

Aleksandra Kohyt

e-mail: aleksandrakohyt@gmail.com

ORCID: 0009-0000-9361-8245

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Osiedla przyszłości – budownictwo niskoenergetyczne jako odpowiedź na problemy środowiskowe mieszkalnictwa wielorodzinnego

DOI: 10.15611/2023.85.5.02

JEL Classification: Q32, R31

Streszczenie: Sektor mieszkaniowy jest jednym z najbardziej energochłonnych sektorów, a więc w dużym stopniu przyczynia się do pogłębiania kryzysu klimatycznego. Osiedla zrównoważone mogą być zatem ważnym narzędziem w ochronie środowiska. Celem artykułu jest omówienie i ocena zrównoważonego budownictwa na wybranych przykładach osiedli zrównoważonych. W artykule zastosowano metodę opisową, krytyczną analizę literatury, proste metody statystyczne oraz analizę studiów przypadku. Przedmiotem badań są osiedla zrównoważone – osiedle BedZET w Wielkiej Brytanii oraz osiedle Hammarby Sjöstad w Szwecji. BedZET jest dobrym przykładem dla kwestii społecznych, lecz nie udało się w jego użytkowaniu osiągnąć celu zeroemisyjności. Z kolei szwedzkie osiedle, mimo ogromnych oszczędności energii, boryka się z problemami społecznymi. Połączenie najlepszych rozwiązań z obu tych osiedli mogłoby przyczynić się do stworzenia osiedla niemalże idealnego, co ze wsparciem władz rządowych i samorządowych jest możliwe do osiągnięcia w Polsce.

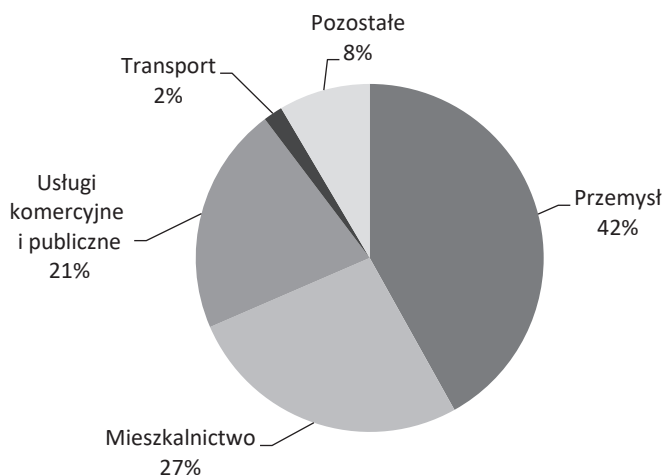
Słowa kluczowe: zrównoważone osiedla, mieszkalnictwo, budownictwo niskoenergetyczne

1. Wstęp

Liczba ludności świata rośnie w błyskawicznym tempie, a co za tym idzie rośnie zapotrzebowanie na miejsca do życia. Sektor mieszkaniowy od lat pozostaje jednym z najbardziej energochłonnych (zob. rys. 1). W obliczu ciągle obecnej debaty o postępujących zmianach klimatu i konieczności ograniczania zużycia energii zrównoważone osiedla mogą stać się ważnym narzędziem w ochronie środowiska.

Takie osiedla mogą być również rozwiązaniem dla innych kwestii. Łatwo jest obecnie dostrzec problemy z funkcjonalnością już istniejących i dopiero budowanych osiedli. Nierzadko deweloperzy, chcąc zmaksymalizować zysk z inwestycji, nie przywiązują wystarczającej uwagi do infrastruktury towarzyszącej. Na osiedlach brakuje ławek, koszy na śmieci, a czasami nawet dróg dojazdowych. Na zrównoważonych osiedlach takie problemy z zasady nie występują, a co więcej, również kwestie estetyczne są traktowane z należytą starannością.

W artykule omówiono i oceniono zrównoważone budownictwo na wybranych przykładach osiedli zrównoważonych. Zastosowano następujące metody badawcze: krytyczną analizę literatury, metodę opisową, prostą metodę statystyczną oraz analizę studiów przypadku.



Rys. 1. Dystrybucja końcowego zużycia energii elektrycznej na świecie w 2019 r. według sektorów

Źródło: (IEA, 2021).

Przedmiotem badań są osiedla zrównoważone – osiedle BedZET w Wielkiej Brytanii i osiedle Hammarby Sjöstad w Szwecji.

2. Budownictwo przyjazne środowisku – koncepcje i przykłady

2.1. Budownictwo niskoenergetyczne

Pojęcia budownictwa i budynków niskoenergetycznych są pojęciami bardzo szerokimi. Dla ich lepszego wyjaśnienia można posłużyć się następującym podziałem (Matuszko i in., 2018): budynki energooszczędne oraz budynki plus energetyczne.

Budynki energooszczędne są to takie obiekty, dla których wartość wskaźnika sezonowego zapotrzebowania energii na cele ogrzewania i wentylacji w ciągu roku jest na poziomie mniejszym niż 70 kWh(m²/rok) (Węglarz i Stępień, 2011).

Ciekawe podejście prezentuje Program for Energy Efficiency in Buildings (PEEB), francusko-niemiecka inicjatywa wspierająca energooszczędne budownictwo. PEEB wskazuje, że energooszczędne budynki powinny, m.in.:

- mieć kształt i orientację optymalizującą wykorzystanie światła dziennego;
- być dostosowane do lokalnego mikroklimatu;
- być zacienione w stopniu umożliwiającym uniknięcie stosowania klimatyzacji;
- posiadać wysoce wydajne technologie dostosowane do lokalnych warunków;
- optymalizować zużycie wody poprzez wydajne systemy dystrybucji, wykorzystywanie wody deszczowej oraz recykling ścieków;

- być budowane z użyciem lokalnych i zrównoważonych materiałów, a w przypadku ich braku import takich materiałów powinien prowadzić do ich wprowadzenia na rynek lokalny;
- być wyposażone w produkty o długim cyklu życia (The Programme for Energy Efficiency in Buildings, 2019).

Dla zdefiniowania budynku pasywnego można posłużyć się wytycznymi stawianymi przez Energiehaus Arquitectos, hiszpańską firmę założoną przez Michaela Wasoufa i tworzoną przez architektów specjalizujących się w budownictwie pasywnym. Jedną z działalności firmy jest wydawanie certyfikatów domów pasywnych. Aby otrzymać taki certyfikat, budynek musi spełniać następujące warunki (Energiehaus, 2022):

- maksymalne roczne zapotrzebowanie na ogrzewanie – 15 kWh/m²,
- maksymalne roczne zapotrzebowanie na chłodzenie – 15 kWh/m²,
- maksymalne zużycie energii nieodnawialnej – 100 kWh/m²,
- szczelność budynku¹ – $n50 \leq 1/h$.

Podobne, lecz nieco łagodniejsze kryteria określił Polski Instytut Budownictwa Pasywnego:

- maksymalne roczne zapotrzebowanie na energię cieplną – 15 kWh/m²,
- maksymalne zapotrzebowanie na energię nieodnawialną na całkowite utrzymanie budynku – 120 kWh/m².

Jedynym dodatkowym wymogiem jest konieczność zapewnienia najlepszego komfortu w sezonie letnim bez stosowania urządzeń do klimatyzacji.

Polski Instytut Budownictwa Pasywnego wskazuje również, że jedną z najważniejszych cech budownictwa pasywnego jest ograniczanie strat ciepła poprzez użycie odpowiednich systemów wentylacyjnych oraz materiałów termoizolacyjnych (Feist, 2006).

Budynki zeroenergetyczne (*Zero-Energy Buildings*, ZEB) podzielić można na kilka rodzajów, lecz ich cechą wspólną jest zapotrzebowanie energetyczne zaspokajane poprzez odnawialne, tanie i lokalne źródła energii. W najlepszym przypadku energia pochodzi ze źródeł zlokalizowanych w samym budynku lub jego najbliższym otoczeniu (Torcellini i in., 2006).

Niektóre definicje podkreślają finansowy aspekt utrzymania takich budynków – rachunki za energię elektryczną i gaz powinny być pokryte w 100% poprzez sprzedaż nadwyżki wyprodukowanej energii. Jeszcze inne definicje skupiają się na emisji zanieczyszczeń. Mianowicie budynek zeroenergetyczny musi wytwarzać co najmniej tyle samo energii bezemisyjnej, ile zużywa energii emisyjnej (Torcellini i in., 2006).

Koncepcja budynków zeroenergetycznych jest obecna nie tylko jako prywatne inicjatywy, lecz weszła również na dobre do światowej polityki. Unia Europejska wydała dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r.

¹ Podstawą do określania szczelności budynku jest współczynnik n50. Litera n oznacza, ile razy odbywa się całkowita wymiana powietrza w budynku, jeżeli różnica ciśnień wewnątrz i na zewnątrz wynosi 50 Pa. Dochodzi do tego jednostka czasu, jaką jest godzina (h) (CELS, 2019).

w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, na mocy której budynki należące i użytkowane przez władze publiczne powinny osiągnąć niemal zerowe zużycie energii do końca 2018 roku (Unia Europejska, 2010).

Technologia pozwala architektom i inżynierom iść jednak nawet o krok dalej i tworzyć budynki plus energetyczne, zwane również budynkami o dodatnim bilansie energetycznym. Podstawą tej koncepcji jest wymóg wytwarzania większej ilości energii, niż budynek zużywa. Dostarczając nadwyżkę czystej energii do sieci, budynki takie przyczyniają się do zmniejszenia ogólnej emisji gazów cieplarnianych. Nie zawsze przekształcenie budynku w budynek zeroenergetyczny jest finansowo opłacalne, ale energia pochodząca z budynków plus energetycznych może nieco równoważyć tę sytuację (Hawiła i in., 2022).

2.2. Budownictwo zrównoważone i zielone

Kolejną koncepcją pojawiającą się w opracowaniach naukowych jest budownictwo zrównoważone – budownictwo przyjazne dla środowiska, akceptowane przez społeczeństwo, a także opłacalne finansowo (Udomiaye i in., 2018). Według Iana Ellinghama i Williama Fawcetta (2013, cyt. za Udomiaye I., 2018) o budynku zrównoważonym można mówić, jeżeli nie stanowi on zbytniego obciążenia dla środowiska, a co więcej, przyczynia się do dobrobytu społeczeństwa. Musi on także spełniać cele, takie jak postęp społeczny, ochronę środowiska i korzystanie z naturalnych surowców.

Część badaczy używa terminu „zielone budownictwo”. Celem projektowania w duchu tej nazwy jest zminimalizowane całkowitego wpływu na środowisko podczas wszystkich faz cyklu życia budynku.

Niektóre cechy, jak odpowiednie zacienienie czy wykorzystywanie światła dziennego, pokrywają się z właściwościami budynków pasywnych. Duży nacisk kładzie się na ponowne użycie wody, która jest oczyszczana na miejscu przez urządzenia i systemy uzdatniające ją i umożliwiające jej zastosowanie do spłukiwania toalety czy mycia samochodów.

W projektach uwzględnia się materiały zrównoważone, jak drewno pochodzące z certyfikowanych lasów, szybko odnawialne materiały pochodzenia roślinnego, kamień i metal pochodzące z recyklingu i inne materiały odnawialne oraz nadające się do recyklingu. Zielona architektura obejmuje również zmniejszanie ilości odpadów poprzez zastosowanie kompostowników lub kierowanie odpadów do biogazowni (Saurabh i in., 2018).

2.3. Znaczenie zrównoważonego budownictwa dla gospodarki i środowiska

Zrównoważone osiedla mimo rosnącego wkładu w zasobooszczędność nie są receptą na globalny kryzys klimatyczny. Mogą jednak pełnić inną bardzo ważną rolę – tworzyć środowisko odpowiednie do kształtowania zachowań proekologicznych, szczególnie wśród dzieci.

W wieku przedszkolnym codzienne czynności wykonywane przez dziecko wynikają z wrodzonej ciekawości, wrażliwości i otwartości na nowe doświadczenia. Poznawanie przyrody odbywa się poprzez obserwacje i praktyczne działania. Te cechy warto wzmocnić w celu kształtowania zachowań proekologicznych (Macioł-Kisiel i in., 2011). Proste zadania, takie jak podstawowa segregacja śmieci, gaszenie światła przy wychodzeniu z pokoju czy zakręcanie wody podczas mycia zębów bardzo mocno kształtują postawę, jaką dziecko przyjmie do stosunku do środowiska w przyszłości (Strumińska-Doktor, 2006). Również Romuald Olaczek (1999, za: Strumińska-Doktor, 2006) uważa, że bazą świadomości ekologicznej jest wiedza zdobyta w lokalnym środowisku.

Wobec tego dziecko uczone poszanowania dla środowiska ma większe szanse, by stać się świadomym dorosłym konsumentem. Ostatnie wydarzenia na międzynarodowej arenie politycznej pokazują natomiast, że konsumenci mogą mieć realny wpływ na działania nawet dużych międzynarodowych korporacji, chociażby za pośrednictwem mediów społecznościowych, których zasięg i rola nieustannie rosną.

Według wskaźnika efektywności środowiskowej EPI, pokazującego jak poszczególne kraje radzą sobie z wyzwaniami środowiskowymi, Polska ma jeszcze przed sobą długą drogę, by dorównać większości państw europejskich (Wolf i in., 2022). Natomiast z analizy SWOT przeprowadzonej przez Lidię Matuszko, Justynę Parzych i Józefa Hozera można wyciągnąć wniosek, że budownictwo niskoenergetyczne może być z powodzeniem wprowadzane w Polsce.

Porównanie najważniejszych mocnych i słabych stron, szans i zagrożeń dotyczących budynków niskoenergetycznych daje ciekawe wnioski (zob. tab. 1).

Tabela 1. Analiza SWOT budynków niskoenergetycznych

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Oszczędność kosztów eksploatacji budynku • Redukcja kosztów zużycia energii ze źródeł nieodnawialnych • Mniejsza zależność od zewnętrznych źródeł zasilania • Mniejszy ślad ekologiczny • Wysoki komfort termiczny • Zwiększona dostępność światła dziennego • Poprawa jakości i komfortu życia 	<ul style="list-style-type: none"> • Wyższe koszty budowy budynków niskoenergetycznych w porównaniu z tradycyjnym budownictwem • Ograniczenia na etapie wyboru lokalizacji działki (odpowiednie usytuowanie zapewniające wymagane nasłonecznienie) • Słabo wyedukowane społeczeństwo w temacie budownictwa niskoenergetycznego
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Korzystne zmiany prawne w Unii Europejskiej • Koncepcja budownictwa niskoenergetycznego sprawdzona w większości krajów Europy Zachodniej • Rosnąca liczba inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych zainteresowanych rozwiązaniami ekologicznymi 	<ul style="list-style-type: none"> • Zbyt wolne tempo zmian prawno-społecznych wydłużających proces realizacji projektu • Mało skuteczna realizacja polityki proekologicznej

Źródło: opracowanie na podstawie (Matuszko i in., 2018).

2.4. Osiedle BedZET, Wielka Brytania

The Beddington Zero Energy Development – bo tak brzmi pełna nazwa zlokalizowanego w London Borough of Sutton osiedla – jest sztandarowym przykładem osiedla, które stworzono z myślą o zeroemisyjności.

Idea zrodziła się w 1997 roku, kiedy to architekt Bill Dunster wraz z organizacją charytatywną Bioregional postanowili wykupić działkę od lokalnych władz. Budowę ukończono w 2002 roku, a od tego czasu osiedle przyciąga wielu turystów (zob. rys. 2).

Twórcy BedZET za jego największą zaletę uważają to, że jest on atrakcyjnym miejscem do życia, co udowadnia, że zastosowanie bardzo wielu zrównoważonych rozwiązań nie musi wiązać się z obniżonym komfortem życia (Schoon, 2016). Potwierdzają to też sami mieszkańcy, którzy pytani o to, co najbardziej lubią w swoim osiedlu, wskazywali nie na więzi społeczne tylko na rozwiązania systemowe (Hodge i Haltrecht, 2009).

BedZET został zaprojektowany z myślą o radykalnym zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla. Znaczna część zapotrzebowania na ciepło była zaspokajana dzięki optymalnemu zorientowaniu budynków, umożliwiającemu maksymalizowanie pozyskiwania energii ciepłej z promieni słonecznych oraz dobrej izolacji, zgodnej z założeniami budynków pasywnych.

Wciąż jednak potrzebna była energia do podgrzewania wody. W tym celu na terenie osiedla rozmieszczono 777 m² paneli fotowoltaicznych oraz elektrociepłownię opalaną drewnem. Drewno uznano za niskoemisyjne źródło energii, pod warunkiem odpowiedniej liczby rosnących drzew kompensujących emisję dwutlenku węgla. Jednak już w 2005 roku z powodu hałasu elektrociepłownia musiała zostać zlikwidowana i zastąpiona konwencjonalnym systemem ogrzewania opartym na gazie ziemnym, co stanowiło poważną przeszkodę w realizacji pierwotnych założeń BedZET. Ambicje dotyczące niskiej emisji udało się spełnić dopiero w 2017 roku dzięki zastosowaniu kotła na biomasę. Do dziś nie osiągnięto jednak celu zeroemisyjności.

Na uwagę zasługuje sposób zorganizowania transportu. Alternatywą dla posiadania własnego pojazdu jest klub samochodowy, który umożliwia swoim członkom korzystanie z niskoemisyjnych samochodów hybrydowych zaparkowanych na terenie BedZET, które można zarezerwować online. Osiedle posiada również dobre połączenia autobusowe, tramwajowe i kolejowe. W 2017 roku oszacowano, że ślad węglowy związany z transportem mieszkańców wewnątrz osiedla BedZET był o 53% mniejszy niż średnia Wielkiej Brytanii.

Jednak, jeśli wyjść poza teren osiedla, dane nie wyglądają już tak dobrze. W związku z mniejszą liczbą samochodów mieszkańcy BedZET chcąc udać się na wakacje, często korzystali z samolotów, więc ogólny wpływ transportu przeciętnego mieszkańca BedZET był większy od wpływu przeciętnego mieszkańca Sutton.

Mimo iż mieszkańcy BedZET prowadzą znacznie bardziej ekologiczny tryb życia od większości ludzi, obejmujący, np. kupowanie żywności ekologicznej czy rygorystyczne oszczędzanie wody, to ich ślad ekologiczny związany z czynnościami



Rys. 2. Mapa osiedla BedZET

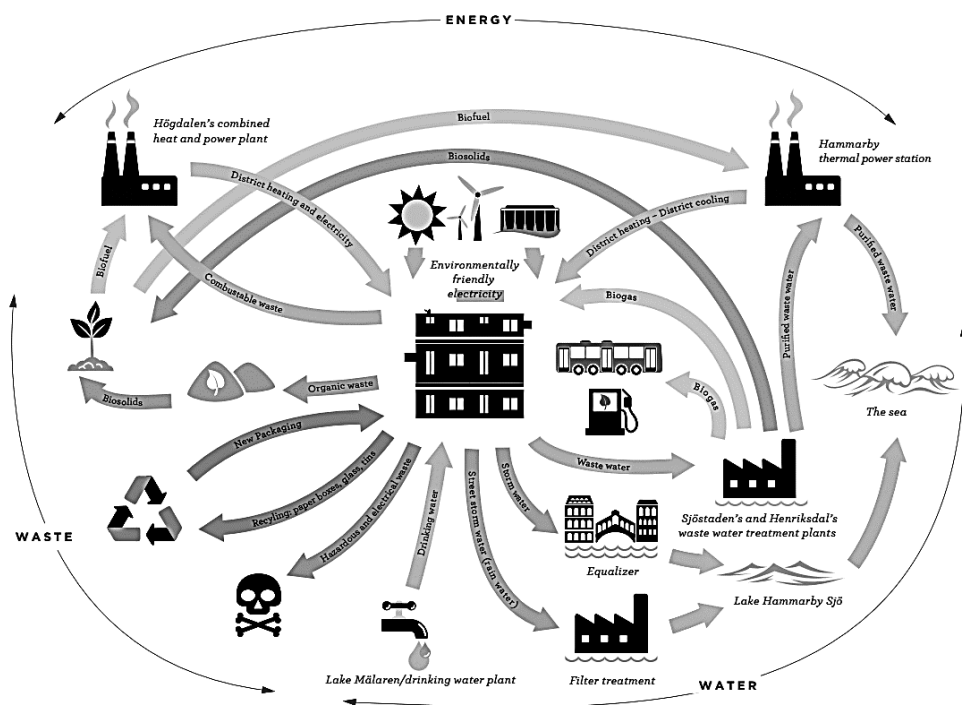
Źródło: (Schoon, 2016).

podejmowanymi poza osiedlem, np. edukacją, wciąż pozostaje zbyt duży. Jest on oczywiście mniejszy niż w przypadku osób mieszkających na tradycyjnych osiedlach, jednak pokazuje to, że konieczne jest zaangażowanie innych podmiotów. Dlatego też władze Sutton zobowiązały się do podejmowania działań, które mają znacznie zredukować ślad ekologiczny całej gminy (Hodge i in., 2009).

Przykład osiedla BedZET pokazuje zarówno mocne, jak i słabe strony koncepcji osiedla zrównoważonego. Choć ta idea jest bez wątpienia krokiem w dobrą stronę i nie można jej odmówić wkładu w ochronę środowiska, to jednak jej funkcjonowanie jako pojedynczej jednostki nie przyniesie wystarczających rezultatów.

2.5. Hammarby Sjöstad, Szwecja²

Hammarby Sjöstad powstawało w Sztokholmie na przestrzeni 15 lat na terenie dawnego obszaru portowego. Model miasta (zob. rys. 3) opiera się na optymalizowaniu wykorzystania wszelkiego rodzaju odpadów do generowania energii.



Rys. 3. Model ekomiasta Hammarby Sjöstad

Źródło: (Tsenkova i Haas, 2021).

² Opracowano na podstawie (Tsenkova i Haas, 2021).

Dane liczbowe pokazują zmniejszenie zużycia energii nieodnawialnej od 28 do 42%, redukcję emisji CO₂ od 29 do 37% oraz zmniejszenie zużycia wody od 41 do 46% w porównaniu ze średnią dla Sztokholmu. Na terenie osiedla zastosowano takie rozwiązania, jak:

- kolektory i panele słoneczne,
- system ciepłowniczy zasilany odpadami i uzupełniany biogazem oraz energią ciepłą z oczyszczalni ścieków,
- kanały i zlewnie obsługujące wodę deszczową,
- oczyszczalnię wody deszczowej,
- zielone dachy,
- pneumatyczny system odbioru odpadów.

Najważniejszymi założeniami szwedzkiego osiedla są: duża gęstość zaludnienia, wspieranie lokalnego rynku pracy w celu minimalizacji konieczności dalekich dojazdów do pracy oraz zapewnienie różnych opcji mieszkaniowych.

Przestrzeń publiczna składa się z obiektów rekreacyjnych, instytucji edukacyjnych, parków, placów zabaw, których infrastruktura jest dostosowana do potrzeb osób o szczególnych potrzebach. Tereny zielone, w skład których wchodzi rezerwat leśny, stanowią 40% powierzchni całego osiedla. Na osiedlu nie brakuje takich miejsc jak centra kultury, ośrodki zdrowia i strefy ciszy. Rozwijają się także sztuka uliczna.

Do wszystkich wspomnianych terenów można dostać się pieszo lub rowerem dzięki sieci ścieżek. Wpływa to na bardzo wysoki odsetek osób (95%), które do pracy docierają komunikacją publiczną, rowerem lub pieszo.

Twórcy osiedla podkreślają aspekty organizacyjne jego funkcjonowania. Proces planowania prowadzony przez interdyscyplinarny zespół obejmuje bardzo wiele spraw, od finansowania ogólnie pojętego rozwoju, przez usługi komunalne i planowanie przestrzenne aż po odkażanie gleb. Istotną kwestią przy podejmowaniu takich inwestycji jest wsparcie ze strony rządu oraz władz lokalnych.

Ze względu na zmiany polityczne dotyczące dotacji rządowych wzrosły jednak ceny mieszkań na osiedlu Hammarby Sjöstad. Dochód tutejszych mieszkańców jest o 20% wyższy niż średnia dla Sztokholmu. Mimo to Hammarby Sjöstad jest uznawany za dobry przykład tworzenia zrównoważonej społeczności. Za najlepszą cechę uznaje się koordynację planowania wszelkich miejskich systemów dla osiągnięcia celu, jakim jest środowisko mieszkalne wykorzystujące zasoby w sposób zrównoważony, dzięki jednoczesnej minimalizacji zużycia energii i ilości odpadów oraz maksymalizacji oszczędności zasobów i recyklingu (Tsenkova i Haas, 2021).

3. Zakończenie

Cele artykułu stanowiły omówienie i ocena zrównoważonego budownictwa na wybranych przykładach osiedli zrównoważonych.

Przedstawione osiedla prezentują różne podejścia do zrównoważonego rozwoju. Różnice wynikać mogą z uwarunkowań kulturowych kraju, w którym są zlokalizowane.

zowane, czasu, w którym powstały, a co za tym idzie – dostępnych technologii i wiedzy. Każde osiedle na swoje wady i zalety i z każdego przypadku można wyciągnąć cenne wnioski.

Szwedzkie osiedle znacznie odbiega od osiedla BedZET. Oprócz zastosowania innych rozwiązań technologicznych oraz odmiennego podejścia, można dostrzec spore różnice w kwestiach społecznych. Osiedle londyńskie charakteryzuje się bogatymi i silnymi więzami społecznymi, podczas gdy cel niskoemisyjności wciąż nie został w pełni osiągnięty. Natomiast Hammarby Sjöstad, gdzie cele ekologiczne są lepiej realizowane, boryka się z problemami społeczno-gospodarczymi, takimi jak wysokie ceny mieszkań i brak różnorodności społecznej.

Przedstawione przykłady pokazują, że stworzenie prawdziwie zrównoważonego osiedla nie jest proste. Wymaga skupienia uwagi na aspektach zarówno technologicznych, gospodarczych, jak i społecznych. Zaniedbanie jakiegokolwiek kwestii będzie powodować znaczący spadek komfortu życia na takim osiedlu.

Konieczna jest również ścisła współpraca wielu podmiotów – urbanistów, władz samorządowych i rządowych, mieszkańców i prywatnych przedsiębiorców, którzy np. dostarczają technologię. Należy likwidować bariery prawne i finansowe.

Ten skomplikowany proces tworzenia osiedli zrównoważonych może wydawać się zniechęcający. Należy jednak odpowiedzieć na pytanie, czy nie tak samo powinien wyglądać proces powstania tradycyjnego osiedla? Osiedle ma być przecież miejscem funkcjonalnym, estetycznym i bezpiecznym, mieszkania powinny być w cenach osiągalnych dla przeciętnego obywatela, a lokalna społeczność powinna być różnorodna i zintegrowana. W takiej sytuacji wprowadzanie rozwiązań w zakresie zrównoważonego rozwoju mogłoby być jedynie dodatkiem wspieranym przez władze.

Osiedla zrównoważone stają się coraz bardziej popularne, a w dobie debaty klimatycznej ta popularność będzie rosła bardzo szybko. Wciąż jednak nie ma wystarczającej liczby wartościowych publikacji naukowych na ten temat. Konieczne są dalsze badania w tym kierunku, uwzględniające kwestie zarówno środowiskowe, technologiczne, jak i społeczne.

Literatura

- CELS. (2019). *Szczelność budynku – czy mamy się o co martwić?* Pobrano z <https://cels.pl/szczelnosc-budynku-czy-mamy-sie-o-co-martwic/>
- Energiehaus. (2022). *Energiehaus – Certificación Passivhaus*. Pobrano z <https://energiehaus.es/certificacion-passivhaus/>
- Feist, W. (2006). *Podstawy budownictwa pasywnego: proste, genialne, komfortowe*. Gdańsk: Polski Instytut Budownictwa Pasywnego.
- Hawila, A., Perneti, R., Pozza, C. i Belleri, A. (2022). Plus Energy Building: Operational Definition and Assessment. *Energy and Buildings*, 265(4), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112069>
- Hodge, J. i Haltrecht, J. (2009). *BedZED Seven Years on*. Wallington: BioRegional Development Group.
- IEA. (2021). *Share of Electricity Final Consumption by Sector, 2019*. Pobrano z <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-electricity-final-consumption-by-sector-2019>

- Macioł-Kisiel, U. (2011). Rozwijanie zainteresowań przyrodniczych i ekologicznych u wychowanków przedszkola na zajęciach dodatkowych realizowanych w ramach przedszkolnego kółka ekologiczno-zdrowotnego. W: E. Rostańska i M. Kisiel (red.), *Pedagogika w służbie i działaniu na rzecz regionu. Działania i doświadczenia*. Dąbrowa Górnicza: Wyższa Szkoła Biznesu.
- Matuszko, L., Parzych, J. i Hozer, J. (2018). Budownictwo niskoenergetyczne – nowe trendy na rynku budownictwa. *Studia i Prace WNEiZ US*, (54/1), 21-31. <https://wnus.usz.edu.pl/sip/pl/issue/963/article/15697/>
- Saurabh, J., Kangle, K., Jadhav, P. i Nikam, R. (2018). Green Buildings Are Environmental Sustainable Buildings. *International Journal of Research Publications*, 3(1), 1-7. Pobrano z https://www.academia.edu/36763150/green_buildings_are_environmental_sustainable_buildings
- Schoon, N. (2016). *The BedZET Story. The UK's first Large-Scale, Mixed-Use Eco-Village*. Londyn: Bioregional Development Group.
- Strumińska-Doktor, A. (2006). Droga do świadomości ekologicznej. *Studia Ecologiae et Bioethicae*, 4(1), 427-438. Pobrano z https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia_Ecologiae_et_Bioethicae/Studia_Ecologiae_et_Bioethicae-r2006-t4/Studia_Ecologiae_et_Bioethicae-r2006-t4-s427-438/Studia_Ecologiae_et_Bioethicae-r2006-t4-s427-438.pdf
- The Programme for Energy Efficiency in Buildings. (2019). *What is an Energy Efficient Building?* Pobrano z https://www.peeb.build/imglib/downloads/PEEB_criteria_june%202019.pdf
- Torcellini, P., Pless, S., Deru, M. i Crawley, D. (2006). Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition. *ACEEE Summer Study*. Pacific Grove: National Renewable Energy Laboratory. Pobrano z <https://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf>
- Tsenkova, S. i Haas, T. (2013). Planning Sustainable Communities – Europe's New Model for Green Living in Stockholm. *Plan Canada Journal*, 53(1), 22-29.
- Udomiaye, E., Uzodimma, O. C., Okon, I. i Patrick, N. (2018). Eco-friendly Buildings: The Architect's Perspective. *International Journal of Civil Engineering, Construction and Estate Management*, 6(2), 14-26. Pobrano z https://www.researchgate.net/publication/332381066_ECO-FRIENDLY_BUILDINGS_THE_ARCHITECT'S_PERSPECTIVES
- Unia Europejska. (2010). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona). Pobrano z <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:pl:PDF>
- Wolf, M. J., Emerson, J. W., Esty, J. W., de Sherbinin, A. i Wendling, Z. A. (2022). *2022 Environmental Performance Index*. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy. Pobrano z <https://epi.yale.edu/downloads/epi2022report06062022.pdf>

Settlements of the Future – Low-Energy Construction as a Response to Environmental Problems of Multi-Family Housing

Abstract: The housing sector is one of the most energy-intensive sectors, and therefore a major contributor to the worsening climate crisis. Sustainable settlements can be an important tool in protecting the environment. The purpose of the article is to discuss and evaluate sustainable building on selected examples of sustainable settlements. The article uses a descriptive method, critical analysis of the literature, simple statistical methods, and case study analysis. The subjects of the research are sustainable settlements – the BedZET settlement in the UK and the Hammarby Sjöstad settlement in Sweden. BedZET is a good example for social issues, but failed to achieve the zero-carbon goal. The Swedish settlement, on the other hand, is struggling with social issues despite huge energy savings. Combining the best solutions from both of these settlements could contribute to the creation of a near-perfect settlement, which, with the support of government and local authorities, is achievable in Poland.

Keywords: sustainable settlements, housing, low-energy building