

Rozdział 12

ROZWÓJ SMART CITIES W POLSCE W KONTEKŚCIE WYKORZYSTANIA ENERGII ODNAWIALNEJ

Wioletta Skrodzka¹⁶

Streszczenie: W rozdziale zaprezentowano koncepcję inteligentnego miasta w kontekście wykorzystania energii odnawialnej. Inwestycje w odnawialne źródła energii są obecnie popularnym kierunkiem transformacji miejskiej. Celem rozdziału jest analiza i ocena poziomu wdrożenia energetyki odnawialnej w przestrzeni miejskiej jako filaru koncepcji Smart City. Zdefiniowano pojęcie „polityka miejska” oraz jej odniesienie do zarządzania energetyką miejską. Omówiono kontekst definicyjny pojęcia „smart cities”. Podkreślono powiązanie koncepcji Smart Cities ze zrównoważonym rozwojem energetyki. Przeanalizowano stopień wykorzystania energetyki odnawialnej w Polsce na tle innych krajów UE. Zaprezentowano przykłady miast – liderów wykorzystujących OZE w przestrzeni miejskiej.

Słowa kluczowe: energia odnawialna, polityka miejska, Smart Cities

Wprowadzenie

W 2020 roku źródła odnawialne wygenerowały 38% energii elektrycznej w UE, wyprzedzając paliwa kopalne i stając się po raz pierwszy w historii głównym źródłem energii w Europie. Współcześnie stanowią one nieodłączny element energetyki zarówno w makro-, jak i mikroskali w instalacjach miejskich oraz prywatnych nieruchomościach. Energetyka odnawialna stanowi dla wielu miast zasób niedostatecznie wykorzystany. Jednak to właśnie miasta są największymi konsumentami energii i w głównej mierze odpowiadają za zanieczyszczenia środowiska, emisję dwutlenku węgla i nieefektywne wykorzystanie zasobów. Mimo iż miasta zajmują tylko 2% powierzchni ziemi, to wytwarzają aż 80% globalnego produktu krajowego brutto na świecie. Równocześnie to właśnie miasta odpowiadają za 60-80% zużycia energii i 75% emisji dwutlenku węgla (International Resource Panel 2018). Choć aglomeracje miejskie dysponują dużym potencjałem do transformacji energetycznej, niestety nie wszystkie gminy i samorządy lokalne w jednakowym stopniu reagują zmianami w zakresie wykorzystania energii odnawialnej, efektywności energetycznej czy też elektromobilności (Ziv i in. 2018, s. 487-498). Często barierą jest niemożność dostosowania istniejących systemów zarządzania i wykorzystania dostępnych

¹⁶ Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania

zasobów energetycznych do innowacyjnych podejść w zakresie produkcji i zużycia energii (Cowell i in. 2017, s. 1139-1155). Czasami jednak przyczyna leży w inercji władz miasta lub niechęci lokalnych mieszkańców do zmian. Miasta wspierające tanie, wydajne i przynoszące duże zyski inicjatywy energetyczne mają przewagę konkurencyjną w globalnej gospodarce. Mogą skuteczniej promować wzrost zatrudnienia i zmniejszać koszty utrzymania infrastruktury. Inteligentna sieć energetyczna, charakteryzująca się wykorzystaniem energetyki odnawialnej, jest jednym z elementów inteligentnego miasta. Występowanie OZE jako elementu energetyki miejskiej poprawia stan środowiska miasta i jednocześnie wpływa pozytywnie na zdrowie i jakość życia mieszkańców. Jest również nieodzownym elementem bezpieczeństwa pozamilitarnego.

W rozdziale skupiono uwagę na prawidłowym zdefiniowaniu pojęcia „polityka miejska” i jej odniesieniu do zarządzania energetyką miejską. Ze względu na wieloaspektowość i złożoność pojęcia „smart cities” omówiono jego kontekst definicyjny. Podkreślono powiązanie koncepcji Smart Cities ze zrównoważonym rozwojem energetyki. Przeanalizowano stopień wykorzystania energetyki odnawialnej w Polsce na tle innych krajów UE. Zaprezentowano ciekawe przykłady miast – liderów wykorzystujących OZE w przestrzeni miejskiej. W gminach wiejskich i na przedmieściach stopień wykorzystania np. paneli fotowoltaicznych na domach jednorodzinnych jest inny niż w przypadku miast. Wynika to głównie z odmiennego typu architektury. Jednak nowo powstające osiedla wielorodzinne coraz częściej wykorzystują energię odnawialną, np. do oświetlenia ulic czy też powierzchni użyteczności wspólnej mieszkańców. Badania ukazały, że polskie miasta mają jeszcze dużo do nadrobienia w stosunku do liderów wykorzystania OZE w Europie.

Koncepcja Smart Cities

Literatura przedmiotu podaje wiele definicji pojęcia „smart city”. R. Giffinger wymienia sześć składników charakteryzujących inteligentne miasto: inteligentna gospodarka (ang. *smart economy*), inteligentni mieszkańcy (ang. *smart people*), inteligentny urząd (ang. *smart governance*), inteligentna mobilność (ang. *smart mobility*), inteligentne środowisko (ang. *smart environment*) oraz inteligentne życie (ang. *smart living*) (Giffinger i in. 2007). B. Cohen analogicznie w swojej definicji określa charakterystyczne gałęzie działalności (Cohen 2012). Dokonuje również klasyfikacji na podstawie stopnia wykorzystania nowoczesnych technologii, wyróżniając trzy rodzaje Smart City (URENIO 2018; Gotlibowska 2018, s. 67-68). Z kolei W. Kurniawati wymienia sześć kluczowych wskaźników wdrażania Smart City (Kurniawati i in. 2019). Natomiast C.F. Calvillo, A. Sánchez-Miralles i J. Villar definiują Smart City jako zrównoważony i wydajny ośrodek zapewniający swoim mieszkańcom wysoką jakość życia i gwarantujący optymalne zarządzanie swoimi zasobami (Calvillo, Sánchez-Miralles, Villar 2016, s. 273-287). Literatura przedmiotu podkreśla często powiązanie z cyfrowym, inteligentnym, wirtualnym miastem, uwypuklając charakter technologiczny Smart City (Winkowska, Szpilko Pejic 2019, s. 70-86), zastosowanie inteligentnie działających produktów i usług, sztucznej inteligencji, infrastruktury wyposażonej w mobilne terminale, różnego rodzaju czujniki, akulatory

(Klein, Kaefer 2008; Komninos 2011, s. 172-188; Lee, Phaal, Lee 2013, s. 286-306; Peng, Nunes, Zheng 2017, s. 845-876). Inne definicje zwracają uwagę na infrastrukturę społeczną, kapitał intelektualny tworzący Smart City (Nam, Pardo 2011; Winters 2011, s. 253-270; Bakici, Almirall, Wareham 2013, s. 135-148). Jeszcze inne podkreślają wspólnotowy charakter. Traktują inteligentną społeczność jako wspólnotę członków, organizacji i instytucji zarządzających, które współpracują ze sobą celem realizacji wspólnych celów (Paskaleva i in. 2015; Pereira i in. 2017, s. 526-553). Większość definicji podkreśla dbałość o środowisko jako element koncepcji Smart City: ochrona zielonych zasobów, efektywność energetyczna oraz zrównoważona energetyka miejska (Giffinger i in. 2007; Komninos 2011, s. 119-134; Neirotti i in. 2017, s. 25-36).

Pomiar oceny miasta jako „smart” jest skomplikowanym zagadnieniem. Mierniki oceny przedstawiło wielu autorów. Uniwersytet Wiedeński utworzył ranking miast średniej wielkości predestynujących do bycia „smart” (Giffinger i in. 2007). Własnym systemem pomiaru dysponuje też Intelligent Community Forum (ICF), które ogłasza ranking miast w ramach Smart21 Communities. Również G.C. Lazaroiu i M. Roscia zaproponowali metodologię oceny i porównania miast w ramach koncepcji Smart City (Lazaroiu, Roscia 2012, s. 326-332). Ciekawą koncepcję wskaźników pomiaru, bazującą na raportach z projektów UE, zbiorze danych z Urban Audit oraz wybranych wskaźnikach ze statystyk Komisji Europejskiej (European Green City Index; TISSUE, Trends and Indicators for Monitoring the EU; Strategia Tematyczna Zrównoważonego Rozwoju Środowiska Miejskiego) przedstawił P. Lombardi i in. (Lombardi i in. 2012, s. 137-149). D. Reckien i in. na podstawie bazy danych Urban Audit porównali 850 miast pod względem ich dostosowania się do zmian klimatu. Ich analiza wykazała, że wielkość miasta, ustawodawstwo krajowe i sieci międzynarodowe mogą wpływać na rozwój lokalnych planów klimatycznych (Reckien i in. 2018). F. Monforti-Ferrario i in. przeanalizowali działania dotyczące łagodzenia zmian klimatycznych w miastach zrzeszonych w ramach inicjatywy Porozumienia Burmistrzów (CoM). Zbudowali wskaźniki pomiaru ich wpływu na poziom zanieczyszczenia powietrza (Monforti-Ferrario i in. 2018, s. 222-234). Interesującą analizę porównawczą wpisującą się w tematykę Smart City i dotyczącą zrównoważonego rozwoju przeprowadziła Ź. Kılıkş (Kılıkş 2018). Wskaźnikiem złożonym był Wskaźnik Zrównoważonego Rozwoju Systemów Energii, Wody i Środowiska (SDEWES City Sustainability Index). Indeks SDEWES jest obecnie stosowany do 120 miast Europy Południowo-Wschodniej.

Opisane definicje i metody pomiaru wskazują na to, jak szeroka może być koncepcja Smart City. Stąd często rozważania naukowe nie są prowadzone w sposób całościowy, a jedynie oceniane są pojedyncze aspekty funkcjonowania miasta.

Polityka miejska

Literatura przedmiotu określa krajową politykę miejską jako celowy proces prowadzony przez rząd, koordynujący i łączący działania wielu podmiotów dla osiągnięcia wspólnego celu urbanizacyjnego w określonym, długoterminowym horyzoncie czasowym (Ryś i in. 2019). Niektórzy autorzy podkreślają, iż jest to

wielopoziomowy, angażujący wiele różnych podmiotów proces skoncentrowany na rozwoju ludzkim, mający na celu transformację obszarów miejskich (Cheshire, Nathan, Overman 2014). Analogiczną definicję przyjmuje Agenda ONZ ds. Osiedli Ludzkich UN-Habitat, promująca rozwój polityk miejskich jako jedno z najważniejszych narzędzi realizacji celów zrównoważonego rozwoju. O ważności tematyki polityki miejskiej świadczy to, iż jest ona rozważana w ramach polityk unijnych w postaci priorytetów wprowadzanych w zakresie europejskiej polityki spójności¹⁷. Polityka miejska jest również elementem bezpieczeństwa pozamilitarnego. Kraje członkowskie UE są zobligowane do przygotowania dokumentu dotyczącego krajowej polityki miejskiej (Szlachta 2013). W Polsce obowiązująca jest *Krajowa Polityka Miejska 2023* (KPM). Została ona przyjęta przez Radę Ministrów jesienią 2015 roku. Obecnie trwa proces jej aktualizacji i integracji ze *Strategią na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju SOR* oraz powstałymi na poziomie międzynarodowym dokumentami: *Agendą na rzecz Zrównoważonego Rozwoju* (Agenda... 2015), *Nową Agendą Miejską ONZ*, *Agendą Miejską dla UE* czy też przyjętą w 2020 roku *Kartą Lipską* i *Agendą Terytorialną*. W kwietniu 2019 roku odbyło się Krajowe Forum Miejskie zorganizowane przez Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej (MFiPR) we współpracy z UN-Habitat, podczas którego przedstawiciele samorządu terytorialnego oraz organizacji miejskich sygnowali *Deklarację o współpracy na rzecz realizacji krajowej polityki miejskiej* oraz *Nowej Agendy Miejskiej ONZ*. Można wymienić wiele programów dotyczących obszarów miejskich zaakcentowanych w KPM 2023. Program „Czyste powietrze” jest silnie powiązany z wątkiem „Niskoemisyjność i efektywność energetyczna” KPM 2023. Oferuje on dofinansowanie wymiany starych i nieefektywnych źródeł ciepła na paliwo stałe na nowoczesne i proekologiczne, a także przeprowadzenie towarzyszących temu prac termomodernizacyjnych budynku. Innym przykładem jest konkurs dotacji „Inteligentne miasta współtworzone przez mieszkańców” finansowany w ramach „Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020”. Ciekawą inicjatywą jest projekt SOR „Partnerska Inicjatywa Miast”. Jego celem jest promocja współpracy samorządów, wsparcie potencjału rozwojowego mniejszych miast oraz innowacyjnych pilotażowych przedsięwzięć pod patronatem Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej. Inną formą działania są Zintegrowane Inwestycje Terytorialne (ZIT) – forma współpracy samorządów współfinansowana ze środków Funduszy Europejskich. Na zasadzie partnerstwa jednostki samorządu terytorialnego miast mogą realizować wspólne cele i przedsięwzięcia finansowane z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR) i Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS). Komisja Europejska patronuje również w tworzeniu unijnego Porozumienia Burmistrzów na rzecz klimatu i energii, w ramach którego władze lokalne i regionalne prezentują swoje działania na rzecz gospodarki niskoemisyjnej, otrzymują wsparcie, wymieniają dobre praktyki i dzielą się zasobami. Jest to sieć władz lokalnych o najszerszym w tej chwili zasięgu na świecie, obejmującym ponad 8800 miast.

¹⁷ Przykładem jest pakt amsterdamski ustanawiający agendę miejską dla UE, przyjęty przez ministrów państw członkowskich UE ds. rozwoju miast 30 maja 2016 r. w Amsterdamie.

Identyfikując cele polityki miejskiej, należy uwzględnić nie tylko procesy urbanizacji, nierówności ekonomiczne występujące pomiędzy miastami lub poszczególnymi obszarami miejskimi, ale również problematykę kongestii centrów miejskich, jakości życia mieszkańców, dostępności mieszkalnictwa oraz skutków związanych z nieodpowiednim zagospodarowaniem przestrzeni miejskiej czy zanieczyszczenia środowiska. W czasach kryzysu klimatycznego, który niesie szereg wyzwań środowiskowych, to właśnie miasta, ich sposób gospodarowania oraz zarządzanie procesami urbanizacyjnymi mają istotne znaczenie dla ograniczenia negatywnego oddziaływania człowieka na środowisko. Zwartość przestrzeni miejskiej i koncentracja osadnicza pozwalają wdrożyć szereg rozwiązań zmniejszających poziom antropopresji w sposób znacznie bardziej efektywny niż w przypadku osadnictwa rozproszonego. Większe wykorzystanie energii odnawialnej, zrównoważona mobilność, tworzenie infrastruktury miejskiej o niemal zerowym zużyciu energii i budynków neutralnych pod względem wykorzystania paliw kopalnych przyczynią się do znaczącej redukcji emisji gazów cieplarnianych i zwiększenia efektywności energetycznej.

Kompetencje miasta a zrównoważona energetyka

Gmina miejska może występować w roli regulatora lokalnego rynku energii, odbiorcy bądź dostawcy energii, ale również jako inwestor lub wytwórca energii (Swora 2019, s. 235). Na mocy artykułu 18 Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* do zadań gminy w zakresie energetyki należy m.in. planowanie i organizacja zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe w gminie oraz procesu racjonalizacji zużycia energii, a także promowanie rozwiązań zmniejszających zużycie energii. Jest to działalność pozostająca w sferze zadań własnych o charakterze użyteczności publicznej z obszaru zaopatrzenia w energię elektryczną. Gmina może być wytwórcą energii elektrycznej z OZE na mocy uczestnika klastra energii, członka spółdzielni energetycznej lub w sposób pośredni przez przedsiębiorstwo energetyczne będące producentem energii odnawialnej (Kosiński, Trupkiewicz 2016, s. 106).

Klasy energii i spółdzielnie energetyczne

Prawodawstwo UE przewiduje występowanie podmiotów, które można określić społecznościami energetycznymi. Ich koncepcję działania różnicuje prawodawstwo, na którym są oparte. Przede wszystkim należy wymienić działającą w obszarze energii odnawialnej społeczność energetyczną wprowadzoną dyrektywą o wsparciu energii ze źródeł odnawialnych (REDII 2018). Innym rodzajem jest działająca na podstawie dyrektywy rynkowej (Dyrektywa rynkowa 2019) obywatelska społeczność energetyczna (CEC – *Citizens Energy Community*). Odmiennym pod względem działania podmiotem są działający grupowo prosumenci energii elektrycznej (REDII 2018).

Prawodawstwo polskie definiuje dwie formy: klasy energii oraz spółdzielnie energetyczne, które zdefiniowano prawnie w połowie 2016 roku. Nowelizacja

ustawy OZE z dnia 19 lipca 2019 roku (Dz.U. 2019 poz. 1524) doprecyzowała szczegółowo funkcjonowanie tych podmiotów. Ustawa OZE definiuje pojęcie „klastra energii” jako cywilno-prawne porozumienie, w którego skład mogą wchodzić: osoby fizyczne, osoby prawne, jednostki naukowe lub jednostki samorządu terytorialnego. Ustawa określa również cel działalności. Jest nim wytwarzanie i równoważenie zapotrzebowania dystrybucji lub obrót energią z odnawialnych źródeł lub innych w ramach sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV na obszarze nieprzekraczającym granic jednego powiatu lub 5 gmin w rozumieniu ustawy o samorządzie gminnym (Szyrski 2017). Udział podmiotów naukowych i ze świata gospodarczego zwiększa produktywność, innowacyjność i przedsiębiorczość. Szansa powodzenia biznesowego jest dużo większa. Natomiast udział władz lokalnych w klastrze energii wpływa pozytywnie na odbiór społeczny tego typu przedsięwzięć. Jako uczestnik klastra gmina może partycypować, wykorzystując własne nieruchomości do wytwarzania energii odnawialnej.

W przeciwieństwie do klastra energii spółdzielnie energetyczne są zakładane po to, aby wyprodukowana w ich ramach energia zaspokoiła indywidualne zapotrzebowanie podmiotów wchodzących w jej skład. Klaster ma charakter biznesowy, podczas gdy spółdzielnia wytwarza energię tylko na rzecz jej członków. Podstawową różnicą pomiędzy klastrami a spółdzielniami energetycznymi jest posiadanie przez spółdzielnie osobowości prawnej. Ustawowa definicja spółdzielni energetycznej zawarta w art. 2 pkt 33a ustawy o OZE bazuje na Ustawie z dnia 16 września 1982 r. *Prawo spółdzielcze*. Warunki, które musi spełniać spółdzielnia, wymienione są m.in. w art. 38e ustawy o OZE. Precyzują one, iż liczba jej członków nie może przekraczać 1000, a łączna moc zainstalowana elektryczna wszystkich instalacji odnawialnego źródła energii, należących do członków spółdzielni, musi umożliwiać pokrycie nie mniej niż 70% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną wszystkich członków tej spółdzielni. Sprawdzona w innych obszarach działania formuła spółdzielni jest atrakcyjna dla nowych członków. Wadą tej formy działalności jest ograniczenie terenowe w stosunku do klastrów energii. Zapisy unijne, szczególnie te dla obywatelskiej społeczności energetycznej, w dużym stopniu korespondują z definicją klastra energii w prawodawstwie polskim, natomiast dla społeczności działających w zakresie OZE z zapisami o spółdzielniach energetycznych.

Udział miasta w rozwoju spółdzielni energetycznych czy też klastrów energii umożliwia włączenie się lokalnych mieszkańców w produkcję energii odnawialnej oraz wykorzystanie jej do własnych celów. Tego typu dywersyfikacja źródeł energii poprawia efektywność energetyczną poprzez zmniejszenie strat sieciowych i przyczynia się do zachowania bezpieczeństwa energetycznego kraju. Wszystkie te elementy wpisują się w koncepcję Smart City.

Udział energii odnawialnej w strukturze produkcji energii pierwotnej

Ostatnie lata przyniosły wiele unijnych aktów prawnych dotyczących promowania odnawialnych źródeł energii. Zgodnie z celem przyjętym w 2009 roku zużycie energii do roku 2020 miało w 20% pochodzić ze źródeł odnawialnych (Dyrektywa

2009/28/WE). W 2018 roku zmieniono ten cel na 32% w 2030 roku (Dyrektywa (UE) 2018/2001). Ostatnie dokumenty z 11 grudnia 2019 roku (*Europejski Zielony Ład*) określają Europę jako neutralną dla klimatu do 2050 roku (KE 2019). Zrównoważony rozwój energetyki odgrywa ważną rolę w strategii UE i przekłada się na wymiar polityk miejskich. W europejskiej strategii zrównoważonego rozwoju jest reprezentowany przez cel 7 i monitorowany przy użyciu wskaźników służących ocenie stopnia osiągnięcia przez poszczególne kraje założonych celów polityki: energetycznej, klimatycznej i ekologicznej.

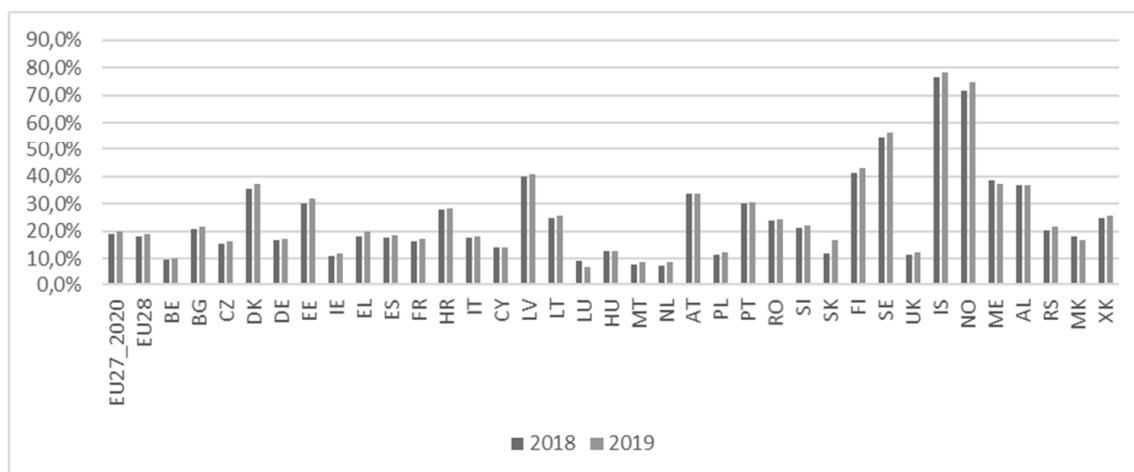
W literaturze przedmiotu można odnaleźć wiele wskaźników monitorujących zrównoważony rozwój: wskaźniki IAEA, wskaźniki Eurostatu oraz wskaźniki GUS. Wskaźniki IAEA podzielone są na trzy wymiary: społeczny, gospodarczy i środowiskowy (IAEA 2005). Obejmują one kompleksowo problematykę zrównoważonego rozwoju energii. Baza Eurostatu również zawiera listę wskaźników zrównoważonego rozwoju (SDG). Cel nr 7 w ramach tej listy obejmuje tematykę powszechnego dostępu do nowoczesnych usług energetycznych, poprawy efektywności energetycznej i zwiększenia udziału energii odnawialnej. W jego ramach wyodrębniono m.in. następujące wskaźniki: emisje gazów cieplarnianych, zużycie energii pierwotnej, wydajność energetyczna, zależność od importu energii według produktów, udział energii odnawialnej w ostatecznym zużyciu energii brutto. Polska baza GUS również zawiera wskaźniki monitorujące realizację celów zrównoważonego rozwoju w zakresie energii: odsetek ludności z dostępem do elektryczności, odsetek ludności wykorzystującej podstawowo czyste paliwa i technologie, udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto, energochłonność pierwotna, oficjalna pomoc rozwojowa na rzecz mitygacji i adaptacji do zmian klimatu. Różnorodność wskaźników umożliwia monitorowanie krajowego procesu rozwoju zrównoważonej energetyki. Niestety nie wszystkie dane występują na poziomie gmin lub powiatów, co zdecydowanie utrudnia monitoring w ramach problematyki Smart City.

Jednym z głównych wskaźników w obszarze monitorowania zmian klimatu i energii jest udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto. Wskaźnik ten informuje, jaki jest stopień wykorzystania energii pochodzącej z OZE w zużyciu końcowym energii w kraju. Rysunek 12.1 prezentuje udziały procentowe dla poszczególnych krajów europejskich w latach 2018-2019.

W 2018 roku produkcja energii ze źródeł odnawialnych w UE wynosiła 81 mln toe¹⁸ i stanowiła 18,9% w zużyciu energii końcowej brutto. W 2019 roku wynosiła 84,6 mln toe i stanowiła 19,7%. Do podstawowych źródeł energii odnawialnej w 2019 roku należały: energia wiatrowa (30 mln toe), energia wodna (29,5 mln toe), energia słoneczna (10,8 mln toe). W 2019 roku największe udziały energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu energii końcowej brutto odnotowano w Islandii (78,2%), Norwegii (74,6%), Szwecji (56,4%), Finlandii (43,1%) i Łotwie (41%). Najniższe w Luksemburgu (7%), Malcie (8,5%), Holandii (8,8%) i Belgii (9,9%). W 2019 roku krajowe cele OZE na 2020 rok wypełniło 14 państw Unii Europejskiej. Najdalej od zrealizowania celów były: Francja (brak 5,8 pkt proc.), Holandia (5,2 pkt proc.) oraz Luksemburg (4 pkt proc.). Polska w 2019 roku osiągnęła 12,2% udziału zielonej

¹⁸ Ton oleju ekwiwalentnego – toe.

energii wobec poziomu 11,5% w 2018 roku. W Polsce w 2020 roku moc zainstalowana wszystkich odnawialnych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym wynosiła prawie 10 GW, z czego poniżej 2% pochodziło z małych instalacji OZE¹⁹. W porównaniu z 2019 rokiem nastąpił wzrost o 33% instalacji wykorzystujących energię promieniowania słonecznego (PV). Przyrost mocy zainstalowanej w tym sektorze wyniósł prawie 41% (URE 2020). Tabela 12.1 prezentuje strukturę instalacji OZE w 2020 roku ze względu na źródło.



Rysunek 12.1. Całkowity udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w latach 2018-2019 (%)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS

Tabela 12.1. Struktura OZE w Polsce w 2020 r.

Rodzaj instalacji OZE ze względu na źródło:	Liczba instalacji	Moc zainstalowana (MW)
Hydroenergia (WO)	343	51,96
Energia promieniowania słonecznego (PV)	328	66,86
Biogaz (BG)	117	32,10
Energia wiatrowa (WI)	108	31,71
Biomasa (BM)	2	0,47
Łącznie	898	183,10

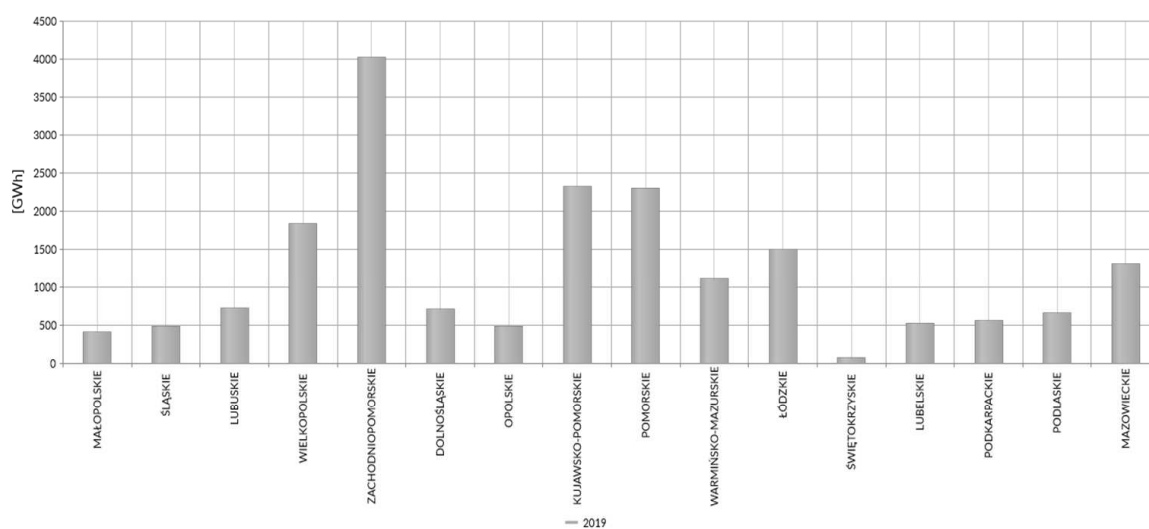
Źródło: (URE 2020)

W 2020 roku działały w Polsce 343 instalacje wykorzystujące energię wody o łącznej mocy zainstalowanej 51,96 MW. Największe pod względem łącznej mocy zainstalowanej równej 66,86 MW były źródła fotowoltaiczne w liczbie 328

¹⁹ Instalacje o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 50 kW i mniejszej niż 500 kW, przyłączone do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu większej niż 150 kW i nie większej niż 900 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest większa niż 50 kW i mniejsza niż 500 kW.

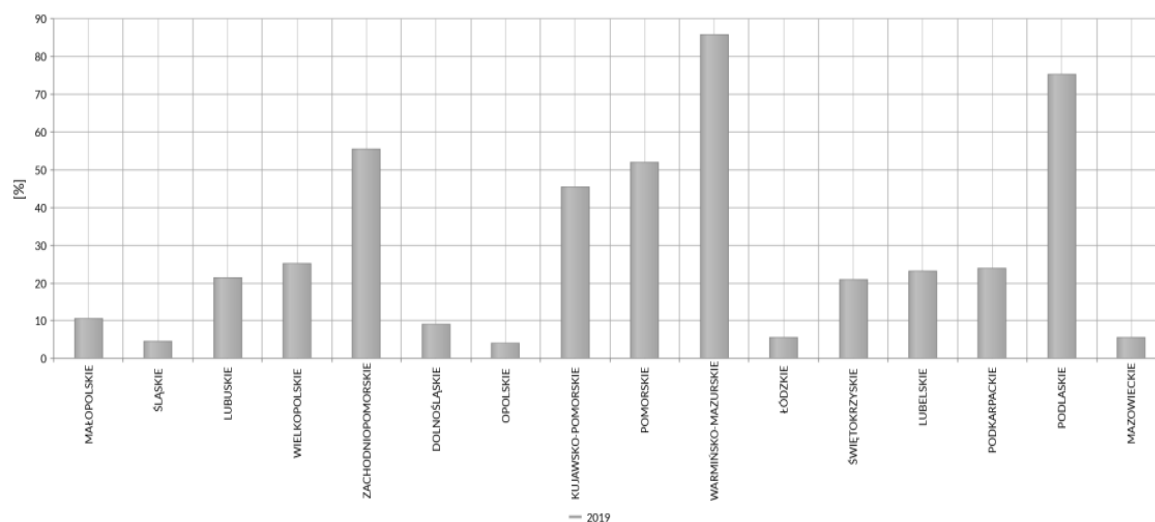
instalacji. Małe instalacje produkujące energię z biomasy były tylko dwie. Dane dotyczące instalacji OZE w podziale na województwa występują obecnie tylko dla 2019 roku (GUS). Rysunek 12.2 prezentuje wielkość produkcji energii w GWh w 2019 roku w elektrowniach wodnych (szczytowo-pompowych oraz przepływowych), wiatrowych oraz ciepłych zużywających wyłącznie paliwa odnawialne (biomasę, biogaz, biopaliwa).

Najwięcej energii odnawialnej (4024 GWh) wyprodukowano w 2019 roku w województwie zachodniopomorskim. Kolejne miejsca zajmują: województwo kujawsko-pomorskie (2323 GWh) i pomorskie (2 300,4 GWh). Najmniej energii odnawialnej produkowano w województwie świętokrzyskim (80,4 GWh). Procentowy udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem w poszczególnych województwach w 2019 roku prezentuje rysunek 12.3.



Rysunek 12.2. Elektrownie wodne i na paliwa odnawialne z podziałem na województwa

Źródło: opracowanie na podstawie danych z GUS



Rysunek 12.3. Udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem w 2019 r. z podziałem na województwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS

W 2019 roku najwyższy udział (85,7%) energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem zaobserwowano w województwie warmińsko-mazurskim, zaś najniższy (4%) w województwie opolskim.

W ostatnich latach miasta na całym świecie podejmowały działania mające na celu przyspieszenie globalnego wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Władze miast bezpośrednio wspierały je poprzez ustalanie konkretnych celów w zakresie energii odnawialnej, inwestowanie w odnawialne źródła energii i uchwalanie polityk promujących odnawialne źródła energii w całym mieście. Do końca 2020 roku władze co najmniej 834 miast w 72 krajach, obejmujących 558 milionów ludzi, ustaliło cele w zakresie energii odnawialnej w co najmniej jednym sektorze (energetyka, ciepłownictwo, chłodzenie, transport). W 617 miastach za cel postawiono sobie 100-procentowe pochodzenie energii ze źródeł odnawialnych (REC 2021). Często cele miast i ich lokalna polityka w zakresie zrównoważonej energii jest dużo bardziej ambitna niż polityka danego państwa. Tabela 12.2 prezentuje miasta europejskie o wysokim udziale wytwarzania energii elektrycznej z fotowoltaiki i elektrowni wiatrowych w 2019 roku.

Tabela 12.2. Miasta europejskie o wysokim udziale wytwarzania energii elektrycznej z fotowoltaiki i elektrowni wiatrowych w 2019 r.

Państwo	Miasto	Populacja	Udział energetyki słonecznej i wiatrowej w produkcji energii elektrycznej (%)	Udział energetyki odnawialnej* w produkcji energii elektrycznej (%)	Cele w zakresie energii odnawialnej i redukcji emisji
Dania	Gladsaxe	69 681	52%	77%	100% udział energii odnawialnej do roku 2035
Francja	Paryż	2 161 000	7%	21%	Neutralność węglowa i 100% udział energii odnawialnej do roku 2050
Niemcy	Berlin	3 644 826	1%	3%	Neutralność węglowa i 25% udział energii solarnej do roku 2050
Niemcy	Hamburg	1 841 179	15%	30%	100% udział energii odnawialnej do roku 2035; 55% redukcja emisji do roku 2030 (w porównaniu do roku 1990); neutralność węglowa do roku 2050

Hiszpania	Barcelona	4 588 000	7%	18%	45% redukcja emisji do roku 2030 (w porównaniu do roku 2005); neutralność węglowa do roku 2050
Hiszpania	Madryt	3 223 000	24%	41%	Brak danych
Hiszpania	Saragossa	649 404	8%	14%	Brak danych
Szwecja	Hyllie	32 998	Brak danych	Brak danych	100% udział energii odnawialnej lub pochodzącej z recyklingu** do roku 2030
Szwecja	Örebro	155 989	100%	100%	Neutralność węglowa do roku 2050
Wielka Brytania	Birmingham	1 149 000	21%	33%	60% redukcja emisji do 2027 (w porównaniu do roku 1990); krajowa neutralność węglowa do roku 2050
Wielka Brytania	Londyn	9 304 000	21%	23%	1 GW energii solarnej do roku 2030 i 2 GW energii solarnej do roku 2050; krajowa neutralność węglowa do roku 2050
Wielka Brytania	Manchester	547 627	6%	13%	Neutralność węglowa do roku 2038

*Obejmuje energię słoneczną, wiatrową, biomasę, geotermalną i wodną

** Energia pochodząca z recyklingu odpadów i ścieków do wytwarzania ciepła, energii elektrycznej i biogazu

Źródło: opracowanie własne na podstawie (REC 2021)

Poza umieszczonymi w tabeli liderami wiele innych miast europejskich inwestuje w energetykę odnawialną. Na przykład miasto Dniepr na Ukrainie w 2019 roku oddało do użytku 16 MW bioelektrownię. W Glasgow w Szkocji powstał zakład fermentacji beztlenowej, w którym przekształca się organiczne odpady składowiskowe na metan do produkcji energii elektrycznej. W Exeter w Anglii w 2020 roku powstał projekt solarny składający się z naziemnego panelu słonecznego o mocy 1,2 MW połączonego z magazynem energii w postaci baterii 1 MW/2 MWh. Również Ateny w Grecji uruchamiają od 2020 roku instalację systemów fotowoltaicznych w 50 szkołach na pokrycie potrzeb elektrycznych w instytucjach publicznych.

Kowno na Litwie planuje instalację systemów na 77 budynkach miejskich, w tym szkołach i zakładach opieki zdrowotnej. Również polskie miasta inwestują w energetykę odnawialną. Tychy w celu poprawy lokalnej jakości powietrza i obniżenia kosztów energii realizują plan dodania do końca roku 2021 setek odnawialnych systemów energetycznych, w tym 647 systemów fotowoltaicznych. We Wrocławiu na dachach 35 wieżowców w centrum miasta powstaje Wrocławska Elektrownia Słoneczna. Obejmuje ona 2771 modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy 739 kWp. Powstała energia będzie wykorzystywana do zasilania części wspólnych budynków, a nadwyżki będą trafiać do sieci i będą rozliczane w ramach systemu opustów, pomniejszając rachunki za prąd pobierany od usługodawcy (*Zielone miasta...* 2021).

Posumowanie

Miasta mogą odegrać kluczową rolę w zakresie ochrony klimatu i promocji energii odnawialnej. *Agenda Miejska*, dokument przyjęty w 2016 roku na międzynarodowej konferencji w Ekwadorze, zawiera zasady promujące wizję zrównoważonego rozwoju na szczeblu lokalnym. Służą temu dobre praktyki czy platformy wymiany doświadczeń między miastami. Przykładem jest Porozumienie Burmistrzów, deklarujące redukcję poziomów emisji gazów cieplarnianych, różnego rodzaju standardy i certyfikacje pokroju normy ISO 37210, czy też projekt Eco-Miasto, zapoczątkowany przez Ambasadę Francji w 2013 roku. Oczekiwane trendy rozwoju gospodarczego wskazują na to, że w nadchodzących latach zużycie energii elektrycznej w miastach wzrośnie, co przyczyni się do zmiany profili podaży i popytu na energię. Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną, przy równoczesnej konieczności realizacji celów klimatycznych, wymusi ewolucję infrastruktury energetycznej. Będzie musiała ona sprostać coraz większym dostawom odnawialnej energii elektrycznej. Celem ograniczenia strat w transporcie i dystrybucji energii elektrycznej, a także potencjalnym ograniczeniom inwestycji w infrastrukturę sieciową, wytwarzanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na miejscu w mieście stanie się koniecznością.

W rozdziale zaprezentowano koncepcję inteligentnego miasta w kontekście wykorzystania energii odnawialnej. Celem rozdziału była analiza i ocena poziomu wdrożenia energetyki odnawialnej w przestrzeni miejskiej jako filaru koncepcji Smart City. Zdefiniowano pojęcie „polityka miejska” i jej odniesienie do zarządzania energetyką miejską. Omówiono kontekst definicyjny pojęcia „smart cities”. Podkreślono powiązanie koncepcji Smart Cities ze zrównoważonym rozwojem energetyki. Przeanalizowano stopień wykorzystania energetyki odnawialnej w Polsce na tle innych krajów UE. Zaprezentowano ciekawe przykłady miast – liderów wykorzystujących OZE w przestrzeni miejskiej. Przeprowadzone badania wykazały, że zarządzanie inteligentnym miastem jest procesem niezwykle złożonym i musi uwzględnić wiele aspektów. Dotyczy nie tylko kwestii techniczno-infrastrukturalnych, ale rozszerza się o zakres społeczny, środowiskowy i ekonomiczny. Muszą one zostać połączone z technicznymi w jeden wspólnie działający system polityki miejskiej. Polskie miasta aspirują do bycia „smart”. Jednak ich droga do osiągnięcia

wyników europejskich miast liderów jest jeszcze odległa. Do najważniejszych wyzwań stojących przed polskimi miastami, które planują implementację koncepcji Smart City, należy m.in. szersze wykorzystanie najnowszych technologii do poprawy funkcjonowania miasta, zapewnienie właściwego poziomu jakości życia mieszkańców, ale przede wszystkim szeroko zakrojoną poprawę stanu środowiska naturalnego poprzez większe wykorzystanie energii odnawialnej i zmniejszenie śladu węglowego.

Literatura

1. *Agenda 2030* (2015), <http://www.un.org.pl/agenda-2030-rezolucja> (10.09.2021).
2. Bakici T., Almirall E., Wareham J. (2013), *A Smart City Initiative: The Case of Barcelona*, „Journal of the Knowledge Economy”, 4, 2, s. 135-148.
3. Calvillo C.F., Sánchez-Miralles A., Villar J. (2016), *Energy Management and Planning in Smart Cities*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 55, s. 273-287.
4. Cheshire P.C., Nathan M., Overman H.G. (2014), *Urban Economics and Urban Policy. Challenging Conventional Policy Wisdom*, Edward Elgar, Cheltenham, Northampton.
5. Cohen B. (2012), *What Exactly is a Smart City?*, <http://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> (19.08.2021).
6. Cowell R. i in. (2017), *Sub-national Government and Pathways to Sustainable Energy*, „Environment and Planning C: Politics and Space”, 35, 7, s. 1139-1155.
7. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz.Urz. UE L 140/16 z 05.06.2009).
8. Dyrektywa rynkowa (2019) – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE (Dz.Urz. UE L 158/125 z 14.06.2019).
9. KE (2019), *Europejski Zielony Ład* (COM(2019)0640).
10. Giffinger R. i in. (2007), *Smart Cities. Ranking of European Medium-Sized Cities*, http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf (23.08.2021).
11. Gotlibowska K. (2018), *Propozycja modelu miasta inteligentnego (Smart City) opartego na zastosowaniu technologii informacyjno-komunikacyjnych w jego rozwoju*, „Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna”, 42, s. 67-80.
12. GUS, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju, sdg.gov.pl/affordable-and-clean-energy/ (dostęp: 13.07.2021).
13. IAEA (2005), *Energy Indicators*, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1222_web.pdf (dostęp: 13.07.2021).
14. International Resource Panel (2018), *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
15. Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej (2021), *Nowa Karta Lipska i Agenda Terytorialna UE 2030 przyjęte przez ministrów krajów wspólnoty europejskiej*, <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/nowa-karta-lipska-i-agenda-terytorialna-ue-2030-przyjete-przez-ministrow-krajow-wspolnoty-europejskiej> (dostęp: 14.09.2021).
16. Kılıç Ş. (2018), *Benchmarking South East European Cities with the Sustainable Development of Energy. Water and Environment Systems Index*, „Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems”, 6, 1, s. 162-209.
17. Klein C., Kaefer G. (2008), *From Smart Homes to Smart Cities: Opportunities and Challenges from an Industrial Perspective*, Proceedings of the 8th International Conference, NEW2AN and 1st Russian Conference on Smart Spaces „SMART 2008” St. Petersburg, Russia, Sep 3-5.

18. Komninos N. (2011), *Intelligent Cities: Variable Geometries of Spatial Intelligence*, „Intelligent Buildings International”, 3, 3, s. 172-188.
19. Komninos N., Pallot M., Schaffers H. (2013), *Smart Cities and the Future Internet in Europe*, „Journal of the Knowledge Economy”, 4, 2, s. 119-134.
20. Kosiński E., Trupkiewicz M. (2016), *Gmina jako podmiot systemu wspierania wytwarzania energii elektrycznej z Odnawialnych Źródeł Energii*, „Ruch, Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny”, 3, s. 93-107.
21. Krajowa Polityka Miejska (2021), <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/polityka-miejska> (19.08.2021).
22. Kurniawati W. i in. (2019), *Local Wisdom in Malay Kampung Semarang as Representatives of Smart Environment*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 396(1).
23. Lazaroiu G.C., Roscia M. (2012), *Definition Methodology for the Smart Cities Model*, „Energy”, 47, 1, s. 326-332.
24. Lee J.H., Phaal R., Lee S. (2013), *An Integrated Service-Device-Technology Roadmap for Smart City Development*, „Technological Forecasting and Social Change”, 80, 2, s. 286-306.
25. Lombardi P. i in. (2012), *Modelling the Smart City Performance*, „Innovation: The European Journal of Social Science Research”, 25, 2, s. 137-149.
26. Monforti-Ferrario F. i in. (2018), *The Impact On Air Quality of Energy Saving Measures in the Major Cities Signatories of the Covenant of Mayors Initiative*, „Environment International”, 118, s. 222-234.
27. Nam T., Pardo T.A. (2011), *Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions*, The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, s. 282-291.
28. Neirotti P. i in. (2014), *Current Trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts*, „Cities”, 38, s. 25-36.
29. Paskaleva K. i in. (2015), *Stakeholder Engagement in the Smart City: Making Living Labs Work*, [w:] Rodriguez-Bolívar M. (red.), *Transforming City Governments for Successful Smart Cities*, s. 115-145, Public Administration and Information Technology, Springer International Publishing, Cham.
30. Peng G.C.A., Nunes M.B., Zheng L. (2017), *Impacts of Low Citizen Awareness and Usage in Smart City Services: The Case of London's Smart Parking System*, „Information Systems and e-Business Management”, 15, 4, s. 845-876.
31. Pereira G.V. i in. (2017), *Increasing Collaboration and Participation in Smart City Governance: A Cross-Case Analysis Of Smart City Initiatives*, „Information Technology for Development”, 23, 3, s. 526-553.
32. *Prawo energetyczne* (Dz.Urz. 2019 poz. 755 i 730).
33. *Prawo spółdzielcze* (Dz.Urz. 2018 poz. 1285).
34. REN (2021), *Renewables in Cities Global Status Report*, <https://www.ren21.net/reports/cities-global-status-report/> (dostęp: 23.08.2021).
35. Reckien D. i in. (2018), *How are Cities Planning to Respond to Climate Change? Assessment of Local Climate Plans from 885 Cities in the EU-28*, „Journal of Cleaner Production”, 191, s. 207-219.
36. REDII (2018) – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz.Urz. UE L 328/82 z 21.12.2018).
37. Ryś R. i in. (2020), *Wyzwania i rekomendacje dla krajowej polityki miejskiej*, Instytut Rozwoju Miast i Regionów, Warszawa, Kraków.
38. Smart21 Communities, <https://www.intelligentcommunity.org/smart21> (dostęp: 14.08.2021)
39. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju> (dostęp: 14.08.2021).

40. Swora M. (2018), *Działalność przedsiębiorstw energetycznych (wybrane obowiązki)*, [w:] Hauser R., Niewiadomski Z., Wróbel A. (red.), *System prawa administracyjnego. Publiczne prawo gospodarcze*, t. 8b, C.H. Beck, Warszawa.
41. Szlachta J. (2013), *Europejski wymiar polityki miejskiej w Polsce*, „Studia KPZK PAN”, 153, s. 24-42.
42. Szyrski M. (2017), *Rola samorządu terytorialnego w rozwoju odnawialnych źródeł energii*, Wolters Kluwer, Warszawa.
43. TISSUE (2007), *Trends and Indicators for Monitoring the EU*, <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2007/P643.pdf> (dostęp: 14.08.2021).
44. URE (2020), *Raport 2020 – Zbiorcze informacje dotyczące wytwarzania energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w małej instalacji*, <https://bip.ure.gov.pl/bip/o-urzedzie/zadania-prezesa-ure/raport-oze-art-17-ustaw/3556,Raport-zbiorcze-informacje-dotyczace-wytwarzania-energii-elektrycznej-z-odnawial.html> (dostęp: 20.08.2021).
45. URENIO (2018), *The 3 Generations of Smart Cities*, <http://www.urenio.org/2015/08/25/the-3-generations-of-smart-cities> (dostęp: 19.08.2021).
46. Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2019 poz. 1524).
47. Winkowska J., Szpilko D., Pejic S. (2019), *Smart City Concept in the Light of the Literature Review*, „Engineering Management in Production and Services”, 11, 2, s. 70-86.
48. Winters J.V. (2011), *Why Are Smart Cities Growing? Who Moves and Who Stays*, „Journal of Regional Science”, 51, 2, s. 253-270.
49. *Zielone miasta i gminy. Raport 2021*, <https://www.innogy.pl/pl/duze-przedsiębiorstwa/raport-zielone-miasta-i-gminy> (dostęp: 12.08.2021).
50. Ziv G. i in. (2018), *The Potential Impact of Brexit on the Energy, Water and Food Nexus in the UK: A Fuzzy Cognitive Mapping Approach*, „Applied Energy”, 210, s. 487-498.

THE DEVELOPMENT OF SMART CITIES IN POLAND IN THE CONTEXT OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY

Abstract: The chapter presents the concept of a smart city in the context of the use of renewable energy. Investments in renewable energy sources are currently a popular direction of urban transformation. The aim of the chapter is to analyze and assess the level of implementation of renewable energy in urban space as a pillar of the smart city concept. The chapter defines the concept of urban policy and its reference to municipal energy management. The definition context of the concept of smart cities was discussed. The link between the smart cities concept and sustainable energy development was emphasized. The degree of use of renewable energy in Poland was analyzed in comparison to other EU countries. Examples of cities-leaders using renewable energy in urban space are presented.

Keywords: renewable energy, urban policy, smart cities