

OPINIE I KOMENTARZE FRDL SAMORZĄD TERYTORIALNY NA ŚWIECIE

SMART CITY WHEEL NA PRZYKŁADZIE DANII

Dr Jolanta Gałuszka

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

nr 6/2024

Wprowadzenie

Technologie cyfrowe, zarówno ICT (z ang. Information and Communication Technologies), jak i IT, mają kluczowe znaczenie dla tworzenia inteligentnych miast napędzających zrównoważony rozwój. Od wielu lat miasta stosują technologię cyfrową, aby stawić czoła głównym wyzwaniom metropolitalnym, jednak tempo tego wdrażania szybko rośnie. Nieodłączna złożoność budowania inteligentnych miast i społeczeństw oznacza silny nacisk zarówno na rozwój nowych struktur organizacyjnych, jak i ustanawianie horyzontalnej specyfikacji technicznej w sferze publicznej i prywatnej. Potencjał tworzenia inteligentnych, krajowych i międzynarodowych partnerstw między sektorami i zainteresowanymi stronami jest kluczowym punktem w kreowaniu innowacji w zakresie inteligentnych miast.

Wiele duńskich gmin współpracuje z krajowymi i międzynarodowymi przedsiębiorstwami w celu opracowania i wdrożenia rozwiązań inteligentnych miast w ramach wysiłków na rzecz tworzenia zielonych i przyjaznych do życia miast. Rozwiązania związane z gospodarką odpadami, mobilnością, wodą, energią i budynkami to tylko niektóre z wielu sposobów stosowania technologii inteligentnych miast w celu poprawy środowiska miejskiego, zarówno z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju, jak i komfortu życia. Jednocześnie w Danii znajduje się największe w Europie laboratorium inteligentnego życia w miastach – Duńskie Laboratorium Oświetlenia Zewnętrznego (DOLL), w którym firmy mogą przeprowadzać testy usług miejskich w rzeczywistych warunkach i prezentować ich wydajność (<https://doll-livinglab.com>).

Dania ma długą tradycję bycia w światowej czołówce państw we wdrażaniu zielonych rozwiązań i zielonych technologii. Nowy inteligentny system rozwiązań umożliwi stworzenie bardziej zrównoważonego społeczeństwa na przyszłość. Praca w partnerstwach publiczno-prywatnych, a także praca między sektorami, jak i na płaszczyźnie międzynarodowej jest niezbędna do wykorzystania potencjału rozwiązań inteligentnych miast oraz wspólnego przyspieszenia globalnej transformacji ekologicznej.

Nowy Jork i Kopenhaga doświadczyły ekstremalnych zjawisk pogodowych zarówno w 2011, jak i 2012 roku. Ponieważ oba nadmorskie miasta borykają się z podnoszącym się poziomem mórz i częstszymi burzami, podpisały umowę o współpracy, która opiera się na sukcesach ich projektów zwiększania odporności. Porozumienie koncentruje się na przystosowaniu się do zmiany klimatu, ze szczególnym naciskiem na zarządzanie burzami. W oparciu o wnioski wyciągnięte z odpornego na zmiany klimatyczne w Østerbro w Kopenhadze, Departament Ochrony Środowiska Agencji Nowego Jorku opracował plan zagospodarowania przestrzennego dla dzielnicy w południowo-wschodniej części Queens. Plan zagospodarowania przestrzennego obejmuje obszar o ograniczonej infrastrukturze kanalizacji burzowej, który jest dotknięty powodzią. Departament Ochrony Środowiska i NYCHA (Agencja Mieszkaniowa Miasta Nowy Jork) są na etapie wdrażania szeregu projektów pilotażowych, aby wykazać dodatkowe korzyści płynące z zarządzania zjawiskami pogodowymi. Dzięki zastosowaniu połączenia niebiesko-zielonej koncepcji infrastruktury i tradycyjnej, pojawią się dodatkowe korzyści w postaci redukcji emisji CO₂, zwiększenia warunków życia i różnorodności biologicznej [*Smart cities*, 2020].

W 2013 roku chińskie hrabstwo Haiyan, składające się z ok. 440 000 obywateli, zidentyfikowało najlepsze praktyki w duńskim mieście Sonderborg. Efektem tego była owocna współpraca pomiędzy dwoma miastami. Czerpiąc z doświadczeń Danii, Haiyan stworzył: a) Haiyan ZEROhouse, aby wykazać się zrównoważonym rozwojem budownictwa, oraz b) plan zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich dla starej części miasta. Ugruntowane partnerstwo miasto–miasto pomogło Haiyan utrwalić pozycję ambitnego chińskiego miasta i podjąć dodatkowe inicjatywy w przemieszczaniu się po mieście. W kontekście europejskim Sonderborg jest odpowiedzialny za utworzenie sieci miast poprzez Unijny program Horizon SmartEnCity, który obejmuje ambitne, europejskie, małe i średnie miasta, aspirujące do stania się ambasadorami w transformacji inteligentnego miasta. Projekt ma na celu przekierowanie europejskich miast w stronę wizji inteligentnego miasta o zerowej emisji dwutlenku węgla. Jest już 28 miast, które dzielą się swoimi doświadczeniami z rozwiązań zintegrowanych, zaangażowania obywateli, urbanistyki itp., a zainteresowane miasta mogą dołączyć za pośrednictwem strony internetowej: www.smartencitynetwork.eu

Od inteligentnej wizji do inteligentnego społeczeństwa

Koncepcja inteligentnego miasta pojawiła się w Danii na początku 2010 roku. Była ona ściśle powiązana z koncepcjami komfortu życia i zrównoważonego rozwoju. Początkowo pojęcie „inteligentnego miasta” stosowane było przede wszystkim w większych miastach Danii, takich jak Kopenhaga (stolica kraju) i Aarhus. Mniejsze miasta, jak Albertslund, szybko przyjęły tę koncepcję i zaczęły aktywnie nad nią pracować. Od tego czasu wiele duńskich miast przyjęło tę ideologię i współpracuje z krajowymi i międzynarodowymi przedsiębiorstwami w celu opracowania i wdrożenia rozwiązań w zakresie mobilności, e-administracji, oświetlenia, technologii opieki społecznej, gospodarki odpadami oraz energii. Przyszły nacisk w programie inteligentnych miast w Danii będzie położony na zwiększanie skalowalności rozwiązań w kontekście globalnym, rozwój regionalnych i krajowych ośrodków danych oraz szersze skupienie się na społeczeństwie, a nie tylko na miastach. To ostatnie ma podkreślić potrzebę stosowania inteligentnych, cyfrowych rozwiązań, aby sprostać wyzwaniom w mniejszych miastach i obszarach mniej zaludnionych, które stanowią większość duńskiego społeczeństwa.

Ideę inteligentnego miasta w koncepcji duńskiej definiuje się jako miasta i społeczeństwa, które wykorzystują rozwiązania cyfrowe zbudowane na wspólnych podstawach technicznych oraz posiadają struktury organizacyjne umożliwiające obywatelom zaangażowanie w innowacyjne ekosystemy w celu zwiększenia warunków życia, zrównoważonego rozwoju i dobrobytu [Petrea, Ursache, 2023]. Najważniejsze jest to, że technologie i nowe sposoby zarządzania postrzegane są raczej jako czynniki umożliwiające,

a nie rozwiązanie samo w sobie, służące dobru obywateli oraz zrównoważonemu wzrostowi.

Zasadniczym celem jest oparcie rozwiązań na wspólnej podstawie technicznej w obrębie szeregu systemów, zamiast korzystania z różnych zamkniętych platform. Obejmuje to otwarte standardy i specyfikacje interoperacyjności oraz przenośności. Nowe sposoby organizacji w obrębie silosów i pomiędzy różnymi organizacjami (publicznymi, prywatnymi, uniwersytetami i społeczeństwem obywatelskim, organizacjami pozarządowymi) umożliwiają nowe modele biznesowe oraz tworzą optymalne warunki, stanowiące fundament dla innowacji, testowania i demonstracji, m.in. poprzez żywe laboratoria (o czym więcej w dalszej części artykułu). Rozwój ten jest na wczesnym etapie w porównaniu z przewidywanym potencjałem. Jak jednak pokazuje zdobyte już doświadczenia w tym obszarze, Dania poczyniła znaczne postępy i może być dobrem wzorem do naśladowania.

Wartym odnotowania jest fakt, że pięć największych miast Danii połączyło siły, aby utworzyć partnerstwo City Pack, które wspiera rozwój inteligentnych miast na poziomie ogólnokrajowym. Ponadto w 2015 r. pięć największych miast Danii wraz z regionem środkowej Danii utworzyły również „Open Data DK” [<https://www.opendata.dk>]. Celem tej platformy *open source* jest zapewnienie przejrzystości w administracji publicznej, tworząc jednocześnie podstawę wzrostu gospodarczego, opartego na danych poprzez bezpłatne i dostępne dane w celu wspierania produktywności oraz innowacyjności. W związku z tym deweloperzy, przedsiębiorcy, przedsiębiorstwa, instytucje i obywatele zyskują możliwość dostępu do danych czy wiedzy na temat swoich miast oraz przekształcania danych w nowe aplikacje i usługi. Gromadzenie wszystkich zbiorów danych z uczestniczących gmin na wspólnej platformie ułatwia gminom rozpoczęcie pracy z otwartymi danymi, a użytkownikom danych znalezienie informacji, tworząc w ten sposób wartość dodaną w stosunku do danych już zgromadzonych w gminie. Partnerstwa i dzielenie się wiedzą są kluczem Open Data DK, ponieważ inicjatywa opiera się na podejściu oddolnym i uczy poprzez działanie. W inicjatywie uczestniczy 55 z 98 duńskich gmin, wg danych na 2024 [www.opengovpartnership.org/ogp-local].

Cyfrizacja jako kluczowy czynnik inteligentnych miast

Wydobywanie wartości z danych ma strategiczne znaczenie. Kluczowym wyzwaniem w rozwoju inteligentnych miast jest zapewnienie dostępu do stabilnej, zielonej i niedrogiej energii dla wszystkich celów – transportowych, grzewczych i komercyjnych. Aby to osiągnąć, niezwykle ważne jest budowanie inteligentnych systemów energetycznych, które będą mogły wykorzystywać wiedzę uzyskaną z dostępnych danych. Obfitość danych w duńskim sektorze energetycznym sięga 2013 r., kiedy rząd nakazał operatorom systemów dystrybucyjnych zainstalowanie inteligentnych liczników we wszystkich gospodarstwach domowych do 2020 r. Obecnie operatorzy systemów rozproszonych wyprzedzają harmonogram i zbliżają się do pełnego wdrożenia inteligentnych liczników w prywatnych gospodarstwach domowych. Po pełnym wdrożeniu dane godzinowe będą automatycznie spływać ze wszystkich gospodarstw domowych za pośrednictwem przedsiębiorstw energetycznych do tzw. DataHub. W innych sektorach, takich jak gaz, woda i ciepłownictwo, ilość danych jest również imponująca, ze stałą tendencją wzrostową.

W zdigitalizowanym systemie energetycznym przedsiębiorstwa użyteczności publicznej mogą wykorzystywać zebrane dane do zdobywania wiedzy na temat optymalizacji funkcjonowania istniejących sieci. Mogą także wykorzystać te dane do poprawy decyzji inwestycyjnych dotyczących utrzymania i przyszłego rozwoju sieci. Potencjał ten nie ogranicza się do sektora elektroenergetycznego, ale można go również wykorzystać w innych sektorach, takich jak sieć wodociągowa i ciepłownictwo. Dane można również

wykorzystać do opracowywania produktów i usług umożliwiających użytkownikom końcowym kontrolę nad zużywaną energią oraz tworzyć produkty w kierunku bardziej ekologicznych i tańszych źródeł energii. Dane są zatem kluczowym zasobem spajającym przyszły system energetyczny i umożliwiający rozwój aplikacji inteligentnych miast. Łącząc dane z infrastruktury z nowymi modelami biznesowymi możliwe jest tworzenie wartości dodanej dla zaangażowanych klientów oraz firm.

Inwestycja w duński program gromadzenia danych ma podstawowe znaczenie i zdecydowanie poprawiła jakość danych sektora publicznego, zwłaszcza pod względem danych geograficznych. Wysokiej jakości dane, dotyczące m.in. wody czy klimatu, są dostępne dla wszystkich za pośrednictwem publicznych stron internetowych i umożliwia opracowanie przydatnych narzędzi. Jednym z przykładów jest narzędzie, które może symulować kierunek przepływu wód powierzchniowych i przewidywać gromadzenie się wody podczas ekstremalnych opadów lub zwiększonego poziomu wody. Duńskie gminy wykorzystują te dane przy planowaniu projektów adaptacji do zmian klimatycznych, czego dobrym przykładem jest m.in. modernizacja Placu Św. Anny w centrum Kopenhagi. Korzystając z publicznych danych zespół projektowy mógł ukończyć wczesne planowanie bez wysyłania geodetów w celu sporządzenia planu okolicy. W 2016 roku zakończono inwestycję i zmodernizowano plac publiczny o powierzchni nieco ponad 1 akra, aby chronić 18 akrów okolicznych historycznych budynków przed zniszczeniami spowodowanymi przez ekstremalne opady deszczu.

Ponieważ ilość dostępnych danych rośnie i można je generować w czasie rzeczywistym, można je wykorzystać bardziej efektywnie niż tylko do fakturowania klientów. Zatem dziewięć niezależnych spółek elektroenergetycznych, ciepłowniczych i wodociągowych w Jutlandii w Danii połączyło siły, aby stworzyć wspólną platformę danych, która umożliwia technikom korzystanie z dużych zbiorów danych w celu optymalizacji operacji i konserwacji infrastruktury. Nowa platforma danych umożliwia obsługę sieci elektroenergetycznych, ciepłowniczych i wodociągowych, przy możliwie najmniejszych stratach. Poprawia także utrzymanie infrastruktury. Kolejną unikalną cechą rozwiązania jest to, że dane dla wszystkich rodzajów zużycia są prezentowane na tej samej platformie, mimo że woda, ogrzewanie i prąd dostarczane są przez różne media. Usługa ta zwiększa świadomość klientów na temat ich wzorców konsumpcji i zapewnia wgląd w to, jak ją poprawić.

Wywóz śmieci to podstawowa usługa miasta. Jednym z głównych problemów wynikających z logistyki odbioru odpadów w miastach jest brak miejsca. Na wsi jest to odległość pomiędzy miejscami zbiórki. Tymczasem w Danii obydwa wyzwania zostały pokonane dzięki inteligentnemu wykorzystaniu danych.

Rocznie w Danii spala się ponad 25 000 ton odpadów, a owe odpady wykorzystywane są do produkcji energii w największej duńskiej firmie zajmującej się gospodarką odpadami, Vestforbrænding. Według badań, przeprowadzonych przez Vestforbrænding, prawie połowa dostarczonych odpadów zostaje poddana recyklingowi w nowej sortowni obsługiwanej przez robota, która zaczęła działać w 2018 r. Nowy proces sterowany robotem był pierwszym tego rodzaju na całym świecie i zagwarantował, że więcej rodzajów materiałów odpadowych poddawanych jest recyklingowi i ponownie wprowadzanych do obiegu zasobów. Projekt pilotażowy został wybrany przez duńskie Ministerstwo Środowiska w 2017 r., jako projekt wzorcowy dla przyszłych rozwiązań środowiskowych i otrzymał dofinansowanie w wysokości około 1,7 mln Euro.

W Danii nowoczesne kosze na śmieci komunikują się zarówno z użytkownikiem, zbieraczem, jak i osobą planującą odpady. Użytkownicy otrzymują informacje dotyczące sortowania i zbierania odpadów oraz gospodarki odpadami. Osoba zbierająca jest powiadamiana, gdy poszczególne pojemniki są pełne i wymagają serwisu. Osoba planująca odpady może zobaczyć, jak często wykorzystywane są poszczególne pojemniki i czy osoba zbierająca je ominęła. Użytkownik jest zachęcany do korzystania z koszy zamiast śmiecenia, co zwiększa jego motywację do sortowania. Dzięki inteligentnemu

systemowi generowana jest informacja o tym, ile i jakiego rodzaju odpady powstają, co można porównać z innymi miastami, innymi częściami miasta, a nawet sąsiadami. Firmy mogą przestać martwić się o pełne kontenery. Zautomatyzowane planowanie odbioru gwarantuje, że pełne kontenery zostaną opróżnione na czas z optymalnym wykorzystaniem zasobów temu procesowi służących.

Osoba zbierająca opróżnia pojemniki tylko tam, gdzie jest to konieczne i może wybrać optymalną drogę. Oznacza to zmniejszenie natężenia ruchu w miastach i krótsze dystanse pokonywane na obszarach wiejskich. Dzięki tym technologiom osoba zbierająca oszczędza czas i paliwo oraz zmniejsza emisję gazów cieplarnianych. Jest to nie tylko inteligentne, ale także korzystne dla środowiska. Osoby planujące zagospodarowanie odpadów mogą planować mądrzej, ponieważ dane dostarczają im informacji o tym, ile, gdzie i kiedy wytwarza się odpady. Umożliwia to inteligentne dostosowanie schematów zbiórki, ilości i rozmiarów pojemników. Ponownie udało się połączyć oszczędność czasu, paliwa i redukcję emisji.

Systemy zarządzania danymi są kluczem do skutecznej inteligentnej gospodarki odpadami. Zabezpieczanie i przechowywanie danych jest kluczowe, ale sprytna część tego rozwiązania polega na możliwości łączenia zbiorów danych. Zatem mamy do czynienia z podglądem na żywo pojemności każdego pojemnika, aktualizacji na żywo i inteligentnym planowaniem tras, w celu opróżnienia tylko pełnych pojemników, a także aktualizacji danych o ruchu drogowym i pogodzie na żywo. Dane mogą również dostarczyć szczegółowej wiedzy na temat nawyków związanych z odpadami. Umożliwia to bardziej ukierunkowaną komunikację, zarówno ze strony rządu, jak i przedsiębiorstw, co doprowadziło do lepszej jakości produktów, świadczonych usług i zarządzania odbiorem odpadów. W niedalekiej przyszłości śmieciarki będą nie tylko zbierać odpady czy dane o odpadach. Gromadzić mają także dane na temat aktualnego ruchu drogowego i zatorów, skanując pojazdy zaparkowane nielegalnie i zbierając dane z innych inteligentnych urzędzeń miejskich. Możliwości są nieograniczone, a duńska technologia i wiedza są już dostępne.

Inteligentna mobilność – zmniejszenie zatorów komunikacyjnych i poprawa jakości powietrza w miastach

W wielu miastach wykorzystanie miejsc parkingowych jest bliskie lub nawet wyższe od 100%. W rezultacie wiele samochodów zajmuje dużą ilość dostępnej przestrzeni, a kierowca robi znacznie więcej kilometrów w poszukiwaniu miejsca parkingowego. Korki i obawa, że po powrocie do domu nie uda się znaleźć miejsca parkingowego sprawiają, że transport publiczny i rower stają się atrakcyjniejsze w dojazdach do pracy, czy podejmowaniu innych podróży na krótkich dystansach. Aby obywatele odeszli od korzystania z samochodu należy zapewnić łatwy dostęp do środków transportu, wymagane są alternatywne rozwiązania w zakresie mobilności po rozsądnych cenach, oferujące wystarczająco wysoki poziom wygody. Konieczne jest zapewnienie programu wspólnego korzystania z samochodu w połączeniu z transportem publicznym.

Ponadto obywatele potrzebują łatwego dostępu do wielu środków transportu, bez konieczności rejestrowania prawa jazdy i karty kredytowej w wielu aplikacjach. W Berlinie, Kopenhadze i innych miastach rośnie świadomość potrzeby połączenia pakietów mobilności na jednym koncie, aby ułatwić proces rejestracji oraz zapewnić użytkownikom pojedynczą aplikację pomagającą im porównać ceny czy znaleźć opcję najlepiej odpowiadającą ich potrzebom.

W 2025 r. miasto Kopenhaga ma ambicje zostać pierwszą na świecie stolicą neutralną pod względem emisji CO₂, w której zanieczyszczenie powietrza nie będzie miało wpływu na zdrowie obywateli. Duża część emisji lokalnych ma swoje źródło w ruchu autobusowym i samochodowym. Częścią rozwiązania może być e-mobilność, która zmniejsza lokalną emisję. W przypadku autobusów rada miasta podjęła decyzję o

żądaniu zerowej emisji przy wszystkich zamówieniach na autobusy. Miasto w planie miejskim zapewnia możliwość zainstalowania ładowarek do autobusów miejskich na dworcach autobusowych, a umowy lokalnej sieci z właścicielem zapewniają dostępność energii elektrycznej wystarczającej do szybkiego ładowania autobusów (450 kW). Najpóźniej do 2031 roku odnowiona zostanie cała flota autobusowa.

Sektor transportu odpowiada za duży odsetek emisji gazów cieplarnianych na całym świecie. Z pewnością ma to miejsce na wyspie Ærø w archipelagu południowej Danii, gdzie transport odpowiada aż za 40 % całkowitej emisji gazów cieplarnianych. Razem z ośmioma europejskimi partnerami ze świata nauki i przemysłu oraz przy współfinansowaniu w ramach funduszu innowacyjnego Komisji Europejskiej „Horyzont 2020”, gmina Ærø rozpoczęła projekt E-Ferry. Jego celem jest zaprojektowanie, zbudowanie i zademonstrowanie w pełni elektrycznego, zeroemisyjnego promu pojazdowo-pasażerskiego. E-Prom będzie w stanie pokonywać dystanse siedmiokrotnie dłuższe niż obecne statki akumulatorowo-elektryczne, dzięki pojemności akumulatora 4,3 MWh i efektywności ładowania 4 MW. E-Prom będzie ładowany certyfikowaną ekologiczną energią elektryczną i będzie jednostką zeroemisyjną. W porównaniu z istniejącymi promami obsługującymi wyspę Ærø, E-prom zmniejszy emisję o 2000 ton CO₂, 41 500 kg NO_x i 1 350 kg SO₂ rocznie.

Rozwiązania w zakresie gospodarki wodnej dla inteligentnych miast

Miejskie systemy wodociągowe – służące do dostarczania wody pitnej, odprowadzania i oczyszczania ścieków oraz gospodarowania wodami deszczowymi – mają kluczowe znaczenie dla zdrowia ludzkiego i ochrony środowiska w miastach na całym świecie. Wyzwaniem dla nich jest także urbanizacja. Dziesięciolecia zaniedbań w zakresie konserwacji oraz zwiększona częstotliwość powodzi, susze spowodowane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi postawiły przed lokalnymi władzami poważne wyzwania.

Jednak era cyfrowa przekształca obecnie miejskie systemy wodociągowe z pasywnych, jednocelowych elementów infrastruktury w aktywne, adaptacyjne i wielofunkcyjne jednostki, które mogą reagować w różny sposób, w zależności od sytuacji i będąc obsługiwane w sposób zintegrowany w ramach szerszej koncepcji inteligentnych miast.

Oprogramowanie do modelowania hydroinformatycznego umożliwia symulację wydajności szeroko rozpowszechnionych podziemnych sieci rurociągów. Zwiększone wykorzystanie monitoringu online przyczynia się ponadto do usprawnienia zarządzania siecią poprzez pomiary gospodarstw domowych i okręgów, oraz rejestrację hałasu, mające na celu wykrywanie wycieków w sieciach dystrybucyjnych, a także pomiary poziomu i przepływu w kanałach. Owe pomiary mają na celu optymalizację pojemności magazynowania w celu zminimalizowania przelewów ścieków ogólnospławnych podczas deszczu.

Cyfrowe modele wysokości (DEM), które odzwierciedlają cechy fizyczne determinujące przepływ wody na powierzchni miasta podczas opadów i wezbrań sztormowych, a także powiązane rozwiązania programowe, umożliwiają zintegrowane planowanie i projektowanie środków adaptacji do zmiany klimatu. Wykorzystują one zarówno podziemne sieci rurociągów, jak i naziemne obiekty użyteczności publicznej oraz rury komunikacyjne do magazynowania i transportu wody. Te „szare” elementy infrastruktury są połączone z „zielonymi” i „niebieskimi” elementami urbanistyki wrażliwej na wodę (WSUD).

Oczyszczalnie ścieków coraz częściej wyposażone są w zaawansowane systemy sterowania, które minimalizują zużycie energii poprzez wykorzystanie potencjału biogazu. Oczekuje się również, że z czasem ograniczą one emisję gazów cieplarnianych i wykorzystają zawarte w nich składniki odżywcze do produkcji nawozów. Rozwiązania cyfrowe są coraz częściej wykorzystywane do optymalizacji wydajności w różnych

sektorach, m.in. kontrola deszczowa oczyszczalni ścieków mająca na celu czasowe zwiększenie ich wydajności, aby uniknąć przepełnienia i obejścia kanalizacji ogólnospławnej w czasie deszczu. Następna generacja zintegrowanego sterowania koncentruje się na planowaniu napowietrzania w oczyszczalniach poprzez buforowanie ścieków w górnym systemie odwadniającym, aby zapewnić pierwotne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (wiatru i słońca) podczas suchej pogody. W obu przypadkach wykorzystuje się wiarygodne prognozy z radarów pogodowych oraz numeryczne modele prognoz pogody. Będą one również coraz częściej wykorzystywane do planowania działań konserwacyjnych i prognozowania powodzi, co pozwolić ma na poprawę usług mobilności podczas deszczu i powodzi.

Inteligentne budynki w inteligentnych miastach

W Danii, jak i w wielu innych krajach, odnawialne źródła energii stanowią coraz większy udział w wytwarzaniu energii. Wymaga to większego skupienia się na zużyciu energii i możliwości zwiększenia elastyczności budynków, aby zrównoważyć dostawy energii z zużyciem energii, gdy nie można kontrolować produkcji lub gdy zapotrzebowanie na infrastrukturę energetyczną, ciepłą i wodną jest szczytowe. Umożliwienie inteligentnych rozwiązań, takich jak zdalne monitorowanie zużycia energii, m.in. ogrzewanie, wentylacja i chłodzenie, a także integracja lokalnego wytwarzania oraz magazynowania energii m.in. z paneli słonecznych i baterii jest kluczowym rozwiązaniem.

Dania już redukuje emisję gazów cieplarnianych w sektorze użyteczności publicznej, dlatego też efektywność energetyczna budynków ma kluczowe znaczenie do osiągnięcia dalszych redukcji. Od 2017 roku i przez kolejne cztery lata, gmina Middelfart, w ścisłej współpracy z firmą Schneider Electric, korzystała z oprogramowania analitycznego Building Analytics na 80 nieruchomościach gminy. Platforma oprogramowania analizuje duże ilości danych generowanych przez system zarządzania budynkiem i tworzy raporty działań w zakresie energii, klimatu wewnętrznego i konserwacji w czasie rzeczywistym. Raporty z działań zawierają szczegółowe sugestie dotyczące rozwiązania niewłaściwej sytuacji operacyjnej. Dzięki temu personel operacyjny może szybko reagować i podejmować decyzje w oparciu o analizę faktów. Oczekuje się, że roczna oszczędność energii wyniesie 5%, oprócz 21%, które gmina zaoszczędziła już dzięki renowacjom, w porównaniu z poziomem z 2008 roku. W ten sposób gmina Middelfart osiąga całkowitą oszczędność wynoszącą co najmniej 26% zużycia energii w budynkach gminnych.

Ogrzewanie i chłodzenie w infrastrukturze miejskiej

Energooszczędne rozwiązania w zakresie ogrzewania i chłodzenia, oparte na zielonej energii, są kluczem do osiągnięcia celu zrównoważonych miast. Chociaż wiele miast zdecydowało się na indywidualne rozwiązania w zakresie ogrzewania i chłodzenia na miejscu, zbiorowe systemy grzewcze są uważane za inteligentny sposób ogrzewania i chłodzenia obszarów miejskich.

Sieci lokalne przyczyniają się do rozwoju inteligentnych miast, zapewniając zbiorowe ogrzewanie i chłodzenie, a nie indywidualnie. Energia z sieci lokalnej jest możliwa do wykorzystania na obszarach gęsto zaludnionych, gdzie zapotrzebowanie na ogrzewanie lub chłodzenie jest zdecydowanie większe. Jest to ważna część przyszłego zintegrowanego systemu energetycznego. W Danii 64% tamtejszych domów zaspokaja swoje potrzeby w zakresie ogrzewania i ciepłej wody użytkowej z sieci ciepłowniczej.

Tworzenie systemów ciepłowniczych wymaga dużych inwestycji w infrastrukturę, w porównaniu z indywidualnymi możliwościami zaopatrzenia w ciepło, w oparciu o paliwa kopalne. Jednakże koszty operacyjne i wpływ na środowisko będą znacznie niższe ze względu na korzyści skali. Jest to szczególnie uzasadnione jeśli ciepło jest wytwarzane w wydajnych elektrociepłowniach i zakładach przetwarzających odpady na energię lub jeśli ciepło jest wytwarzane w drodze wykorzystania nadmiaru ciepła z zakładu przemysłowego, na przykład huty stali lub cementowni. Podobnie kogeneracja ogrzewania i chłodzenia zmniejsza inwestycje i zwiększa efektywność energetyczną.

Zintegrowany system ciepłowniczy w Kopenhadze (20 przedsiębiorstw dystrybucyjnych i 3 przesyłowe) dostarcza ciepło do łącznej powierzchni 70 milionów m². Skomputeryzowany system jest ważny dla optymalnego wykorzystania energii z odpadów i osadów (25%), wydajnej kogeneracji na biomasę (70%) i kotłów (5%). Rośnie rynek lokalnych zakładów chłodniczych, które działają głównie w symbiozie z systemem ciepłowniczym. Dostęp do danych jest niezbędny do ciągłej optymalizacji. Pozostała sieć parowa to m.in. zamiana na ciepłą wodę, firmy inwestujące w duże pompy ciepła do ogrzewania i chłodzenia, duże kotły elektryczne oraz duże magazyny ciepła. Prawie wszystkie nowe budynki podłączone są do sieci, która jest rozszerzana na nowe dzielnice, gdy jest to opłacalne.

W 2017 r. AffaldVarme Aarhus (AVA), przedsiębiorstwo ciepłownicze, zakończyło wdrażanie nowego inteligentnego rozwiązania pomiarowego firmy Kamstrup, które obejmowało 56 000 ciepłomierzy odczytywanych zdalnie co godzinę. Był to pierwszy krok w ich wysiłkach na rzecz optymalizacji systemu ciepłowniczego, który musi zasilać coraz większą liczbę budynków i wspierać neutralną, pod względem emisji dwutlenku węgla, i energooszczędną przyszłość. Większa liczba danych z liczników zapewniła przejrzystość sieci dystrybucyjnej i umożliwiła nowy poziom rozwiązywania problemów i możliwości ulepszeń. W rezultacie firma AVA odnotowała znaczne korzyści i oszczędności w postaci usprawnienia działania swojego parku licznikowego. Ponadto zmniejszono nakłady administracyjne związane ze zbieraniem i obsługą danych z liczników, a wydatki na korygowanie brakujących lub błędnych odczytów zostały praktycznie wyeliminowane. AVA pracuje obecnie nad dalszą cyfryzacją systemu ciepłowniczego w Aarhus, wykorzystując innowacyjne rozwiązania analityczne w celu poprawy relacji z klientami, zwiększenia optymalizacji operacyjnej i umożliwienia lepszego ukierunkowania swoich inwestycji w sieć ciepłowniczą.

Produkcja pektyny ze skórek pomarańczy w CP Kelco, w duńskim mieście Køge, powoduje zarówno nadwyżkę ciepła, jak i duże ilości organicznych produktów ubocznych, a więc zasobów, które do niedawna pozostawały niewykorzystane.

W 2017 roku nawiązano współpracę pomiędzy przedsiębiorstwem ciepłowniczym VEKS a CP Kelco w celu wykorzystania nadwyżki ciepła znajdującego się w lokalnej sieci ciepłowniczej. Obecnie nadwyżka ciepła zapewnia ²/₃ energii wymaganej do ponownego podgrzania zimnej wody powrotnej z sieci ciepłowniczej i pokrywa 25% całkowitego zapotrzebowania na ciepło w przedsiębiorstwie ciepłowniczym Køge.

Projekt nadwyżki ciepła został uruchomiony 1 stycznia 2018 r., a produkcję sieci ciepłowniczych szacuje się na 40 000 MWh/rok. Ponadto organiczne produkty uboczne są wysyłane do biogazowni Solrød, gdzie przetwarzane są na biogaz, który VEKS kupuje i wykorzystuje do produkcji skojarzonej energii cieplnej i elektrycznej (CHP). W 2017 roku roczna produkcja zielonego ciepła sieciowego wyniosła 28 500 MWh, a zielonej energii elektrycznej 24 GWh. Podobne rozwiązania z powodzeniem stosują też inne miasta.

Ciepło odpadowe ma ogromny, niewykorzystany potencjał w zakresie zastąpienia paliw kopalnych w Londynie. Bez ciepłownictwa nie można wykorzystać tego potencjału. Rada Islington stworzyła publiczną sieć ciepłowniczą inspirowaną między innymi duńskimi rozwiązaniami inteligentnych miast. Pierwsza faza rozpoczęła się w 2012 roku, kiedy to powstała sieć o długości 1,4 km, obsługująca 850 mieszkań i cztery biurowce. Sieć zasilana jest z elektrociepłowni o mocy 1,4 MWe opalanej gazem i elektrociepłowni

(CHP) połączonej ze zbiornikiem ciepła. Drugi etap obejmuje rozbudowę sieci o 1 km, zaopatrującej 450 istniejących mieszkań socjalnych, 150 nowo wybudowanych domów oraz szkołę. Rozbudowa ta obejmuje dodatkowy zbiornik magazynujący ciepło i amoniakalną pompę ciepła o mocy 1 MW, która odzyskuje ciepło z londyńskiego metra i napędzana jest dwoma gazowymi silnikami kogeneracyjnymi. Ponadto latem zapewnia chłodzenie metra. Inteligentny system sterowania umożliwia reagowanie na zapotrzebowanie sieci energetycznej, ponieważ zużycie energii przez pompę konsumpcyjną i produkcję z jednostek kogeneracyjnych można regulować w zależności od ceny energii elektrycznej. Faza 1 pozwoliła zaoszczędzić 2000 ton CO₂ rocznie i obniżyć rachunki za energię najemców o ok. 18% w sezonie 2016/2017.

Inteligentna integracja z systemem energetycznym

Koncentracja na efektywnym energetycznie wykorzystaniu zasobów i zielonej transformacji gospodarki była w Danii od dawna głównym celem, którego początek stanowił kryzys naftowy w latach 70. Integracja energii elektrycznej, ogrzewania i chłodzenia, gazu oraz transportu w połączony system energetyczny umożliwiła Danii efektywne wykorzystanie zasobów. Holistyczne podejście do systemu energetycznego wywodzi się z realizacji elektrociepłowni w latach 80. i 90. XX wieku. Podczas, gdy oddzielna produkcja energii zapewnia sprawność operacyjną na poziomie około 38%, współprodukcja ciepła i energii zwiększa wskaźniki efektywności do ponad 85%. Innymi słowy, Dania od lat budowała strategię kreowania swojej infrastruktury i tworzenia usług użyteczności publicznej w kierunku integracji systemów energetycznych, zwłaszcza w zakresie energii oraz ciepła.

Sektor wodny odpowiada za około 8% światowego zużycia energii. Jeżeli zużycie energii będzie mogło opierać się na energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, takich jak wiatr lub biogaz, będzie to miało pozytywny wpływ na klimat. Ponadto osady ściekowe w połączeniu z innymi segmentami odpadów mogą zwiększyć produkcję biogazu, który można wykorzystać do produkcji energii lub wykorzystać w systemie gazu ziemnego i/lub jako paliwo w transporcie ciężkim.

Mając ambicje przejścia na ekologiczną transformację i zaprzestania wykorzystywania paliw kopalnych do 2050 r., Dania w dalszym ciągu kieruje się podejściem inteligentnych rozwiązań, które umożliwią integrację systemów energetycznych. Bardzo ważne jest, aby przedsiębiorstwa użyteczności publicznej i gminy współpracowały z przemysłem, aby wykazać, w jaki sposób integracja systemów energetycznych może zapewnić tańsze i bardziej ekologiczne rozwiązania z korzyścią dla mieszkańców miasta.

Inteligentne partnerstwa

Dania zawarła wiele porozumień w zakresie partnerstwa, zarówno krajowych, jak i globalnych. Każdy z nich tworzy inne wartości i stawia czoła innym wyzwaniom. Kilka spośród nich łączy podmioty o ugruntowanej pozycji, inne zaś powstają w związku z większymi regionalnymi lub lokalnymi projektami inwestycyjnymi. Inne partnerstwa powstają w wyniku zainteresowania konkretnymi technologiami i rozwiązaniami. Wspólną cechą partnerstw jest to, że popyt publiczny jest kluczowym czynnikiem napędzającym innowacje oraz inwestycje. Duńskie przepisy dotyczące przetargów dopuszczają innowacyjne przetargi publiczne w drodze zorganizowanego dialogu, partnerstw innowacyjnych. Stosuje się i testuje szereg narzędzi, metod i modeli partnerstwa, wykorzystując myślenie projektowe, hackatony i metody antropologiczne. Te ostatnie pomagają zwiększyć zaangażowanie obywateli.

Kilka partnerstw w duńskich miastach rozwija się poprzez tak zwane „żywe laboratoria”, w których testowane są i rozwijane rozwiązania inteligentnego miasta w przejrzystych ekosystemach zorientowanych na użytkownika. Dzięki procesom

współtworzenia koncepcje opracowywane są w prawdziwym życiu, umożliwiając obywatelom, instytucjom publicznym i podmiotom prywatnym zadawanie pytań i wnoszenie swojego wkładu do rozwoju oraz eksploracji pojawiających się rozwiązań miejskich. Laboratoria pełnią funkcję głównych salonów innowacyjnych rozwiązań dla klientów krajowych i międzynarodowych, a także unikalnych platform dla innowacji publicznych i prywatnych.

Wnioski

Stolica Danii jest regularnie wybierana jako jedno z najbardziej przyjaznych do życia i inteligentnych miast na świecie. Jest to stosunkowo niewielka stolica, licząca 602 000 mieszkańców, ale tym bardziej tętniąca życiem: kanały, kultura rowerowa, nowoczesna architektura i silna gospodarka – to ważne czynniki wpływające na wysoką jakość życia w mieście. Kopenhaga ma trzy główne cele w ramach swojej strategii inteligentnego miasta: osiągnięcie neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla do 2025 r., utworzenie bardziej ekologicznej i zrównoważonej stolicy oraz wspieranie wzrostu gospodarczego.

Wyzaczyła ten cel już w 2009 r., kiedy była gospodarzem Światowej Konferencji Klimatycznej COP15. W połączeniu z kwitnącą gospodarką i wysokimi standardami we wszystkich obszarach, od jakości wody wodociągowej po oszczędzanie energii, dzięki inteligentnemu oświetleniu publicznemu cel ten gwarantuje sukces Kopenhadze.

Kopenhaga jest już wzorem dla zielonej gospodarki. W 2014 roku miasto zostało Zieloną Stolicą Europy, przodując jako miasto skutecznie ograniczające emisję gazów cieplarnianych. Dzielnica Nordhavn jest dobrym przykładem: istnieje tu jeden inteligentny, elastyczny i zoptymalizowany system energetyczny, który pokazuje, jak zintegrować ciepłownictwo z inteligentną siecią. Jako inteligentne laboratorium energetyczne Nordhavn eksperymentuje z energooszczędnymi budynkami, transportem elektrycznym i wysoką efektywnością energetyczną.

Kopenhaga pracuje również nad ograniczeniem emisji z systemu ciepłowniczego poprzez produkcję ciepła z odpadów komunalnych. Słynna elektrociepłownia CopenHill w Amager to zabytek architektury ze stokiem narciarskim, szlakiem turystycznym i ścianką wspinaczkową. Zastępuje elektrownię węglową o mocy 600 MW. Oprócz ogrzewania Kopenhaga myśli także o chłodzeniu swoich budynków, na przykład poprzez zdalne chłodzenie wodą morską.

Jako inteligentne miasto Kopenhaga pełni rolę laboratorium i modelu dla wielu innych miast. Już około 250 firm i start-upów angażuje się w działania związane z inteligentnym miastem w mieście. Rząd duński oferuje atrakcyjne możliwości finansowania i współpracy, aby przyciągnąć jeszcze więcej innowatorów. A ponieważ zaangażowanie obywateli jest w Danii stosunkowo wysokie, łatwo jest pracować nad projektami partycypacyjnymi i włączającymi.

Wiele projektów Kopenhagi jest ze sobą powiązanych i realizuje jednocześnie kilka celów związanych z inteligentnym miastem. Na przykład strategiczny plan działań w dziedzinie klimatu obejmuje inicjatywy mające na celu najpierw redukcję emisji CO₂ o 20%, a następnie redukcję ich do zera. Ograniczenie ruchu drogowego stanowi tu ważną część tego procesu i jest postrzegane jako strategia mająca na celu zwiększenie zrównoważonego rozwoju i poprawę jakości życia obywateli. Co najważniejsze, dzięki trwającej od kilkudziesięciu lat kulturze rowerowej mieszkańcy Kopenhagi zgadzają się z tym i chętnie wsiadają na rower. Nic więc dziwnego, że jednym z celów miasta jest zapewnienie, aby 75% komunikacji po Kopenhadze odbywało się rowerem, transportem publicznym lub pieszo. Wysokie podatki samochodowe wspierają tę zmianę skutecznie.

Aby jeszcze bardziej wspierać zrównoważoną mobilność, miasto priorytetowo traktuje autobusy i rowerzystów na drogach. Częścią tego podejścia jest inteligentne oświetlenie na skrzyżowaniach, organizowane za pośrednictwem kopenhaskiej platformy inteligentnych rozwiązań drogowych. Sieć urządzeń obsługujących Wi-Fi na drogach dostarcza urzędnikom danych umożliwiającym monitorowanie i stymulowanie transportu. Inteligentne światła mogą zmieniać jasność, na przykład zwiększać intensywność światła po wykryciu pobliskiego rowerzysty, co poprawia bezpieczeństwo ruchu i jak dotąd zaowocowało ponad 70% oszczędności na oświetleniu publicznym.

Innym przykładem tego, jak Kopenhaga staje się bardziej ekologiczna i zrównoważona, jest Smart City Street Lab, które zachęca obywateli do zaangażowania oraz rozwoju biznesu. Pokazuje najnowsze technologie i wspiera partnerstwa pomiędzy sektorem prywatnym a środowiskiem akademickim. Miasto regularnie publikuje dostępne dla wszystkich dane, które są przydatne zarówno Laboratorium, jak i każdej innej inicjatywie dotyczącej rozwoju urbanistycznego w mieście.

Wydaje się, że Kopenhaga jest na dobrej drodze do osiągnięcia swoich ambitnych celów na rok 2025, jako inteligentne i zielone miasto. Trwa niezliczona ilość projektów, od Project Air View (współpraca z Google przy pomiarze zanieczyszczenia powietrza), Signature AI (ograniczanie i optymalizacja zużycia energii w budynkach komunalnych za pomocą sztucznej inteligencji), po RAPID (opracowywanie narzędzi cyfrowych, takich jak model 3D, do testowania potencjalnych działań w przestrzeń publiczną). Dzięki wysokiemu poziomowi bezpieczeństwa osobistego, niewielkiej różnicy w zamożności, doskonałym możliwościom w zakresie transportu publicznego i wykorzystaniu rowera, a przy tym wielu inicjatywom cyfrowym i środowiskowym, Kopenhaga przeciera szlaki miasta przyszłości.

I co najważniejsze, trzyma się mantry jednego ze swoich największych architektów, Jana Gehla: „Najpierw życie, potem przestrzeń, potem budynki”. To skupione na człowieku podejście do planowania urbanistycznego jest być może największą lekcją ze wszystkich i powodem sukcesu Kopenhagi

Bibliografia

- Smart City Blog: <https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/copenhagen> [dostęp: 12.07.2024].
- Copenhagen Solutions Lab, City of Copenhagen initiative: <http://cphsolutionslab.dk/> [dostęp: 12.07.2024].
- State of Green, <https://stateofgreen.com/en> [dostęp: 12.07.2024].
- CLEAN (formerly Copenhagen Cleantech Cluster): <http://www.cleancluster.dk> [dostęp: 12.07.2024].
- Sustainia: <http://www.sustainia.me> [dostęp: 12.07.2024].
- Mortensen J., Jonsbak F., Klaus R., Kristiansen R., Kanstrup-Clausen M., Lubanski M., 2023, Danish Smart Cities: sustainable living in an urban world, An overview of Danish Smart City competencies https://cdn.copcap.com/hubfs/Downloads/Dokumenter/Danish_Smart_Cities_Sustainable_Living_In_An_Urban_World.pdf [dostęp: 12.07.2024].
- OECD, 2023, Regional Development Papers How can smart cities boost the net-zero transition?, Proceedings of the 3rd OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth (3 July 2023).
- OECD, 2023, Urban Studies Smart City Data Governance CHALLENGES AND THE WAY FORWARD.
- OECD, 2021), Public Sector Innovation Scan of Denmark, <https://oecd-opsi.org/wp-content/uploads/2021/03/Public-Sector-Innovation-Scan-of-Denmark.pdf> [dostęp: 12.07.2024].
- Smart cities, Creating liveable, sustainable and prosperous societies, White Paper, State of Green 2020.
- Petrea M.I., Ursache I.M., 2023, Inside the world's most sustainable smart city: lessons from Copenhagen, October 2023, Conference: International Conference on „Sustainable Development of European Smart Cities”.

○ AUTORZE

Dr Jolanta Gałuszka – pracownik naukowo-dydaktyczny na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach oraz Karel de Grote University College, Faculty of Management and Technology, Business Administration, Antwerpia, Belgia na stanowisku docenta. Biegły sądowy w zakresie opodatkowania międzynarodowego, podatku VAT (karuzele VAT) oraz rachunkowości. Konsultant podatkowy w kancelariach prawnych, rachunkowych w kraju i za granicą. Doradca finansowy dla firm. Recenzent i członek Rady Programowej w „Asian Journal of Social Science Studies” w Singapurze, „Economics, Law and Policy” w USA; autorka blisko 100 publikacji w kraju i za granicą w zakresie opodatkowania i finansów publicznych; promotor prac magisterskich i licencjackich nagradzanych w konkursach organizowanych przez Śląski Oddział Doradców Podatkowych, oraz w 2023 przez NBP.

STRESZCZENIE

Miasta na całym świecie szukają rozwiązań, które pozwolą im walczyć z negatywnymi skutkami wzmożonej urbanizacji i zmian klimatycznych, dzięki czemu staną się bardziej ekologiczne i przyjazne do życia. Niektóre z wyzwań stojących przed miastami można rozwiązać poprzez zastosowanie technologii oraz danych. Jako naród znany z mnóstwa zielonych, przyjaznych do życia rozwiązań Dania pragnie odgrywać aktywną rolę w rozwiązywaniu globalnych wyzwań w miastach, dzieląc się swoim doświadczeniem i przyjętymi rozwiązaniami z innymi, przyczyniając się w ten sposób do realizacji celu zrównoważonego rozwoju ONZ nr 11, dotyczącego zrównoważonych miast i społeczności. Jednak w miarę wzrostu ich siły politycznej, gospodarczej i technologicznej miasta mogą wykorzystać tę tendencję, aby działać jako liderzy zielonej transformacji oraz siły napędowej zielonej gospodarki – przyczyniając się do osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju ONZ. Miasta potrzebują inteligentnych rozwiązań, aby zapewnić ich optymalizację pod kątem zrównoważonej działalności gospodarczej, zużycia energii i pozytywnego wpływu na środowisko. Tworzenie inteligentnych miast nie jest celem samym w sobie. Bycie inteligentnym to jedynie sposób na osiągnięcie celów miasta w zakresie zrównoważonego wzrostu i komfortu życia. Aby było to możliwe, należy stworzyć solidny fundament w postaci podstawowych struktur cyfrowych. Obejmuje to: infrastrukturę, centra danych do udostępniania danych oraz standardy bezpieczeństwa danych czy prywatności. Przykład Danii jest wart omówienia i bardzo wyjątkowy. Duńskie pomysły nie dość, że służą gospodarce i mieszkańcom, to stają się inspiracją do naśladowania przez innych, a także podstawą do nawiązywania międzynarodowej współpracy. Według OECD Dania jest jednym z najlepszych miejsc pod względem równowagi między życiem zawodowym a prywatnym oraz możliwościami przez całe życie. W artykule podkreślono duńskie doświadczenia i najlepsze praktyki w zakresie tworzenia inteligentnych miast.

Słowa klucze:

rozwój miast, inteligentne miasta, przejście na zero emisyjność CO₂, klimat, zarządzanie

Opinie wyrażone w powyższym tekście mają charakter autorski i nie należy ich traktować jako stanowiska Fundacji Rozwoju Demokracji Lokalnej im. Jerzego Regulskiego

....

Warszawa, kwiecień 2024
Fundacja Rozwoju Demokracji Lokalnej im. Jerzego Regulskiego
ul. Edwarda Jelinka 6, 01-646 Warszawa

WWW.FRDL.ORG.PL