

JOANNA DUDEK, ADAM RYBKA\*

## MIASTO ENERGOOSZCZĘDNE – WPŁYW KSZTAŁTOWANIA WSPÓŁCZESNEJ URBANISTYKI I ARCHITEKTURY NA POZIOM EMISJI DWUTLENKU WĘGLA

### ENERGY – SAVING CITY – THE INFLUENCE OF CONTEMPORARY TOWN PLANNING AND ARCHITECTURE ON THE LEVEL OF CARBON DIOXIDE EMISSION

#### Streszczenie

Spośród różnych źródeł emisji dwutlenku węgla niniejsza praca przedstawia te, na których rozmiary i szkodliwość mają wpływ zagadnienia związane z urbanistyką i architekturą. Próbuje wskazać takie rozwiązania, które redukują szkodliwe oddziaływanie tych źródeł na środowisko. Propozycje, poza ochroną natury, powinny zakładać podniesienie standardu życia mieszkańców miast i użytkowników budynków.

*Słowa kluczowe: dwutlenek węgla, transport, materiały budowlane, eksploatacja budynków*

#### Abstract

Amongst many various sources of carbon dioxide emission, the thesis indicates these which scope and harmfulness is influenced by town planning and architecture related issues. The thesis attempts to present such solutions which reduce harmful impact of these sources on the natural environment. The proposals should, besides the natural environment protection, assume improvement of the life standard of city inhabitants and users of the buildings.

*Keywords: carbon dioxide, transport, building materials, utilisation of buildings*

\* Mgr inż. arch. Joanna Dudek, dr hab. inż. arch. Adam Rybka, prof. PRz, Zakład Urbanistyki i Architektury, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska.

## 1. Wstęp

Na przełomie pierwszej i drugiej dekady XXI wieku świat stanął w obliczu wymiernych zmian klimatycznych. Mimo, że alarmujące wyniki badań nad efektem cieplarnianym spotykają się również ze studzącymi emocjami kontrargumentami, fakt zmieniającego się klimatu pozostaje bezsporny. Jak twierdzi uznany za eksperta w dziedzinie transformacji systemu energii miejskiej w kierunku odnawialnego modelu, profesor Uniwersytetu w Lichtensteinie Peter Droege, pewne jest również, że struktura energetyczna świata, oparta na paliwach kopalnych, musi się zmienić. Nawet wątpiący w globalne ocieplenie, spowodowane rekordowo wysoką emisją CO<sub>2</sub>, nie mogą zaprzeczyć, że zasoby ropy, gazu i węgla kończą się bezpowrotnie. Powoli osiągamy punkt, w którym wydobycie jednostki wyżej wymienionych paliw pochłonie tyle energii, ile z niej otrzymujemy. Wskazanie kierunków koniecznych zmian prowadzących do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> przez źródła z dziedziny urbanistyki i architektury nie jest wobec tego jedynym zadaniem tego artykułu. Kolejnym jest przedstawienie już opracowanych i wprowadzanych w życie przemian, które przygotowują nas na radykalną zmianę struktury energetycznej świata, a co za tym idzie struktury świadomości i środowiska życia ludzkości.

## 2. Źródło 1 – transport

Bezpośrednią konsekwencją przyjętych rozwiązań urbanistycznych, zarówno w skali kraju – regionów, jak miast i dzielnic, jest struktura przewozu towarów i osób. Urbanistyka ma zasadniczy wpływ, na jedno z najpoważniejszych źródeł emisji CO<sub>2</sub> – transport. Szczególnie w miastach ogromnym zagrożeniem jest chaos i nieuporządkowana ekspansja, wynikająca w głównej mierze z braku bądź niewystarczającej precyzyjności planów zagospodarowania przestrzennego. Efektem jest niekontrolowany przyrost luźnej zabudowy, szczególnie na obrzeżach miast, co powoduje sztuczne poszerzanie ich granic i niepotrzebne zwiększanie odległości między poszczególnymi częściami. Nowo zagarnięte terytoria pełnią głównie funkcje mieszkaniową i nie stanowią samowystarczalnych dzielnic. Ich mieszkańcy zmuszeni są do nieustannego przemieszczania się, najczęściej własnymi samochodami. Poza koniecznością zagęszczenia tkanki tych obszarów, istotne jest, by bieżące potrzeby mieszkańców były zaspokajane jak najbliżej domu lub pracy, co powinno ograniczyć do minimum przemieszczanie się ludzi na dużych dystansach. Idea miasta zwartej (*compact city*), którego cechami jest gęsta zabudowa, rewitalizacja terenów zdegradowanych (uzupełnienie istniejącej zabudowy) i różnorodność funkcji, wspiera zużywający najmniej energii (czyli produkujący znacznie mniej CO<sub>2</sub>) transport publiczny, pieszy i rowerowy. Według niej miasto powinno rozwijać się do wewnątrz, a nie na zewnątrz. Dzięki temu staje się łatwiejsze w utrzymaniu i, minimalizując zbędne przemieszczanie się mieszkańców, oszczędza ich czas oraz zmniejsza zanieczyszczenie. Rozwój miasta wiąże się nie tylko ze stworzeniem głównego centrum, ale również małych centrów lokalnych z przestrzenią publiczną w poszczególnych dzielnicach. Przykładem takiego miasta jest Monachium. W haśle „Zwarte – wielkomiejskie – zielone” zawarty został plan jego rozwoju. Założono brak dzikiej, rozlewającej się na peryferia zabudowy. Część opisu strategii informuje: „Należy ograniczyć inwestowanie na niezabudowanych i nieuzbrojonych terenach podmiejskich, a skoncentrować rozwój przestrzenny Monachium na wolnych terenach wewnątrz miasta”. Budynki powstają więc wokół korytarzy kolejowych, na terenach przemysłowych oraz w miejscach dawnych koszar. Co równie ważne, planuje się również odpowiedniej wielkości parki i ogrody łączące centrum z zielenią dookoła miasta.

Transport publiczny jako zużywający najmniej energii znajduje się w obszarze ścisłego zainteresowania nowoczesnych strategii rozwoju miast. Wiele europejskich metropolii szczyty się świetnymi wynikami

w tej dziedzinie. W Madrycie transport w 53% zabezpieczają autobusy, w 34% metro, a w 9% samochody i taksówki. W Kopenhadze 70% podróży w mieście odbywa się transportem pieszo-rowerowym i publicznym, zaś w 30% samochodowym. Aby odnotowywać takie wyniki, konieczna jest dbałość o prawidłowe działanie systemu zbiorowych środków transportu. Możliwe ono jest tylko wtedy, gdy ruch jest szybki, tani i płynny. Osiąga się to między innymi poprzez tworzenie priorytetowych pasów ruchu przeznaczonych wyłącznie dla tramwajów i autobusów. Radykalnym przykładem tego rodzaju usprawnienia jest rozwiązanie zastosowane w Almere (Holandia), gdzie dla autobusów poprowadzono osobne drogi, z sygnalizacją udzielającą pojazdom komunikacji miejskiej pierwszeństwa ilekroć ich trasy krzyżują się z drogami ogólnodostępnymi. W wielu miastach to metro i kolej naziemna stanowią podstawową składową systemu zbiorowego transportu. Ciesząc się ze śmiałych idei tworzenia w Polsce miejskich kolei linowych, pamiętajmy, że wciąż nie wykorzystujemy olbrzymiego potencjału transportowego konwencjonalnych kolei miejskich i podmiejskich.

Promowaniu racjonalnej komunikacji pomóc może rozplanowanie infrastruktury drogowej na zasadzie proponowanego w *Języku Wzorców* Christophera Aleksandra podziału miasta na strefy transportu lokalnego o szerokości od półtora do trzech kilometrów. Strefy winny łączyć się zewnętrzną obwodnicą. Aby główne drogi nie służyły wewnętrznemu ruchowi lokalnemu tylko dalekobieżnemu, należy je zaplanować jako równoległe jednokierunkowe. W ten sposób zapewniony zostaje szybki dojazd do obwodnicy, wydłuża się natomiast czas dojazdu samochodem do centrum strefy. Taki układ czyni niewygodnymi krótkie podróże samochodowe, zachęca natomiast do poruszenia się pieszo i rowerem, gdyż to właśnie takimi szlakami wg Alexandra powinna być poprzecinana i skomunikowana ze swoim centrum każda strefa.

Pieszcy i rowerowy sposób przemieszczania się jest niewątpliwie najkorzystniejszy jako zero-emisyjny. To właśnie ten rodzaj indywidualnego transportu powinien być brany pod uwagę przy planowaniu układów komunikacyjnych jako kluczowy, szczególnie na małych i średnich dystansach. Aby zapewnić mu prawidłowe i bezpieczne działanie, ruch pieszy i rowerowy musi być ruchem priorytetowym zwłaszcza w centrach miast. Kraje wysoko rozwinięte jak Holandia czy Dania mogą się pochwalić bardzo gęstą siecią dróg rowerowych zarówno w miastach, jak poza nimi. We wspomnianym już holenderskim mieście Almere, wyłącznie dla ruchu pieszego i rowerowego przeznaczona jest cała naziemna część centrum. Połączenia samochodowe i autobusowe, obsługują drogi znajdujące się wraz z garażami pod nią.

Skutecznym sposobem zredukowania indywidualnego ruchu samochodowego w centrach miast jest również program *Park & Ride* zapewniający pojemne, wygodne i bezpłatne parkingi w węzłowych punktach transportu publicznego. Należą do nich końcowe przystanki, dworce, pętle. Przy sprawnej komunikacji miejskiej, eliminuje to w dużej mierze pojawianie się w centrum pojazdów przyjeżdżających spoza miasta.

### 3. Źródło 2 – produkcja materiałów budowlanych

Proces produkcji materiałów budowlanych uznaje się za jedną z najbardziej energochłonnych gałęzi przemysłu. Po raz kolejny znajdujemy się w obliczu bezpośredniego przełożenia decyzji projektowych na ilość dwutlenku węgla wyemitowaną do atmosfery ziemskiej. Jeszcze zanim zaistnieje zabudowa wywiera znaczący wpływ na stężenie gazów cieplarnianych poprzez dobór materiałów niezbędnych do jej powstania. Projektowanie budynków z materiałów mniej szkodzących środowisku powinno być jednym z priorytetów architekta. Przy dużych założeniach jest to w pewnym stopniu utrudnione, jednak absolutnie możliwe w skali budynków mieszkaniowych wielorodzinnych i jednorodzinnych, których udział w ogólnej liczbie realizacji jest znaczący.

Należy zdać sobie sprawę, że sama produkcja betonu znajduje się w ścisłej czołówce światowych emiterów dwutlenku węgla. Do jej wyników należy dodać proporcjonalną emisję związaną z wydobyciem i produkcją żelaza i stali potrzebnej do zbrojenia. Przyjmuje się, że na każdą tonę wyprodukowanego cementu powstaje jedna tona CO<sub>2</sub>. Jedną połowę tej wartości daje spalanie paliw kopalnych, drugą proces kalcynacji wapienia. Różne badania wskazują, że w ten sposób tworzy się aż 5–8% światowej emisji dwutlenku węgla. Ten gaz cieplarniany powstaje również przy wypalaniu ceramiki budowlanej. Do całkowitego wydatku energetycznego producentów materiałów, musimy doliczyć jeszcze pokrycie zapotrzebowania transportu elementów na miejsce budowy.

Ta świadomość powinna prowadzić do projektowania głównie z lokalnego budulca, pozyskiwanego bądź produkowanego w regionie inwestycji, oraz ograniczenia użycia materiałów do których produkcji potrzeba wysokich temperatur (wypalanie, reakcje wielkopieczowe, wytapianie).

Warto wspomnieć o innowacyjnych pomysłach, spośród których niektóre noszą znamiona kontrowersyjnych eksperymentów, inne zaś przecierają szlaki budownictwu nieodległej przyszłości. Przykładem są wioski Baskemolla i Tuggelite opisane w atykułe pt. *Gdzieś w Szwecji... ekologia dla odważnych* Doroty Guttakowskiej-Boisot i Agnieszki Tyszki (Architektura, kwiecień 2010). Mieszkańcy tych wiosek sami budują domy, wykorzystując wyłącznie naturalne surowce. Ze zmieszania w specjalnym mikserze gliny, słomy, wody i piasku uzyskują masę, z której formowane są bloczki wykorzystywane jako materiał ścienny.

Reprezentantem architektury *low-tech* w większej skali jest znany japoński architekt Shigeru Ban. Często powraca w swoich projektach do konstrukcji wykonanej z papierowych rur. To rozwiązanie stosuje zarówno w niewielkich obiektach takich jak Paper house (1995), Paper Emergency Shelters (dla UNHCR, 1999), jak i dużych oraz skomplikowanych statycznie, np. Pawilon japoński na Expo 2000 w Hanowerze (73,8 m × 25 m przy 15,9 m wysokości).

Polska pracownia architektoniczna „plus 48” została wyróżniona w międzynarodowym konkursie 20+10+X World Architecture Community Awards za zaprojektowany w podobnym, choć mniej radykalnym nurcie, „Dom z opał”. Projekt zakładał obłożenie elewacji domu wstępnie obrobionym drewnem, które pochodzi z drzew wyciętych pod jego budowę.

Jako ciekawostkę można wymienić pomysł na budynek mieszkalny Carpet House (*Rural Studio* – program zrzeszający studentów) którego ściany w całości wykonane są z 72,000 przyciętych kawałków dywanu ściągniętych ciężkim drewnianym wieńcem. Innym konceptem jest użycie europalet jako budulca. Georg Pils i Andreas Claus w swoim projekcie konkursowym wykonanym na wiedeńskim wydziale architektury pod kierunkiem doc. arch. Karin Sieldorf zaproponowali oparty o tę technologię, tani i bardzo łatwy w budowie Zrównoważony dom dla bogatych i biednych. W artykule Marcina Kołakowskiego pt. *Rewolucja z beczki Diogenesa* (A&B, czerwiec 2005) odnajdujemy przykłady jeszcze tańszych koncepcji domów dla ludzi ubogich. Jednym z nich jest budowla z puszek po napojach w Lesotho zaprojektowana przez Michael’a Hoens’a. Drugim jest schronienie autorstwa Nader’a Khalili’ego. Architekt sięgnął po powszechnie stosowaną w wojsku metodę wykorzystującą propylenowe worki z piaskiem łączone za pomocą drutu kolczastego. Technika nazwana Superadobe została wykorzystana przy budowie osady Cal-Earth w Kalifornii.

#### 4. Źródło 3 – eksploatacja budynków

Poza transportem i szeroko pojętym procesem budowlanym, poważny wpływ na ilość produkowanego CO<sub>2</sub> ma sama eksploatacja budynków. Z jednej strony należy przyjrzeć się sposobom pozyskiwania potrzebnej zabudowaniom energii, z drugiej zaś stratom tej energii generowanym przez złe rozwiązania

projektowe i niską izolacyjność przegród. Czasy obecnego scentralizowanego systemu energetycznego (potężne generatory zasilające olbrzymie ilości odbiorców), niezależnie od tego, z jakiego paliwa korzysta (stałe, płynne, kopalne, atomowe), dobiegają końca. Wiele krajów (z Niemcami na czele) już od pewnego czasu stawia na postępującą decentralizację energetyczną. Sięganie po odnawialne źródła energii wyszło poza ramy wielkich elektrowni wiatrowych czy słonecznych. Równolegle rozwijane i dotowane jest korzystanie z ruchów mas powietrza ze słońca czy geotermii w skali potrzeb pojedynczych gospodarstw. Ma to doprowadzić do zależności, w której końcowy prywatny odbiorca stanie się dostawcą. Zaczawszy od budynku energooszczędnego, przez nisko energetyczny, pasywny i samowystarczalny, docieramy w końcu do budynku aktywnego. W Polsce względ na koszty, szczególnie w obliczu braku dotacji ze strony państwa, uniemożliwia obecnie powszechną aktywność, bądź chociażby niezależność energetyczną. Należy jednak projektować budynki w taki sposób, aby nie wykluczyć tej możliwości w przyszłości. Obserwujemy bowiem nieustanny postęp technologiczny w dziedzinie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Szczególnie ważny jest wybór odpowiedniego kształtu, ekspozycji i programu funkcjonalnego budynku. Jeśli dodamy do tego odpowiednią izolacyjność i akumulacyjność przegród oraz rekuperację, otrzymamy obiekt o tak niskim zapotrzebowaniu na energię, że możemy założyć sporą wydajność produkcyjną w przyszłości.

Uważać powinniśmy również na podejście do już istniejących budowli. Nie patrząc całościowo, można mylnie porównywać roczne zużycie energii przez istniejący wyremontowany budynek, wyposażony w stare urządzenia i infrastrukturę, z zapotrzebowaniem nowoczesnego obiektu wybudowanego w jego miejscu. Analiza kosztów energetycznych poniesionych na rozbiórkę, transport i wzniesienie nowej, chociażby bardzo energooszczędnej budowli, w porównaniu z odnowieniem i eksploatacją starego budynku wykazuje, że jego sumaryczna strata energetyczna jest o wiele mniejsza niż największe oszczędności, jakie możemy osiągnąć dzięki czerpaniu z odnawialnych źródeł energii w nowym obiekcie. Nie oznacza to, że należy zrezygnować z sięgania po czystą energię. Najlepiej połączyć oba nurty, tzn. nie burzyć bez konieczności, dokonać wszelkich możliwych renowacji oraz stosować najnowsze zdobycze technologii, aby utrzymanie budynku było jak najtańsze. Doskonałym przykładem takiego działania jest odnowiony 50-letni budynek regionalnego ministerstwa środowiska w Bolzano, który jest pierwszą tego typu realizacją we Włoszech. Pasywny budynek użyteczności publicznej został obłożony 35 centymetrową warstwą termoizolacyjną oraz wyposażony w duże okna, umieszczone w nieregularnie wyprofilowanych wnękach. Ich geometria zapewnia dotarcie do wnętrza maksymalnej ilości światła. Ponadto w ścianach wewnętrznych umieszczono świetliki dzięki którym korytarze są rozjaśnione (w dzień naturalnym, a po zmroku sztucznym) światłem z pomieszczeń w których przebywają pracownicy, co dodatkowo zmniejsza zużycie energii. Na południowej ścianie znajduje się 220 m<sup>2</sup> ogniw fotowoltanicznych, które obniżają roczne zużycie energii o 10%. Posadzki wykonano z połyskłego linoleum, które dobrze odbija światło słoneczne. Do ogrzania 3000 m<sup>2</sup> powierzchni wystarcza kocioł o mocy 60 kW dzięki temu, że system wentylacji pozwala odzyskać 90% ciepła ze zużytego powietrza. Odważną renowację wieńczy ogród na dachu. Inwestycja ma się zwrócić już po 7 latach.

## 5. Wnioski

Zmiany, które w niedalekiej przyszłości czekają ziemię, przewartościują cywilizację jaką znamy. Inna będzie zarówno globalna ekonomia, jak nasze codzienne i prywatne zachowanie. Od nas zależy, czy nowa struktura świadomości społeczeństw będzie musiała boleśnie dostosować się do zmienionych warunków, czy przygotujemy się, wychodząc na przeciw spodziewanej przyszłości. Coraz bardziej bezpieczeństwo

i standard życia ludzi zależy od proekologicznego projektowania zarówno w skali pojedynczego budynku jak i w skali miasta. Opierając się na innowacyjnych pomysłach, racjonalnym działaniu i umiejętnym wykorzystaniu najnowszych technologii, jesteśmy w stanie poważnie ograniczyć zużycie energii otrzymanej z paliw kopalnych. Jak widać nie tylko w rękach rządzących, lecz także architektów i planistów znajdują się narzędzia służące zmniejszeniu emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery.

Moderniści zaprzęgli swoje rewolucyjne formy w służbie nowego społeczeństwa, poszukując sposobów na godne życie milionów ludzi. Choć nie wszystkie ich innowacje pomyślnie zniosły próbę czasu, nikt nie zaprzecza, że wprowadzili ówczesną urbanistykę i architekturę w nową erę. Odpowiedzieli na demograficzną przemianę świata. Może już pora, aby w naszych poszukiwaniach usłyszeć coraz bardziej alarmujące doniesienia klimatologów oraz ekonomistów i przyjąć sugerowany między innymi przez powyższy artykuł kierunek rozwoju architektury naszych czasów.

#### L i t e r a t u r a

- [1] Christopher A., *Język wzorców. Miasta – Budynki – Konstrukcja*, Wyd. 1, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, rozdz. Miasta, Gdańsk 2008.
- [2] W n u k R., *Instalacje w domu pasywnym i energooszczędnym*, Wyd. 1, Przewodnik Budowlany, Warszawa 2007.
- [3] Jones P., Pinho P., Patterson J., Tweed C., *European Carbon Atlas – Low Carbon Urban Built Environment*, The Welsh School of Architecture Cardiff University, Wales 2009.
- [4] D r o e g e P., *Renewable City: A comprehensive guide to an urban revolution*, Wiley-Academy, John Wiley & Sons, Great Britain 2006.