów. W tym celu przydatny jest system wspomagający zarządzanie, taki jak "Plany Bezpieczeństwa Wody" (DDS), z którego muszą korzystać wszystkie główne przedsiębiorstwa wodociągowe w Danii.

Redukowanie strat wody na obszarach miejskich w celu sprostania przyszłemu zapotrzebowaniu

Ważnym sposobem na sprostanie rosnącemu zapotrzebowaniu na wodę pitną w miastach jest ograniczenie na tych terenach strat wody oraz ilości wody niefakturowanej (WNF). Obecnie traci się lub nie fakturuje aż 25-50 proc. wody dystrybuowanej na całym świecie. Stanowi to zarówno zagrożenie dla środowiska - zwłaszcza na obszarach o wysokim niedoborze wody - jak i dla rentowności finansowej przedsiębiorstw wodociągowych z powodu utraty przychodów

i niepotrzebnie wysokich kosztów operacyjnych. W Danii współpraca publiczno-prywatna doprowadziła do powstania zaawansowanych technologii w celu rozwiązania problemu wody niefakturowanej, takich jak inteligentne liczniki, zawory, pompy i rury, a także narzędzia i metody planowania, monitorowania i zarządzania stratami wody. Przy połączeniu z zachętą ekonomiczną dla przedsiębiorstw wodociągowych do zmniejszenia strat wody do poziomu poniżej 10%, Dania osiągnęła jeden z najniższych na świecie poziomów WNF, ze stałą średnią krajową wynoszącą zaledwie 6-8%.

Dążenie do zwiększenia wydajności dzięki danom, cyfryzacji i innowacjom

Duńskie przedsiębiorstwa wodociągowe działają na wysokim poziomie przejrzystości, a informacje dotyczące zarówno cen, jak i jakości wody są publicznie dostępne. Przejrzystość ta przełożyła się na rozwój zaawansowanych baz danych wody pitnej z informacjami na temat np. jakości wody, codziennych danych operacyjnych, systemów dystrybucji itp. Dostępność danych stymuluje poprawę wydajności poprzez zwiększoną cyfryzację, uczenie maszynowe i podejmowanie decyzji w oparciu o dane. Ponadto szybka i skuteczna wymiana danych znacząco ułatwia tworzenie partnerstw publiczno-prywatnych w zakresie innowacji.



Zmniejszanie strat wody miejskiej w Czangczun, Chiny

Zmniejszenie strat wody pitnej jest w Chinach krajowym priorytetem, jako że rząd centralny nakazał miastom utrzymanie poziomu WNF na poziomie niższym lub równym 12 procent. W Czangczun, w prowincji Dżilin, Changchun Water Group (CWG) dąży do osiągnięcia właśnie tego celu. W 2017 r. CWG zainicjowała współpracę z duńskim miastem siostrzanym Hjørring i z kilkoma duńskimi firmami. Aby udokumentować pierwotny poziom strat wody, zainstalowano sprzęt monitorujący online i przeprowadzono cyfrowe badania przepływu i ciśnienia w okresie 11 miesięcy w dwóch obszarach działania CWG. Udokumentowało to całkowity poziom WNF wynoszący do 35%, przy czym straty komercyjne stanowiły około 15%, a resztę stanowiły straty fizyczne.

Aby zmniejszyć ten poziom, oczekuje się zastosowania szeregu rozwiązań technologicznych i usługowych - dobrze udokumentowanych w warunkach duńskich. Zmniejszenie WNF do 12 proc. doprowadziłoby do rocznego wzrostu wartości o ok. 20 mln euro. Bazując na doświadczeniach z dwóch lokalizacji demonstracyjnych, inwestycja w rozwiązania usługowe i technologiczne w zakresie WNF zwróciłaby się w ciągu około 3 lat.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

Hjørring Water, Krüger-Veolia, AVK, Kamstrup, Grundfos, Leif Koch oraz DANVA



Inteligentne wodomierze przyczyniają się do oszczędzania 4 milionów litrów wody pitnej na obszarze ubogim w wodę, Zatoka Saldanha, RPA

Zatoka Saldanha znajduje się w ubogiej w wodę części Republiki Południowej Afryki, na północ od Kapsztadu. W 2017 r. region ten stanął w obliczu jednej z najgorszych susz w swojej historii. Władze gminy wiedziały, że muszą zacząć ratować zasoby wodne i zarządzać nimi w inny sposób, aby zapewnić zrównoważone dostawy wody dla społeczności. Gmina wprowadziła surowe ograniczenia dotyczące poboru wody, a jednocześnie zdecydowała się zainwestować w inteligentne rozwiązanie do pomiaru wody z danymi w czasie rzeczywistym, aby zmniejszyć jej straty. Projekt rozpoczął się w 2017 r. od programu pilotażowego w Vredenburgu, gdzie zainstalowano stałą sieć z jednym koncentratorom i 2 558 wodomierzami.

Obecnie zakład wodociągowy otrzymuje, dzięki alarmom z wodomierzy, dane za każdym razem, gdy w sieci dystrybucyjnej wystąpią wycieki lub pęknięcia. W ciągu pierwszych 30 dni działania zidentyfikowano i usunięto 317 alarmów w ciągu zaledwie kilku godzin od ich wystąpienia. Monitorowanie zużycia i bilansów wody w czasie rzeczywistym zaowocowało natychmiastowym spadkiem strat wody w gminie - do tej pory udało się zaoszczędzić ponad 4 miliony litrów. Po udanym pilotażu, w ciągu najbliższych lat w regionie zainstalowanych zostanie 30 000 inteligentnych wodomierzy.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

Kamstrup A/S

ROZDZIAŁ 3

Zarządzanie opadami nawałnymi w miastach odpornych na zmiany klimatu I przyjaznych mieszkańcom

Tworzenie miast przyjaznych dla mieszkańców poprzez zarządzanie opadami nawałnymi i burzowymi

W miarę nasilania się zmian klimatu zwiększy się częstość występowania nawałnic i innych ekstremalnych zjawisk pogodowych. Konieczne jest zatem zastosowanie w miastach rozwiązań mających na celu inteligentne i wielofunkcyjne zarządzanie opadami nawałnymi, co nie tylko będzie chronić miasta, ale również nieść ze sobą szereg innych korzyści.

Ogólne zasady infrastruktury wodnej w mieście przyjaznym dla mieszkańców

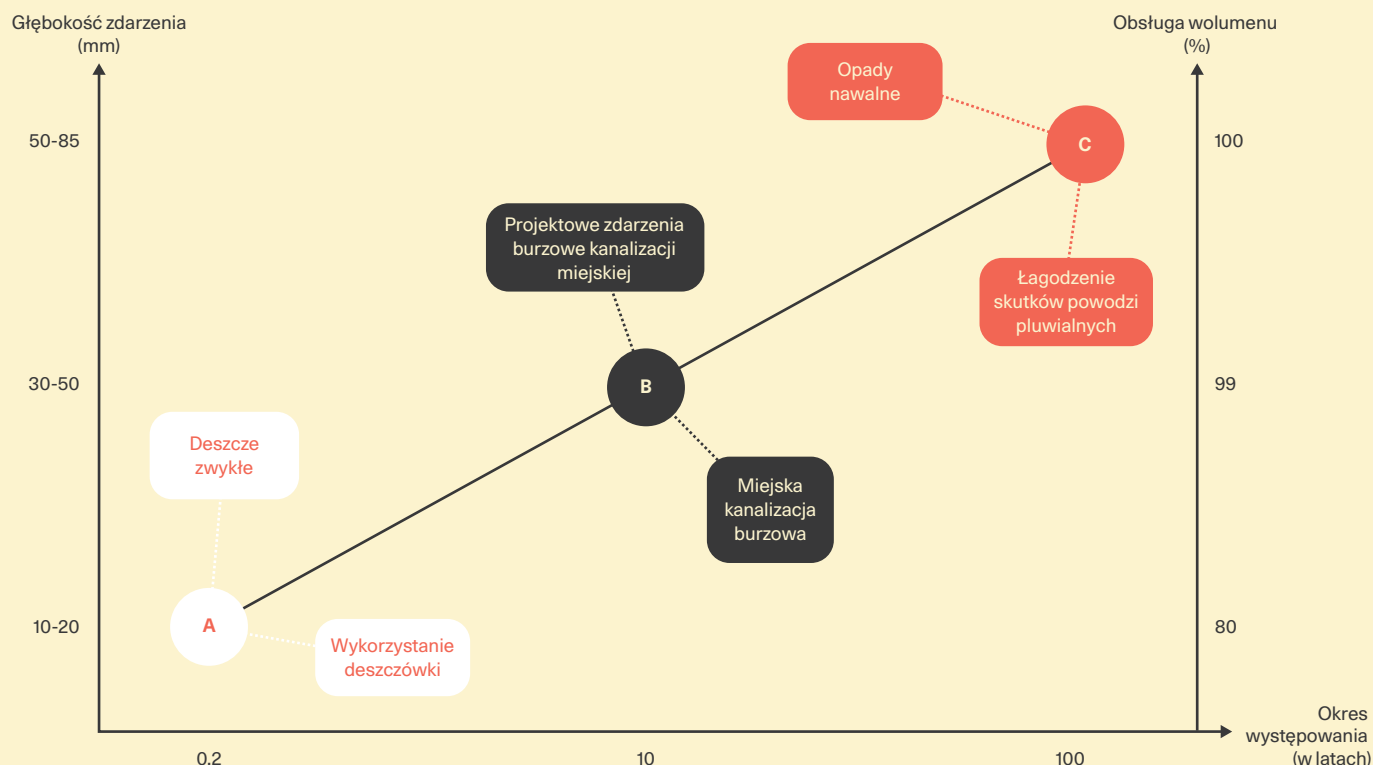
Gospodarka wodna w mieście przyjaznym dla mieszkańców zależy od infrastruktury hydraulicznej znajdującej się zarówno pod, jak i nad powierzchnią ziemi. W związku z tym procesy planowania i projektowania związane z zarządzaniem wodami opadowymi są dość złożone, a decyzje są często podejmowane na styku trzech głównych czynników (jak pokazano w metodzie podejścia 3-punktowego). (A) wykorzystanie zasobów wody deszczowej z uwzględnieniem „codziennych zdarzeń deszczowych”, (B) miejska kanalizacja burzowa uwzględniająca „zdarzenia opadowe” oraz (C) łagodzenie powodzi pluwialnych uwzględniające

„opady nawałne związane z oberwaniem chmury”. Oberwania chmury to krótkotrwałe, intensywne opady deszczu, które przekraczają przepustowość podziemnego systemu kanalizacyjnego i mogą powodować powodzie błyskawiczne i zakłócenia krytycznych funkcji miasta. Rozwiązania tego problemu opierają się na połączeniu procesów: magazynowania, ewapotranspiracji, infiltracji, transportu (przenoszenia) i oczyszczania.

Zarządzanie wodą z opadów burzowych – deszcze zwykłe oraz zdarzenia opadowe

Podczas codziennych opadów deszczu i zdarzeń burzowych w Danii, spływy są tradycyjnie zbierane, transportowane i opóźniane w podziemnych sieciach kanalizacyjnych (kanalizacja ogólnospławna lub burzowa). Obecnie są one coraz częściej uzupełniane przez naziemne Rozwiązania Oparte na Przyrodzie (NbS), które zapewniają nie tylko wartość estetyczną, ale są łączone z tradycyjnymi systemami kanalizacyjnymi w celu stworzenia inteligentnych rozwiązań wodnych, które również przyczyniają się do zwiększenia atrakcyjności przestrzeni miejskich dla mieszkańców.

Podejście trzypunktowe



Określenie trzech głównych obszarów podejmowania decyzji związanych z zarządzaniem opadami burzowymi.

Sørup, H.J.D, Lerer, S.M., Arnbjerg-Nielsen, K., Mikkelsen, P.S. and Rygaard, M. (2016) Efficiency of stormwater control measures under varying rain conditions: Quantifying the Three Points Approach (3PA).

Zarządzanie opadami nawalnymi

Aby przygotować miasta na ekstremalne zjawiska pogodowe w rodzaju oberwania chmury, często potrzebne jest więcej niż jedno proste rozwiązanie. W zależności od lokalnych warunków rozwiązania takie mogą obejmować zarówno podziemne tunele i zbiorniki retencyjne, jak i przestrzenie miejskie do retencji powierzchniowej. Po katastrofalnym oberwaniu chmury w 2011 r., miasto Kopenhaga przyjęło w 2012 r. kompleksowy plan zarządzania opadami nawalnymi. Plan sugeruje kombinację rozwiązań, które mają na celu nie tylko ochronę Kopenhagi, ale i sprawienie z tego miasta bardziej atrakcyjnego miejsca do życia. Według obliczeń wykonanych w ramach tego planu objętość wody powstającej w wyniku oberwania chmury może być tak ogromna, że żadne istniejące w Kopenhadze zbiorniki (np. tereny zielone, parkingi itp.) nie byłyby wystarczająco duże, aby ją całą pomieścić. Podczas oberwania chmury większa część opadów musi zatem zostać przetransportowana do portu, podczas gdy tylko niewielka część zostanie skierowana na istniejące tereny zielone lub rozwiązania oparte na przyrodzie. Plan sugeruje środki - takie jak awaryjne kanały powodziowe,

budowanie kanałów i tuneli zarezerwowanych dla wód burzowych, jako sposób na zmniejszenie szkód w mieście i kosztów zarządzania wodami burzowymi.

Zarządzanie opadami burzowymi jako przyczynek do transformacji miejskiej i lepszych warunków życia w mieście

Wybór odpowiednich obszarów wykorzystywanych do magazynowania wody deszczowej i burzowej musi odbywać się w połączeniu ze szczegółowym planowaniem urbanistycznym w różnych częściach miasta oraz z poszanowaniem interesów historycznych, kulturowych i estetycznych. Tworząc infrastrukturę wodną w mieście przyjaznym dla jego mieszkańców życia, można zastosować "Zasady dla miast przyjaznych dla wody" IWA (zilustrowane w rozdziale 1), aby zapewnić, że woda jest integralną częścią planowania urbanistycznego, aby zapewnić zwiększoną odporność na zmiany klimatyczne, większą wydajność, komfort życia i poczucie miejsca dla społeczności miejskich. Transformacja ta jest już w toku w Kopenhadze i wielu innych duńskich miastach.



Adaptacja do zmian klimatu bodźcem do unowocześnienia parku, Frederiksberg, Dania

Po poważnej powodzi po oberwaniu chmury w lipcu 2011 r., gmina Frederiksberg w Kopenhadze postanowiła wykorzystać zielone rozwiązania urbanistyczne w celu magazynowania wody deszczowej w ramach gminnego planu adaptacji do zmian klimatu. Park Lindevang to projekt takiej właśnie adaptacji do zmian klimatycznych, który gromadzi wodę deszczową, stanowi przyjemny teren rekreacyjny i przyczynia się do stworzenia przyjaznego i bezpiecznego środowiska miejskiego. Rów zbiera wodę z obszaru o powierzchni 12 000 m² i wraz ze zbiornikiem powierzchniowym w parku tworzy magazyn o pojemności 1850 m³. Rów jest obsadzony jabłonią i czarną porzeczką, tworząc ogólnodostępny sad. Zmniejszyło to obszary ukrycia i poprawiło widoczność, co daje odwiedzającym poczucie bezpieczeństwa. Znajdujący się tuż za parkiem plac został przekształcony tak, aby mógł on zatrzymać 200 m³ wody deszczowej na powierzchni z betonowym murkiem o długości 80 metrów, uformowanym we fragment spirali Fibonacciego, na którym odbywają się zajęcia z matematyki sąsiednich szkół. W murku znajduje się wyżłobienie, którym płynie woda – to ulubione miejsce zabaw dzieci. Woda tłumi również hałas ruchu ulicznego z korzyścią dla odwiedzających, którzy korzystają z placu, jak wysmienitego miejsca na piknik.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

Frederiksberg Municipality,
Frederiksberg Forsyning, Realdania,
Marianne Levinsen - Landscape Architect
oraz NIRAS



Projekty tuneli na opady nawałne w wapiennych fundamentach Kopenhagi

W kopenhaskich podziemiach powstają dwie nowe „autostrady dla wód burzowych”. W ramach planu zarządzania oberwaniami chmur w stolicy Danii o wartości około 1,47 miliarda euro, przedsiębiorstwa użyteczności publicznej HOFOR i Frederiksberg Forsyning zainicjowały dwa duże projekty tuneli na opady nawałne. Powstaną dwa niezależne tunele, wydrążone na głębokości 12-20 metrów poniżej poziomu morza w skałach wapiennych pod dzielnicami Valby i Vesterbro. Tunele te będą miały średnicę do trzech metrów, a ich głównym celem jest przygotowanie miasta na rzadkie, acz ekstremalne opady deszczu. Podczas takich oberwań chmury tunele będą odprowadzać wodę burzową z dala od dzielnic mieszkalnych aż do kopenhaskiego portu. Jednocześnie oba tunele przyczynią się również do odprowadzania rosnącej ilości codziennych opadów deszczu, które są spodziewane ze względu na zmiany klimatyczne. W realizacji tego niezwykle skomplikowanego projektu pomoże międzynarodowy zespół konsultantów.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

HOFOR, Frederiksberg Forsyning,
NIRAS, GEO, Babeng oraz Jacobs

ROZDZIAŁ 4

Miasta odporne na zmiany klimatyczne, przyjazne dla mieszkańców dzięki rozwiązaniom wywodzącym się z przyrody

Dostosowanie się do zmieniającego się klimatu z częstszymi i bardziej intensywnymi opadami deszczu stanowi również okazję do ponownego przemyślenia założeń urbanistycznych i uzyskania większej wartości z inwestycji.

Jeszcze kilkadziesiąt lat temu większość miast w Danii postrzegała wodę deszczową jako coś, czego należy się pozbyć i ukryć w kanalizacji, a nie jako cenny zasób. Obecnie sytuacja wygląda zupełnie inaczej, ponieważ woda jest obecnie uznawana za zasób o ogromnym potencjale, który może poprawić codzienne życie mieszkańców miast. Sprawia to również, że inwestycje w projekty adaptacji do zmian klimatu są łatwiejsze do uzasadnienia przed opinią publiczną. Wybór zintegrowanego podejścia, choć początkowo może być niezwykle złożony, jako że obejmuje on szeroki zakres strategii środowiskowych, gospodarczych i społecznych, często jest bardziej opłacalny z ogólnej perspektywy społecznej.

Miasto, w którym chce się mieszkać
Chociaż nie ma globalnej definicji tego, co sprawia, że w mieście „chce się mieszkać”, to różne międzynarodowe rankingi najbardziej przyjaznych mieszkańcom miast na świecie zazwyczaj uwzględniają czynniki związane z aspektami w rodzaju: bezpieczeństwo, opieka zdrowotna, zasoby gospodarcze i edukacyjne, infrastruktura, kultura i środowisko. Najlepszym miastom udaje się stworzyć synergii między tymi wymiarami. Gdy rozwiązania oparte na przyrodzie (NbS) są zaprojektowane prawidłowo, mogą pełnić wiele funkcji wykraczających poza zarządzanie wodą deszczową, a tym samym odgrywać kluczową rolę w tworzeniu „miasta

przyjaznego dla mieszkańców”. Jest to również zgodne z „Zasadami dla miast przyjaznych dla wody” Międzynarodowego Stowarzyszenia Wodnego, które między innymi koncentrują się na projektowaniu urbanistycznym w aspekcie wodnym, które nie tylko zmniejsza ryzyko powodzi, ale także zwiększa komfort życia poprzez obecność „widocznej wody” w tkance miejskiej.

Kluczem jest planowanie długoterminowe, ponieważ wiele projektów powstaje w horyzoncie całych dziesięcioleci. Decydując o tym, które projekty wdrożyć, urbariści i inni decydenci muszą zastanowić się, jakie miasto chcą mieć za pięćdziesiąt lat, ponieważ decyzje podjęte dzisiaj będą miały znaczący wpływ na tkankę miejską w nadchodzących latach. Jednocześnie zaczynamy powoli rozumieć, że istniejące, oparte na wiedzy eksperckiej usługi i bierna rola obywatela nie są już wystarczające. Potrzebna jest tu szeroka współpraca i zaangażowanie interesariuszy. Tworząc miasta przyjazne dla mieszkańców, należy stawić czoła trzem kolejnym wyzwaniom:

- **W jaki sposób w praktyce tworzymy społeczeństwa odporne na zmiany klimatu i wykorzystujemy potencjał do wzmocnienia zrównoważonej transformacji obszarów miejskich i wiejskich?**



- **Jak rozwijamy nowe rodzaje interakcji z obywatelami?**
- **Jak możemy innowacyjnie pracować nad adaptacją do zmian klimatu i rozwijać nowe umiejętności zawodowe i podejścia do planowania?**

Szacując wartość ekonomiczną NbS poprzez myślenie o wielu zastosowaniach wody deszczowej, możliwe jest stworzenie synergii z inwestycji. W wielu przypadkach rozwiązania powierzchniowe o wielu funkcjach są w rzeczywistości tańsze ze względu na niższe koszty budowy. Jednak przypisanie wartości ekonomicznej rozwiązaniom ekologicznym lub dwufunkcyjnym oraz ich pozytywnym efektom ubocznym w porównaniu z tradycyjnymi zbiornikami lub rozbudową systemu kanalizacyjnego może być czasami trudne.

W Danii nie ma krajowych wytycznych dotyczących obliczania korzyści i wartości dodanych takich rozwiązań ekologicznych, które obejmują elementy NbS o wielu funkcjach. Opracowano jednak dwa różne narzędzia, które mogą okazać się tu pomocne. Pierwsze narzędzie to metoda porównywania wydatków na budowę „szarych” i „zielonych” rozwiązań. Obliczenia w tej metodzie obejmują różne rodzaje kosztów (takie jak planowanie projektu, prace budowlane, konserwacja, itp.), częstotliwość każdego kosztu, kto dany koszt ponosi i czy istnieje jakiegokolwiek powiązanie z nim ryzyko.

Uwzględnia również takie parametry, jak trwałość rozwiązania, wpływ na środowisko, aspekty estetyczne i rekreacyjne, a także możliwe synergie z innymi planowanymi projektami budowlanymi.

Drugie narzędzie nosi nazwę „PLUSK” (w języku duńskim PLASK, angielskim SPLASH) i zostało udostępnione bezpłatnie przez Duńską Agencję Ochrony Środowiska, aby pomóc w obliczeniu społeczno-ekonomicznych konsekwencji określonych środków adaptacji do klimatu na obszarze lokalnym. PLUSK oblicza wielkość inwestycji potrzebnych do ochrony przed danym zdarzeniem deszczowym i ujawnia zyski ekonomiczne z danego działania w perspektywie długoterminowej (np. zmniejszone koszty szkód powodziowych). Uwzględniono również w nim wartość pozytywnych efektów ubocznych, takich jak zwiększenie obszarów zielonych, zmniejszenie zużycia wody czy zwiększona absorpcja CO₂. Oba narzędzia są dostępne online (tylko w języku duńskim) i mogą być wykorzystywane przez duńskich zarządców wód miejskich, aby pomóc im w planowaniu i ustalaniu priorytetów.



Pierwszy obszar w Kopenhadze odporny na zmiany klimatu

Od 2013 roku jedna z dzielnic w Kopenhadze przechodzi transformację, aby stać się bardziej odporną na skutki zmian klimatu, takich jak silne i ulewne deszcze. Po zakończeniu transformacji powstaną również zielone, piękne przestrzenie miejskie, którymi będą mogli cieszyć się mieszkańcy.

Założenia

W przeciwieństwie do większości Kopenhagi, dzielnica Skt. Kjelds w północno-wschodniej części miasta znajduje się na wzniesieniu, opadającym w kierunku portu. Dlatego głównym celem jest zatrzymywanie wód powierzchniowych na tym obszarze i infiltracja jak największej ilości wody deszczowej do wód gruntowych. Pojemność retencyjna jest wykorzystywana podczas ulewnych deszczy i oberwania chmury. Podczas oberwania chmury nadmiar wody jest transportowany z dala od dzielnicy do miejsc, w których ryzyko powstania szkód jest najmniejsze. Ogólnym celem dla dzielnicy jest posiadanie elastycznych rozwiązań powierzchniowych, które mogą lokalnie zarządzać codziennymi opadami deszczu. Podczas oberwania chmury rozwiązania powierzchniowe są łączone z konwencjonalnym systemem kanalizacji deszczowej, zapewniając kontrolowany transport wody deszczowej do najbliższego portu.

Taasinge Plads

Transformacja Taasinge Plads została zakończona w 2014 roku. Obszar ten jest teraz zielonym parkiem kieszonkowym, który pokazuje, jak zarządzać trzema różnymi rodzajami frakcji wód powierzchniowych: deszczówką spływającą z dachów, która jest wykorzystywana do celów rekreacyjnych i zabawy, woda deszczowa z obszarów o zerowym natężeniu ruchu, która jest wykorzystywana do lokalnej infiltracji i wreszcie woda powierzchniowa z dróg, która jest infiltrowana przez media filtracyjne. Ponieważ w zimie drogi posypywane są solą, woda drogowa nie infiltruje do wód gruntowych, ale jest transportowana do portu. Podczas oberwania chmury wykorzystywany jest zintegrowany zbiornik otwarty, który służy jako niebieski element w parku kieszonkowym.

Bryggervangen oraz Skt. Kjelds Plads

Bryggervangen i Skt. Kjelds Plads został ukończony w 2019 r. i jest długim odcinkiem drogi (34 900 m² wraz z rondem), na którym tereny zielone, przyroda miejsca i połączone rozwiązania wód powierzchniowych zastąpiły asfalt i chodniki. Dla zastosowanej tam przyrody miejskiej inspirację stanowiły charakterystycznymi mokrymi/suchymi biotopami, które można znaleźć w Kopenhadze. Inspiracje te wykorzystano jako racjonalny sposób oczyszczania i zatrzymywania wody deszczowej. Wody powierzchniowe z dróg są obsługiwane przez rozwiązania pierwszej fali, które kierują zanieczyszczony początkowy spływ powierzchniowy (pierwszą falę) wynikający z intensywnych opadów deszczu do istniejącego systemu kanalizacyjnego, podczas gdy czystsza "druga fala" jest kierowana do zielonych rozwiązań w zakresie wód powierzchniowych. Można je wyłączyć zimą, aby uniknąć wnikania soli na tereny zielone. Oba projekty zostaną połączone z resztą systemu na odgałęzieniu nawalnym, które będzie odwadniać ten konkretny obszar Kopenhagi.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

Miasto Kopenhaga i HOFOR. Strategiczni doradcy projektowi dla głównego planu obszaru: THIRD NATURE.
Doradcy dla Taasinge Plads: LYTT Archi-tecture i WSP.
Doradcy dla Bryggervangen & Skt. Kjelds Plads: SLA i NIRAS

LOKALIZACJA

Kopenhaga

ROZDZIAŁ 5

Zarządzanie deszczówką w sposób zgodny z przyrodą

Rozwiązania oparte na przyrodzie są narzędziem adaptacji do zmian klimatycznych i zwiększania bioróżnorodności w miastach, wspierając potrójny priorytet dobrobytu naszej planety, ludzi, oraz generowania zysku, gdy celem jest zwiększenie odporności miast.

Rozwiązania oparte na przyrodzie (NbS) to środki, które obejmują pojęcie wody jako zasobu. Czasami NbS to zarządzanie wodą deszczową, inspirowane przyrodą i jej rozwiązaniami, takimi jak przepuszczalna nawierzchnia i podziemne zbiorniki; innym razem rozwiązaniem są elementy oparte na przyrodzie, które wspierają różnorodność biologiczną.

Odciążenie tradycyjnej kanalizacji

Ze względu na dużą ilość powierzchni nieprzepuszczalnych obecnych w miastach, spływ wody deszczowej w mieście różni się od wzorca spływu występującego na tych obszarach przed ich zurbanizowaniem. Poniższy wykres pokazuje, że urbanizacja zasadniczo zmienia strukturę spływania opadów. Spływ z miasta pokrytego nieprzepuszczalną nawierzchnią jest gwałtowny i dynamiczny. Ponieważ spływy z kilku zlewni docierają w tym samym czasie do tych samych miejsc w kanalizacji, tworzą wąskie gardła, zwiększając ryzyko powodzi. Postrzegając NbS jako rozszerzenie tradycyjnego systemu kanalizacyjnego, celem NbS jest wygładzenie wykresu spływu i zmniejszenie presji na system kanalizacyjny. Spływ ze zlewni będzie docierał do typowych wąskich gardeł w różnym czasie. Opóźniając i ograniczając maksymalne spływy, można zmniejszyć ryzyko powodzi.

Projektowanie NbS dla różnych typów opadów

W Danii nie ma standardowej definicji sposobu projektowania NbS. W praktyce zalecenie jest takie, że za każdym razem, gdy projektuje się NbS, należy wziąć pod uwagę opady zwykłe, burze projektowe i oberwania chmury. Często specjaliści i interesariusze koncentrują się na jednym rodzaju deszczu. Jednak na danym obszarze może występować wiele problemów związanych z różnymi rodzajami opadów. Dlatego bardzo ważne jest, aby podczas projektowania rozwiązań skupić się na ich wszystkich rodzajach. NbS są szczególnie skuteczne w rozwiązywaniu codziennych wyzwań związanych z opadami deszczu, ale jeśli są stosowane

ostrożnie, NbS mogą w znacznym stopniu przyczynić się do rozwiązania niektórych problemów związanych z intensywnymi opadami deszczu i opadami burzowymi.

Testowanie elementów NbS pod względem ich zgodności ze standardami międzynarodowymi

Podczas opracowywania nowych lub korzystania z istniejących produktów adaptacji do zmian klimatycznych często istnieje potrzeba przeprowadzenia testów na pełną skalę, optymalizacji i dokumentacji produktu przed jego wdrożeniem. Produkt taki może bowiem podlegać jakiejś normie europejskiej i wymagać przestrzegania określonych specyfikacji. Producent może też potrzebować udokumentować bilans wodny nowego elementu NbS lub przepuszczalność konkretnej nawierzchni. Dania ma ponad 30-letnie doświadczenie w testowaniu tradycyjnych komponentów w systemach kanalizacyjnych, a dziś możliwe jest również testowanie nowych produktów w zakresie adaptacji do zmian klimatycznych w certyfikowanym laboratorium, w którym testy są przeprowadzane w pełnej skali, przy użyciu do 30 l / s. Z laboratorium mogą również korzystać firmy z innych krajów.

Narzędzie adaptacji do zmian klimatycznych

NbS, jeśli są strategicznie zaplanowane w formie zbiorników magazynująco-odprowadzających wodę, stanowią zrównoważoną alternatywę dla tradycyjnej infrastruktury deszczowej i burzowej. Bardziej naturalne struktury winny drastycznie zmniejszyć wykorzystanie konstrukcji betonowych i technologii energochłonnych. W związku z tym wprowadzenie NbS na obszary miejskie może nie tylko sprostać wyzwaniom związanym ze zmianami klimatycznymi, ale także zaspokoić potrzeby w zakresie redukcji emisji CO₂, złagodzić skutki występowania wysp ciepła oraz zwiększyć różnorodność biologiczną i zdrowie publiczne poprzez tworzenie w mieście dodatkowych terenów zielonych.

Przykłady typowych elementów NbS



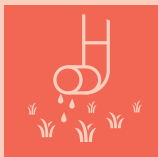
Stawy klimatyczne

Aby zwiększyć bioróżnorodność, zapewniając stały poziom wód gruntowych, można utworzyć stawy klimatyczne obsługujące wodę deszczową bezpośrednio z rynien. Odpowiednio zaprojektowany wylot rynny oraz zasilanie stawu sprawi, że przepływy będą płynne, nawet podczas oberwania chmury.



Rowy

Rów to wąski kanał wykopany w ziemi, zwykle dla celów odwadniania drogi lub pola.



Infiltracja z powierzchni

Infiltracja z powierzchni następuje po odłączeniu rynien i odprowadzeniu deszczówki na powierzchnię przepuszczalną.



System odwadniania liniowego

Zastosowanie odwodnień liniowych umożliwia transport wody deszczowej w sposób widoczny tuż pod jezdnią. Systemy odwodnienia liniowego mogą przenosić duże natężenie ruchu. Mogą mieć również postać stalowych kratk ściekowych na podejździe lub betonowych kratk ściekowych wzdłuż autostrady.



Ogrody deszczowe

Ogród deszczowy to zagłębienie w terenie zaprojektowane w celu odbierania, przechowywania i filtrowania spływów z dachów lub innych powierzchni. Zwykle jest to obszar z nasadzeniami wybranych roślinami, które mogą poradzić sobie zarówno w suchych, jak i w mokrych warunkach.



Kanały deszczowe

Kanał deszczowy to ogród deszczowy umieszczony na poboczu drogi, pod którym znajduje się studnia infiltracyjna. Zazwyczaj kanał służy również jako element zwalniania ruchu drogowego.



Drenaż podziemny

Drenaż podziemny jest często pomijany przy analizie NbS. Przy połączeniu go z innymi elementami NbS, odpływy takie przyczyniają się do dystrybuowania opadów burzowych do albo z NbS, bądź optymalizując stopień infiltracji z NbS, bądź zapewniając o wiele większy obszar infiltracji.



Drogi przyjazne dla klimatu

Asfalt przepuszczalny staje się coraz powszechniejszy. Deszczówka swobodnie infiltruje przez powierzchnię drogi i warstwy nośne pod nią, zapewniając transport wody przez cały blok drogi.



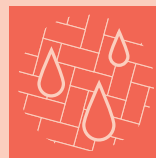
Zielone dachy i ściany

Zielone dachy/ściany to dachy pokryte wielowarstwowym systemem składającym się z: pożywki, warstwy drenażowej i wodoodpornej membrany opóźniającej spływ wody. Stopień opóźnienia i redukcji objętości wzrasta wraz z grubością podłoża. Zielone dachy/ściany izolują konstrukcje od ciepła i mogą stanowić siedlisko dla niektórych owadów i ptaków. Zatrzymana woda wyparowuje.



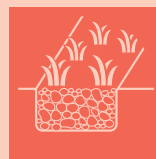
Zatapialne drogi

Zatapialne drogi pozwalają na odprowadzanie nadmiaru opadów burzowych z okolic drogi. Rów odwadniający jest wbudowany w asfalt.



Przepuszczalna nawierzchnia chodnika lub drogi

Nawierzchnia przepuszczalna zapewnia poziomą powierzchnię odpowiednią do chodzenia lub jazdy przy (dużym) obciążeniu ruchem, ale także umożliwia infiltrację wody deszczowej. Zdolność infiltracyjna nawierzchni przepuszczalnej zależy od projektu i zdolności hydraulicznej warstw nośnych znajdujących się pod nią.



Studnia i wykop infiltracyjny

Studnia infiltracyjna (sucha studnia) to dziura w ziemi, ustabilizowana porowatym materiałem, owinięta geowłókniną i pokryta wierzchnią warstwą gleby i roślinnością. Wykop infiltracyjny to studnia infiltracyjna o geometrycznym kształcie, na przykład o szerokości 60 cm, głębokości 1 m i długości kilku metrów.



Rowy bioretencyjne

Rowy są wykorzystywane do transportu wody nad ziemią w miejscach, w których otwarte rowy nie są uciążliwe dla użytkowników dróg. Rowy mogą stanowić element rekreacyjny w krajobrazie miejskim.



Miks NbS

Wszystkie wyżej wymienione NbS można łączyć na wiele różnych sposobów. Nawierzchnie przepuszczalne, liniowe systemy odwadniające, ogrody deszczowe, drenaże podziemne to elementy większej układanki, które przyczyniają się do tworzenia infrastruktury wodnej służącej adaptacji do zmian klimatu.



Adaptacja do zmian klimatu oraz zrównoważony rozwój społeczny

Radykalna renowacja przeprowadzona przez BOGL przekształciła park Remisepark z obszaru antyspołecznego w miejsce rekreacji i wypoczynku. Projekt był częścią większej transformacji lokalnej mającej na celu poprawę bezpieczeństwa otaczającego park kompleksu mieszkań socjalnych i przeciwpowodziową ochronę obszaru. Remisepark rozwiązuje wyzwania społeczne i klimatyczne poprzez architekturę krajobrazu. Transformacja zwiększyła poczucie bezpieczeństwa lokalnych mieszkańców, jednocześnie dostosowując przestrzeń do rosnącej presji powodziowej i poprawiając lokalną różnorodność biologiczną. Projekt ten łączy różne obszary parku i aktywności, jednocześnie wzmacniając jego istniejące walory. Kręta ścieżka łączy różne sekcje, jednocześnie szanując rosnące już tam drzewa. Zewnętrzne krawędzie ścieżki stanowią szlak dla osób niedowidzących, a ulepszone oświetlenie sprawiło, że park stał się bezpieczniejszy. Nowo posadzony las olchowy i wadi zbierają i odprowadzają wodę deszczową, a podniesione kładki sprawiają, że obszar jest dostępny nawet po zalaniu. Remisepark z powodzeniem połączył ogromną liczbę funkcji bez usuwania tego, co mieszkańcy w nim tak lubili. Park ten stworzył nową narrację i poczucie dumy lokalnej, jako przestrzeń do budowania społeczności, aktywności fizycznej i doświadczania przyrody w obszarze gęsto zabudowanym.

DZIĘKI UPRZEJMOŚCI

Ramboll, SNE Architects, Victor Ash, eatrice Hansson, BOGL

LOKALIZACJA

Kopenhaga, Dania

Więcej o duńskich rozwiązaniach wodnych
można dowiedzieć się na

stateofgreen.com

Tam też można znaleźć więcej przykładów
działań z całego świata oraz skontaktować
się z duńskimi ekspertami.

STATE OF GREEN TO PARTNERSTWO PUBLICZNO-PRYWATNE, NON-PROFIT, ZAŁOŻONE PRZEZ:

