

Łukasz Szalata, Magdalena Fortuna, Kornelia Kwiecińska

Koncepcje zrównoważonego rozwoju aglomeracji w ujęciu klimatycznym

Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu 23, 93-105

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

dr inż. LUKASZ SZALAŁATA
mgr inż. MAGDALENA FORTUNA
mgr KORNELIA KWIECIŃSKA
Politechnika Wroclawska

KONCEPCJE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU AGLOMERACJI W UJĘCIU KLIMATYCZNYM

Streszczenie

W niniejszym artykule zaprezentowano koncepcję zrównoważonego rozwoju aglomeracji, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów klimatycznych wpływających na poprawę jakości powietrza atmosferycznego. Zaprezentowano rozwiązania technologiczne oraz możliwości ich implementacji w aspekcie rozwoju miast oraz zaakcentowano rozwiązanie zielonych dachów, stałego monitoringu stanu jakości środowiska miejskiego oraz modelowe rozwiązania mające na celu wdrożenie modelu miast niskoemisyjnych. Zaprezentowano także korzyści wynikające z możliwości wdrożenia zaproponowanych rozwiązań w kontekście uzyskania efektu ekologicznego w powiązaniu z efektem ekonomicznym oraz uzyskaniem aprobaty społecznej planowanych zamierzeń.

Wprowadzenie

W dzisiejszych czasach coraz więcej ludzi wybiera życie w miastach, trend migracji z terenów wiejskich wciąż się umacnia, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Wskutek tych zjawisk miasta stale się rozrastają, niewielkie miejscowości poprzez rozwój infrastruktury zmieniają się w duże miasta, a te z kolei przekształcają się w aglomeracje, często o liczbie mieszkańców przekraczającej 1 milion. Już dzisiaj ponad połowa ludzkości świata zamieszkuje ośrodki miejskie, a prognozy demograficzne Organizacji Narodów Zjednoczonych wykazują, że do roku 2050 miasta będzie zamieszkiwać 70% populacji, czyli około 6,4 z 9,2 miliardów ludzi żyjących na Ziemi¹. Zjawisko to spowodowane jest faktem, że obszary zurbanizowane oferują swoim mieszkańcom ogromną ilość

¹ E. Glaeser, *Motory postępu*, „Scientific American. Świat Nauki” 2011, nr 10, s. 36–37.

korzyści, które są uniwersalne dla wszystkich krajów świata. Jednymi z najważniejszych są korzyści natury gospodarczej, możliwość edukacji na wyższym poziomie, rozwinięta sieć usług zdrowotnych, łatwy dostęp do rozmaitych instytucji i ośrodków, a także możliwość prowadzenia bogatego życia społecznego i towarzyskiego. Mieszkańcy miast znacznie chętniej korzystają z nowych rozwiązań technologicznych i technicznych, jak również sami uczestniczą w ich projektowaniu i wdrażaniu, stąd opinia, że miasto sprzyja większej aktywności intelektualnej².

Stały wzrost zagęszczenia ludności w miastach niesie również z sobą dużą ilość zagrożeń dla środowiska naturalnego i zdrowia mieszkańców miast. Miasta już dziś odpowiedzialne są za emisję 40% wszystkich najważniejszych gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla, metan, tlenek azotu i związki fluoru oraz pyłów i toksycznych związków chemicznych, które kumulują się w aerozolu miejskim³. Miasta są też odpowiedzialne za zużycie 80% energii, jeśli w tym bilansie uwzględni się energię elektryczną, konsumpcję żywności i innych dóbr, których produkcji towarzyszy spalanie paliw kopalnych. Wzrost zagęszczenia ludności w miastach skutkuje również niedoborami wody pitnej oraz żywności, przeciążeniem kanalizacji oraz spadkiem wydajności gospodarki odpadami.

Zagrożeniem dla środowiska naturalnego i habitatów wielu zwierząt i roślin jest fakt, że aglomeracje rozwijając się, zajmują tereny wiejskie i leśne, często o charakterystycznej strukturze terenu i rozwiniętym ekosystemie, nie przeznaczając jednocześnie obszarów nowo powstałych miast czy dzielnic pod tereny zielone, parki i tereny rekreacyjne. Jedynym sposobem na zwiększenie powierzchni miejskich terenów zielonych bez kolizji z planami zagospodarowania przestrzennego jest zastępowanie czarnych, pokrytych smołą dachów zielonymi. Wiąże się to z technologią, której wdrażanie zapewnia wiele korzyści w przekształcaniu dzisiejszych aglomeracji w miasta zielone i ich rozwoju zrównoważonym.

Zielone dachy

Zielone dachy wykazują naturalną zdolność do kumulacji pyłów i toksycznych związków chemicznych z powietrza, pochłaniają także część gazów cieplarnianych, szczególnie dwutlenku węgla, który jest związkiem niezbędnym

² C. Rosenzweig, *Klimat lokalny, klimat globalny*, „Scientific American. Świat Nauki” 2011, nr 10, s. 60–63.

³ *Ibidem*.

dla życia roślin. Zielone dachy regenerują atmosferę poprzez produkcję tlenu i zwiększenie wilgotności powietrza, dzięki zdolności do retencjonowania, czyli zatrzymywania wody opadowej i odprowadzaniu jej z powrotem do naturalnego obiegu poprzez odparowywanie⁴. Retencja wód opadowych ogranicza również odpływ deszczówki do kanalizacji, co przeciwdziała jej przeciążeniu i pomaga w zachowaniu równowagi ekologicznej w mieście. Dzięki instalacji zielonego dachu wyrównuje się temperatura budynku, przez co staje się on znacznie mniej energochłonny. Dach jest ocieplany zimą i chłodzony latem, co pozwala na ograniczenie nakładów energetycznych na procesy chłodzenia i ogrzewania budynku⁵. Zjawisko to pozwala także na zauważalną redukcję efektu miejskiej wyspy ciepła. Istotną zaletą pokrywania dachów zielenią jest też ochrona konstrukcji dachu przed uszkodzeniami zewnętrznymi, takimi jak zerwanie przez wiatr i zniszczenia wywołane promieniowaniem słonecznym – dach pokryty smolą nagrzewać się może nawet do 90°C, podczas gdy dach pokryty zielenią nie osiąga temperatur wyższych niż 35°C.

Pozytywnym aspektem zazieleniania dachów jest również ograniczenie hałasu ulicznego, szczególnie w przypadku ogrodów zakładanych na garażach podziemnych czy niskich budynkach. Zielone dachy stanowią także potencjalne siedlisko dla owadów i ptaków. Projektowanie zieleni na powierzchni budynków jest jednym z elementów architektonicznego kształtowania przestrzeni miejskiej, ogrody na dachach stanowią często jedyną możliwość wprowadzenia roślinności do centrum miasta. Aby korzyści z zakładania zielonych dachów były w miastach zauważalne, niezbędne jest jednak budowanie zielonych dachów na szeroką skalę. Pojedynczy zielony dach stanowić może ciekawy akcent w krajobrazie miasta oraz poprawić samopoczucie korzystających z niego osób, ale nie wpłynie w wymierny sposób na poprawę miejskich warunków klimatycznych czy zmniejszenie zużycia energii cieplnej w skali miasta.

Zielone dachy dzielą się na dwa podstawowe rodzaje, tj. ekstensywne i intensywne. Roślinność nasadzana na dachach ekstensywnych jest dobrana pod kątem wysokiej odporności na suszę, a także odmrożenia, są to np. rozchodniki, rojniki, mchy, zioła i niektóre trawy. Dachy ekstensywne nie są przeznaczone pod budowę zieleni użytkowej dla ludzi, z założenia też nie wymagają prawie żadnego nadzoru i pielęgnacji. Ogrody buduje się na dachach intensywnych, które wymagają nieco większej nośności konstrukcji niż w przypadku dachów

⁴ J. Scott MacIvor, J. Lundholm, *Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate*, „Ecological Engineering” 2011, No. 37, s. 407–417.

⁵ K. Liu, *Energy efficiency and environmental benefits of rooftop gardens*, „Construction Canada” 2002, Vol. 44, No. 2, s. 17, 20–23.

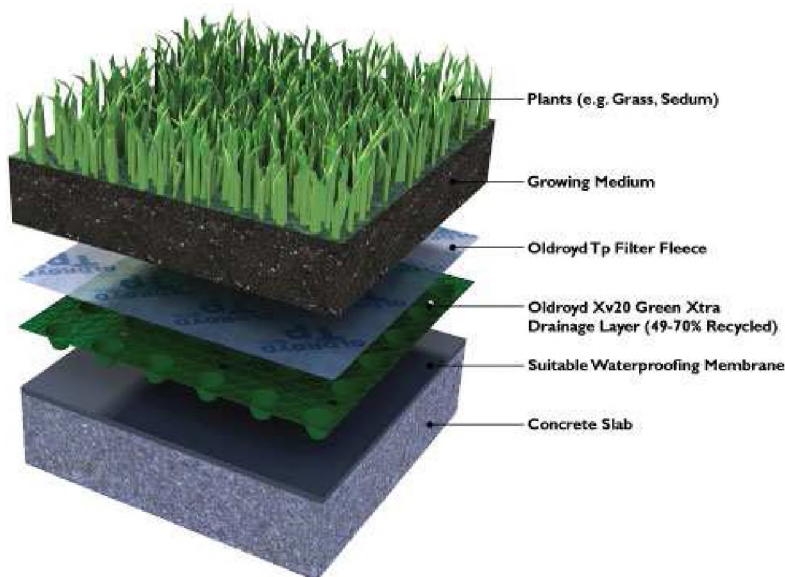
ekstensywnych. Do dachów intensywnych należą także powierzchnie dachowe, które pełnią rolę komunikacyjną, tzw. dachy komunikacyjne – rys. 1.



Rys. 1. Przykład dachu intensywnego – dach komunikacyjny

Źródło: www.inspirationgreen.com.

Zielony dach wykazuje budowę warstwową, profil konstrukcji składa się z kilku podstawowych elementów (rys. 2), jednak poszczególne warstwy mogą się nieco różnić, w zależności od dopuszczalnego obciążenia i nośności dachu, nachylenia, a także stanu pokrycia i rodzaju konstrukcji dachu. Górną warstwę stanowi roślinność, odpowiednio dobrana do typu zielonego dachu. Kolejną warstwę stanowi substrat, czyli podłoże, w którym rosną rośliny. Skład substratu zależy od rodzaju dachu i roślinności, jaka go porasta, na ogół są to jednak podłoża lekkie i silnie przepuszczalne dla wody. Następnym elementem profilu jest warstwa filtrująca przepuszczalna dla wody, ale nieprzepuszczalna dla tzw. drobnych cząstek splawialnych, czyli żwiru, kamyczków czy ziaren piasku. Warstwy filtrującej nie są w stanie przerosnąć także korzenie, dzięki czemu chroni ona warstwę drenażową i zapobiega jej zamuleniu. Warstwa drenażowa, stanowiąca kolejny element profilu zielonego dachu, ma za zadanie zatrzymać wodę, która przecieka przez substrat i warstwę filtrującą. Zmagazynowana w ten sposób woda jest potem wykorzystywana przez rośliny w okresach bezdeszczowych, jest również odprowadzana do naturalnego obiegu w atmosferze poprzez zjawisko ewapotranspiracji. Spodnią warstwą profilu zielonego dachu jest leżąca bezpośrednio na materiale budowlanym warstwa wodoodporna, która zapobiega przedostawaniu się wilgoci do wnętrza budynku.



Rys. 2. Profil zielonego dachu

Źródło: www.progressivetimes.wordpress.com.

Jakość powietrza a wizerunek miasta

Środowisko miejskie składające się przede wszystkim z betonu, asfaltu, stali i szkła posiada niewielką, lecz bardzo istotną domieszkę zieleni w postaci terenów o charakterze rekreacyjnym, które są ważnym elementem w budowaniu pozytywnego wizerunku w oczach mieszkańców. Wpływ walorów środowiskowych na ocenę jakości życia społeczności zamieszkującej określony teren potwierdziły liczne badania naukowe. Wykazują one także, że jednym z głównych czynników mających bezpośrednie odzwierciedlenie w sympatii bądź antypatii do określonego terenu jest stopień zanieczyszczenia atmosfery.

Jakość powietrza w aglomeracjach jest wypadkową wielu czynników. Do najważniejszych należy zaliczyć: ukształtowanie i stopień zurbanizowania terenu, czynniki meteorologiczne, rodzaj energetyki oraz liczbę mieszkańców. Skład powietrza zależy między innymi od temperatury, prędkości wiatru i pory roku. Substancje zmieniające skład powietrza naturalnego to przede wszystkim gazy i aerozole będące układami dwu- lub trójfazowymi (para wodna, gaz, pył). Ze względu na szybkość zmian składu chemicznego i fizycznego powietrze atmosferyczne jest medium, w którym bardzo szybko rozprzestrzeniają się zanieczyszczenia niebezpieczne dla zdrowia. Łatwość i szybkość zmian składu

powietrza jest jednym z największych zagrożeń obszarów o podwyższonym ryzyku środowiskowym, do których należą tereny miejskie⁶.

Ocena poziomu jakości życia na konkretnym terenie jest ściśle związana ze stanem zdrowia mieszkańców. Samopoczucie oraz stan zdrowia bezpośrednio zależą od wpływu jakości powietrza na osoby wystawione na jego długotrwałą ekspozycję. Negatywne skutki zanieczyszczenia powietrza, takie jak alergia, astma, rozedma płuc czy infekcje dróg oddechowych nasilają się w trakcie przebywania w obszarach podwyższonego zanieczyszczenia atmosfery. Czynnikiem znacznie obniżającym jakość powietrza jest stężenie pyłu zawieszonego, w szczególności frakcji PM_{1.0}, PM_{2.5}. Według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia pył zawieszony jest przyczyną zwiększonej umieralności (0,2–20%) i podnosi ryzyko chorób układu oddechowego oraz układu krążenia. Udowodniono, że występowanie w atmosferze stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ o koncentracji nawet poniżej 100 µg/m³ zwiększa zachorowalność, zmniejszając wydolność układu krążenia. Szczególnie narażone są dzieci oraz osoby starsze po 60. roku życia⁷.

Przemysł, energetyka i transport wymieniane są jako główne czynniki wpływające na zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego pyłem zawieszonym, jednak żeby dokładnie określić udział procentowy poszczególnych źródeł w całkowitej emisji pyłu, konieczne są badania zarówno laboratoryjne, jak i statystyczne. Dysponując dokładnymi informacjami dotyczącymi struktury emisji pyłu w mieście możliwe staje się racjonalne gospodarowanie środowiskiem poprzez wyznaczenie obszarów o szczególnym narażeniu na stężenia przekraczające dopuszczalne normy, które powinno mieć odzwierciedlenie w polityce urbanistycznej miasta. Planowanie przestrzennego zagospodarowania aglomeracji powinno być ściśle powiązane ze stężeniem pyłu zawieszonego w powietrzu. Przenosząc inwestycje budownictwa mieszkaniowego w obszary o minimalnym negatywnym wpływie na zdrowie związanym z zanieczyszczeniem atmosfery pyłem PM_{1.0}, PM_{2.5} i PM₁₀ podnoszony będzie jednocześnie

⁶ M. Stranger, *Characterization of health related particulate and gas-phase compounds in multiple indoor and outdoor sites in Flanders*, 2005 PhD thesis. University of Antwerp, Belgium; PN-EN 14907:2006, *Jakość powietrza atmosferycznego – Standardowa gravimetryczna metoda oznaczania frakcji masowej PM_{2,5} pyłu zawieszonego*; PN-EN 123441:2006, *Jakość powietrza. Oznaczanie frakcji PM₁₀ pyłu zawieszonego. Metoda odniesienia i procedura testu terenowego w celu wykazania równoważności stosowanej metody pomiarowej z metodą odniesienia*.

⁷ WHO (World Health Organization) Europe, *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*, Global update 2005, Geneva 2006; WHO (World Health Organization) Europe, *Health risk of PM from long range transboundary air pollution*, Copenhagen 2006.

standard życia przyszłych lokatorów. Niwelowanie zagrożeń zdrowotnych powinno być nadrzędną wartością braną pod uwagę podczas planowania inwestycji, ponieważ zmniejszenie zachorowalności społeczeństwa wiąże się z wieloma pozytywnymi skutkami ekonomicznymi dla gospodarki miasta i państwa.

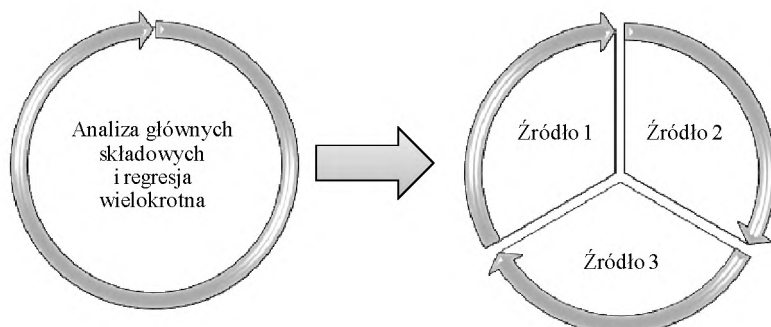
Badania pyłu PM1.0, PM2.5, PM10

Badania laboratoryjne pyłu zawieszonego poprzedzone są poborem prób w wyznaczonych punktach wybranej aglomeracji. Punkty pomiarowe powinny być zlokalizowane w miejscach lub w pobliżu miejsc szczególnie narażonych na zanieczyszczenie, takich jak np. główne szlaki komunikacyjne przecinające miasto, dzielnice przemysłowe, elektrownie oraz elektrociepłownie. Dla porównania i sprawdzenia poprawności uzyskanych wyników należy przeprowadzić pobór prób pyłu na terenach rekreacyjnych, zielonych oddalonych od głównych stref przemysłowych, będących w zakresie administracyjnym władz miasta (np. parki miejskie, tereny wodonośne, tereny rekreacyjne położone na obrzeżach aglomeracji) oraz zestawzić je z wynikami pomiarów Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

Podczas badań laboratoryjnych określane jest stężenie metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM2.5 za pomocą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Następnie wyniki analiz poddawane są analizie statystycznej. Analiza głównych składowych oraz regresja wielokrotna pozwalają na podstawie zawartości poszczególnych metali ciężkich określić główne źródła emisji pyłu⁸.

Dysponując wiedzą uzyskaną z analiz pyłu zawieszonego, możliwe staje się określenie efektu zdrowotnego wywoływanego przez zanieczyszczenia powietrza. Znając podstawowe źródła emisji pyłów, jesteśmy w stanie efektywnie zarządzać przestrzenią miejską, podnosząc tym samym poziom odczuwalnej satysfakcji społecznej z komfortu życia na danym obszarze.

⁸ R.S. Chapman, W.P. Watkinson, K.L. Dreher, D.L. Costa, *Ambient particulate matter and respiratory and cardiovascular illness in adults: particle-borne transition metals and the heart-lung axis*, „Environmental Toxicology and Pharmacology”, Vol. 4, No. 3, December 1997, s. 331–338; Rozporządzenie Ministra Środowiska z 17 grudnia 2008 w sprawie dokonywanych ocen pomiarów substancji w powietrzu.



Rys. 3. Określenie udziału poszczególnych źródeł w emisji pyłu z wykorzystaniem analizy głównych składowych PCA (*Principal Component Analysis*) i wielokrotnej regresji liniowej MLRA (*Multiple Linear Regression Analysis*)

Źródło: opracowanie własne.

Zarządzanie przestrzenią miejską oraz działania mające na celu poprawę jakości powietrza atmosferycznego w miastach przekłada się na postrzeganie aglomeracji w oczach turystów oraz budowę pozytywnej marki regionu. Inwestując w nowoczesne rozwiązania z zakresu ochrony powietrza, inwestuje się jednocześnie w rozwój zrównoważonej infrastruktury miasta, gospodarkę opartą na walorach środowiskowych i prospołecznych, a przede wszystkim w zdrowie obecnych i przyszłych mieszkańców terenów zurbanizowanych.

Zrównoważony rozwój aglomeracji

Na podstawie analiz wybranych zagadnień gospodarowania obszarem miejskim przeprowadzonych w okresie kilkunastu ostatnich lat zauważyć można znaczny wzrost świadomości społeczeństwa w aspekcie inwestycji mających wpływ na poprawę środowiska⁹. Należy zwrócić szczególną uwagę na możliwości wdrożenia proekologicznych działań w zagospodarowaniu przestrzennym aglomeracji, rozwiązaniach transportowych, przemyśle, handlu, edukacji oraz zaangażowaniu władarzy miast w innowacyjne działania.

Wdrażanie koncepcji zrównoważonego i trwałego rozwoju aglomeracji z poszanowaniem zasad ochrony środowiska naturalnego przyczyni się w konsekwencji do poprawy standardu jakości życia mieszkańców i otaczającego ludzi ekosystemu. Prowadzenie działań środowiskowych z poszanowaniem zasady równości międzypokoleniowej oraz ochrona zasobów naturalnych ozna-

⁹ Podręcznik ICLEI w zakresie zarządzania ochroną środowiska dla władz samorządowych Europy Środkowej i Wschodniej – klucz do podręcznika ICLEI (*The International Council for Local Environmental Initiatives*, tom 1, ICLEI European Secretariat, Freiburg 1997).

cza ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery miejskiej, wody i gleby oraz stanowi kluczowe zagadnienie w uwzględnieniu polityki klimatycznej Unii Europejskiej¹⁰.

Poprzez działania ochronne dla środowiska naturalnego należy rozumieć utrzymanie zróżnicowanej różnorodności biologicznej, jak również zachowanie odpowiedniej jakości powietrza, wody i gleby na poziomie zapewniającym utrzymanie życia, zdrowia i dobrego samopoczucia mieszkańców w korelacji z dobrobytem społecznym¹¹.

Uświadomienie społeczeństwu zasad trwałego i harmonijnego rozwoju aglomeracji jest niezmiernie istotne w celu dalszego zarządzania obszarem miejskim. Kluczową rolę odgrywa zrównoważone gospodarowanie zasobami przy uwzględnieniu parametrów ekonomicznych i ekologicznych¹². Inwestując w przedsięwzięcia mające na celu poprawę jakości środowiska miejskiego przy uwzględnieniu zasobów naturalnych obszarów aglomeracji oraz terenów przyległych do miasta, należy zwiększyć produkcję energii z odnawialnych źródeł.

Racjonalne gospodarowanie zasobami miejskimi oraz terenami zielonymi przyczyni się do korzystnego oddziaływania na stan atmosfery. Implementacja energooszczędnych rozwiązań dla miast, takich jak np. rozwiązania budownictwa pasywnego¹³, pozwoli na efektywniejsze wykorzystanie potencjału zawartego w istniejącej infrastrukturze.

Ważne jest propagowanie prośrodowiskowego stylu życia, ograniczenia natężenia ruchu wewnątrz miast i racjonalnego korzystania z terenów rekreacyjnych. Poszukiwanie nowych, bardziej przyjaznych dla środowiska środków transportu miejskiego i zachęcanie mieszkańców do korzystania z nich jest elementem wiążącym wiele zagadnień komunikacyjnych na obszarze miasta i terenów do niego przyległych.

Istotnym czynnikiem jest wzrost świadomości społecznej w procesie podejmowanych inicjatyw prośrodowiskowych, takich jak m.in. budowanie strategii miast niskoemisyjnych/niskowęglowych. Strategia miast niskoemisyjnych rozumiana jako innowacyjne podejście do wielowymiarowego zarządzania miastem w ujęciu środowiskowym, społecznym i ekonomicznym w powiązaniu

¹⁰ *Strategia Unii Europejskiej 2020*, Bruksela 2010, http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_PL_ACT_part1_v1.pdf.

¹¹ T. Żylicz, *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 2004, s. 191–202.

¹² H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju – teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010, s. 54–82.

¹³ W. Feist, G. Schlagowski, *Podstawy budownictwa pasywnego*, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2009, s. 9–72.

z wdrażaniem zielonych dachów, zachowaniem higieny miasta oraz ograniczeniem emisji pyłów drobnych jest kluczem do osiągnięcia poprawy samopoczucia mieszkańców miast i wzrostu komfortu ich życia.

Aglomeracja niskoemisyjna

Zarządzanie nowoczesną aglomeracją wychodzącą naprzeciw oczekiwaniom swoich mieszkańców oparte jest na implementacji inteligentnych rozwiązań środowiskowych, społecznych i ekonomicznych. Uwzględnianie zasad zrównoważonego ekorozwoju oraz tworzenie przyjaznego klimatu sprzyjającego wzmocnieniu nowych przedsiębiorstw, ośrodków kulturalnych, sportowych i naukowych spowoduje wzrost satysfakcji społecznej poprzez poprawę warunków życia mieszkańców.

Działania prowadzone przez władze samorządowe powinny promować inwestycje niskoemisyjne o wysokiej sprawności energetycznej, a w przyszłości zero energetyczne. Modernizacja szkół, budowa ośrodków pomocy społecznej oraz budynków użyteczności publicznej musi zostać oparta na zasadach budownictwa pasywnego. Promowanie w ten sposób niskoenergetycznego zarządzania przestrzenią oraz uwypuklanie zalet z niej wynikających prowadzi do zwiększenia świadomości społecznej dotyczącej roli efektywnego wykorzystania energii i surowców naturalnych, takich jak węgiel i ropa naftowa. Upowszechnienie założeń budownictwa pasywnego oraz promocja korzyści finansowych osiągniętych w długiej perspektywie czasu użytkowania obiektów skłoni indywidualnych inwestorów do realizacji tego typu projektów.

Promowanie proekologicznego transportu miejskiego, budownictwa efektywnego energetycznie, edukacja społeczeństwa w zakresie optymalizacji wykorzystania energii oraz budowa biogazowni korzystnie wpływa na wizerunek regionu oraz jest pozytywnie odbierane przez mieszkańców.

Konieczna jest implikacja nowego ujęcia polityki energetycznej polegającego na dywersyfikacji oraz poszukiwaniu nowych źródeł energetycznych dla miasta w celu obniżania emisji dwutlenku węgla, m.in. poprzez zwiększenie produkcji energii białej/wodnej.

Istotnym źródłem wytwarzania energii mogą stać się ogniwa fotowoltaiczne, z uwagi na dużą efektywność wytwarzania prądu. Znajdą zastosowanie w wielu samodzielnych urządzeniach infrastruktury, takich jak na przykład sygnalizacja świetlna, parkomaty lub latarnie uliczne. Największymi zaletami tego typu urządzeń są duża sprawność oraz bezobsługowość, dzięki którym rozwiązania te staną się konkurencyjne także w budownictwie mieszkaniowym.

Do podstawowych założeń wyróżniających aglomeracje niskoemisyjne należy wykorzystanie walorów rekreacyjnych miasta, takich jak np. rzeki, parki, jeziora. Odpowiednie zagospodarowanie terenów zielonych oraz inwestycje w infrastrukturę przyjazną dla otoczenia spowoduje wzrost zainteresowania społecznego aspektami ochrony środowiska. Tworzenie ścieżek tematycznych w parkach lub w pobliżu deptaków przyczyni się do podniesienia poziomu wiedzy ekologicznej zarówno dorosłych, jak i najmłodszych.

Jednym z etapów przekształcenia miasta w aglomerację niskoemisyjną jest zmiana struktury zagospodarowania przestrzennego z monocentrycznego w policentryczne. Efektem tego będzie obniżenie emisji dwutlenku węgla wydzielanego przez samochody osobowe w centrum miasta. Obecnie w większości aglomeracji mamy do czynienia z sytuacją charakteryzującą się nagromadzeniem ośrodków kulturalnych i rekreacyjnych w jednym obszarze, która przyczynia się do intensyfikacji transportu publicznego i samochodów osobowych w obrębie określonego rejonu. Koncepcja miast niskoemisyjnych jest nowym i innowacyjnym pojęciem, które w swoim zakresie obejmuje skoordynowane wieloaspektowe działania mające na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. Inwestycje w odnawialne źródła energii, racjonalne rozplanowanie pod względem urbanistycznym, wykorzystanie atutów krajobrazowych to podstawowe założenia uwzględniane w czasie planowania strategii zrównoważonego rozwoju oraz wprowadzenie higieny miasta. Opracowanie wielowymiarowego dynamicznego modelu aglomeracji niskoemisyjnej jest procesem wieloetapowym, cechującym się indywidualnym podejściem. Działania uwzględniają między innymi bilans energetyczny miasta, bilans zasobów naturalnych i społecznych, dywersyfikację energetyczną, kulturową, przestrzenną oraz wykorzystanie walorów krajobrazowych, takich jak m.in. zielone dachy.

Działania podejmowane w kierunku poprawy jakości powietrza atmosferycznego oraz redukcji emisji dwutlenku węgla wiążą się bezpośrednio z implementacją Strategii Unii Europejskiej 2020¹⁴, gdzie zapisano m.in. że rozwój zrównoważony polega na wspieraniu gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej. Stanowi to odpowiedź na wzrost wymagań społecznych dotyczących poprawy poziomu warunków życia mieszkańców dużych aglomeracji.

Kampania związana z ograniczeniem emisji zanieczyszczeń gazowych, innowacyjne podejście do działań urbanizacyjnych wprowadzających nowy plan zagospodarowania miasta jest pozytywnym kierunkiem nadchodzących zmian

¹⁴ *Strategia Unii Europejskiej...*

w infrastrukturze, gospodarce komunalnej oraz energetyce. Działania oparte na wiedzy uwzględniać będą bilans energetyczny, wykorzystanie zasobów ludzkich oraz naturalnych, strukturę oraz zagospodarowanie terenu, a także wpływ na klimat. Efektem tego będzie stworzenie wielowymiarowego dynamicznego modelu miasta niskoemisyjnego.

Odpowiednio prowadzona polityka energetyczna, zwiększenie wykorzystania potencjału odnawialnych źródeł energii to główne założenia determinujące działania przy opracowywaniu strategii zrównoważonego rozwoju. Wdrażanie zasad budownictwa pasywnego i energooszczędnego¹⁵, racjonalne gospodarowanie energią oraz dywersyfikacja źródeł jej pozyskiwania pozwolą na znaczną poprawę jakości powietrza w mieście.

Istotą wszelkich działań na rzecz zrównoważonego rozwoju dużych aglomeracji miejskich jest innowacyjność, wyrażana wielowymiarowo, uwzględniająca uwarunkowania ekonomiczne, ekologiczne i społeczne

Zakończenie

Koncepcja zrównoważonego rozwoju aglomeracji w ujęciu klimatycznym może zostać efektywnie wdrożona, przy założeniu że nastąpi dostosowanie ład przestrzennego, przy uwzględnieniu równowagi środowiskowej zagospodarowania miasta. Ważnym elementem jest nadzorowanie, ujednoczenie oraz koordynacja działań mających na celu osiągnięcie równowagi środowiska miejskiego. Konsekwentne wdrażanie polityki ograniczającej emisję gazów cieplarnianych oraz pyłu zawieszonego powiązane ze stałym monitoringiem stanu środowiska umożliwi zbadanie efektu ekologicznego oraz wzrostu społecznego poparcia dla prowadzonych działań. Koncepcja zielonych dachów będąca składową zrównoważonego gospodarowania miastem, poprzez swoje walory estetyczne i ekonomiczne, przyczyni się do znacznego promowania niskoemisyjnych działań oraz wpłynie na przyszłe wybory inwestorów budowlanych, tworząc jednocześnie pozytywny wizerunek „zielonego” miasta. Należy wprowadzać innowacyjne rozwiązania mające na celu poprawę energooszczędności budynków poprzez zastosowanie i promowanie m.in. standardów budownictwa pasywnego dla modernizowanych i nowo powstających domów jedno- i wielorodzinnych oraz budynków użyteczności publicznej, a także inwestować środki w projekty poprawy efektywności transportu miejskiego.

Implementacja założeń zrównoważonego rozwoju przyczyni się do przywiązania społeczeństwa do obszaru miasta oraz identyfikowania mieszkańców

¹⁵ W. Feist, G. Schlagowski, *Podstawy budownictwa pasywnego...*

z realizowanymi przez władze programami ochrony i gospodarowania zasobami środowiska. Pozytywnym aspektem prowadzonych działań będzie w przyszłości wzrost poziomu satysfakcji społecznej oraz komfortu życia mieszkańców ze zmniejszeniem ich zachorowalności.

CONCEPT OF SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT IN CLIMATE APPROACH

Summary

The article presents sustainable urban development concept with particular emphasis on climate aspects having influence on air quality improvement. Technological solutions and ways of their implementation have been presented in terms of urban development, i.a. on the example of green roofs technology, continuous urban environment quality monitoring and solutions aimed at implementing low-emission cities model. There have also been presented benefits from potential implementation of proposed solutions in terms of obtaining ecological and economical effect and gaining social approval for planned objectives.

Translated by Kornelia Kwiecińska, Lukasz Szalata