

# EKOLOGICZNY KAMPUS UNIWERSYTETEM PRZYSZŁOŚCI

Magdalena Zych

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury, ul. Żołnierska 50, 71-210 Szczecin  
E-mail: magdazych2103@gmail.com

DOI: 10.24427/aea-2019-vol11-no3-06

## ECOLOGICAL CAMPUS – UNIVERSITY OF THE FUTURE

### Abstract

Since the first school, similar to modern universities, were established, we have seen a steady increase in the importance of higher education. To meet the ever-increasing demands, universities make many changes in search of optimal solutions. It is important to think about the future not only in the context of how, but also in what buildings the university of the future will function. Because universities have a real impact on the condition and quality of human capital and can stimulate urban development, they should be supported at every stage and in every aspect of their activity.

Constantly deteriorating condition of the natural environment and the growing need for human contact with nature, directly affects the increasing use of ecological solutions. Some cities decide on more or less innovative methods and projects, e.g. the Swedish Hammarby Sjöstad estate, or the eco cities - Masdar City in Abu Dhabi and Logroño Montecorvo in Spain. The concept of green architecture should cover not only the residential function but also public facilities, including academic campuses. For the proper functioning of the university, in addition to the didactic base, the urban and architectural context are important. Campuses of prosperous universities have "community-creating" possibilities - they influence the identification with the place and creation of micro-community of students and researchers. The sense of belonging to society has a positive effect on the results of work and the image of the university and the region. The concept of connecting the city and universities is visible, for example, in the American strategy COL (City of Learning), which assumes their close cooperation.

So what will the university of the future look like? The answer to this question should be sought in the reports being developed (the Arup group), designs for new buildings and adaptations of existing academic facilities. Both European and Polish universities more and more often decide to change the status quo and take actions to adapt to new didactic, technological and ecological requirements. The article uses literature and existing examples of projects of urban objects and complexes, which implement the principles of sustainable development.

### Streszczenie

Odkąd powstały pierwsze szkoły przypominające współczesne uniwersytety, obserwujemy stały wzrost znaczenia szkolnictwa wyższego. Uczelnie, aby sprostać ciągle rosnącym wymaganiom, dokonują wielu zmian w poszukiwaniu optymalnych rozwiązań funkcjonowania. Ważne jest myślenie o przyszłości nie tylko w kontekście tego w jaki sposób, ale także w jakich obiektach będzie funkcjonował uniwersytet przyszłości. Ponieważ szkoły wyższe mają realny wpływ na stan i jakość kapitału ludzkiego oraz mogą stymulować rozwój miast, powinny być wspierane na każdym etapie i w każdym aspekcie działalności.

Stale pogarszający się stan środowiska naturalnego oraz rosnąca potrzeba kontaktu człowieka z naturą wpływają bezpośrednio na coraz powszechniejsze stosowanie rozwiązań ekologicznych. Część miast decyduje się na mniej lub bardziej nowatorskie metody i projekty, np. szwedzkie osiedle Hammarby Sjöstad czy eko miasta – Masdar City w Abu Dhabi i Logroño Montecorvo w Hiszpanii. Koncepcja zielonej architektury powinna obejmować nie tylko funkcję mieszkaniową, ale także obiekty użyteczności publicznej, w tym budynki akademickie. Dla prawidłowego funkcjonowania uczelni, oprócz bazy dydaktycznej, istotny jest kontekst urbanistyczny oraz architektoniczny. Kampusy dobrze prosperujących szkół wyższych posiadają właściwości „wspólnototwórcze” – wpływają na utożsamianie się z miejscem i tworzeniem mikrospołeczności studentów i pracowników naukowych. Poczucie przynależności do społeczeństwa wpływa pozytywnie na wyniki pracy oraz wizerunek uczelni i regionu. Koncepcja połączenia miasta i szkół wyższych widoczna jest np. w amerykańskiej strategii COL (City of Learning), która zakłada ich ścisłą współpracę.

Jak zatem będzie wyglądać uniwersytet przyszłości? Odpowiedzi na to pytanie należy szukać w opracowywanych raportach (grupa Arup), projektach nowych budynków oraz adaptacjach już istniejących obiektów akademickich. Zarówno europejskie, jak i polskie uczelnie coraz częściej postanawiają zmienić *status quo* i podejmują działania mające na celu dostosowanie się do nowych wymagań dydaktycznych, technologicznych i ekologicznych. W pracy wykorzystano literaturę przedmiotu oraz istniejące przykłady projektów obiektów i zespołów urbanistycznych, realizujące zasady zrównoważonego rozwoju.

Keywords: ecology; campus; higher education; university; university of the future

Słowa kluczowe: ekologia; kampus; szkolnictwo wyższe; uniwersytet; uniwersytet przyszłości

## WPROWADZENIE

Odkąd w czasach starożytnych powstały pierwsze szkoły przypominające współczesne uniwersytety, obserwujemy stały wzrost znaczenia szkolnictwa wyższego. Uczelnie od zawsze kojarzą się z dostatkami i postępowaniem cywilizacji oraz cieszą się szacunkiem i zaufaniem społeczeństwa. Dzięki swojej funkcji naukowo-dydaktycznej mają znaczący wpływ na rozwój miast i regionów. Instytucje akademickie od wieków są jednym z fundamentów społeczeństwa i jego rozwoju w zakresie wielu dziedzin. Dlatego aby sprostać rosnącym wymaganiom i by dostosować się do szybko rozwijającego się świata, uniwersytety przechodzą ciągłe zmiany, szukając złotego środka pomiędzy tradycją a nowoczesnością.

Uczelnie ze względu na ich rolę i różnorodność prowadzonych dyscyplin naukowych zalicza się do instytucji społecznych. W związku z tym w wielu przypadkach społeczność akademicka ma możliwość decydowania i inicjowania zmian w sposobie kształcenia i wychowania. Zmiana stylu i tempa życia, podejścia do studiowania, a także gwałtowny rozwój technologii informacyjnych sprawiają, że przygotowanie studentów do pracy zawodowej staje się wyzwaniem. Jakość kształcenia wyższego powinna być stale podnoszona i dostosowywana zarówno do oczekiwań rynku pracy, jak i studentów [J. Boguski 2009, s. 29]. Szczególnie ważne stają się kontakty z przyszłymi pracodawcami i współpracownikami oraz skupienie się na rozwoju umiejętności, które pozwolą na szybsze wdrożenie się w pracę na konkretnym stanowisku. Światowe Forum Ekonomiczne szacuje, że 65% dzieci chodzących dziś do szkoły podstawowej będzie pracować w zawodach, które jeszcze nie istnieją [E. Magnini i inni 2018, s. 9]. Ten fakt pokazuje, jak ważne jest myślenie nie tylko o tym jak, ale przede wszystkim w jakiej infrastrukturze będzie funkcjonował uniwersytet przyszłości. Aby zapewnić dostateczną jakość nauczania, współcześni architekci muszą przewidywać i próbować sprostać wymaganiom, które obecni uczniowie, a przyszli studenci, postawią im dopiero za 10-15 lat.

Większość miast w Polsce broni się przed tworzeniem kampusów uniwersyteckich. Głównie z powo-

dów finansowych, wolą implementować funkcje akademickie w istniejące i łatwo dostępne budynki. Nowoczesny uniwersytet potrzebuje jednak czegoś więcej niż tradycyjnych auli czy sal laboratoryjnych.

W artykule starano się przedstawić korzyści wynikające z organizowania uczelni w kampusy bądź osiedla akademickie. Zostały przytoczone i krótko omówione przykłady budynków i kampusów projektowanych na zasadach zrównoważonego rozwoju. Przedstawiono wizję rozwoju i oczekiwania architektów oraz studentów dotyczące uniwersytetu przyszłości.

## 1. URBANISTYKA UCZELNI WYŻSZYCH

Czy sposób lokalizowania budynków akademickich w mieście ma wpływ na jakość uczelni i środowisko akademickie?

W wielu polskich miastach szkoły wyższe są jednym z elementów przyczyniających się do polepszenia jakości życia i atrakcyjności miasta. Współdziałanie uczelni i społeczeństwa w oczywisty sposób rozwija i promuje cały region. W takich przypadkach szczególnie ważne jest tworzenie prężnie działających ośrodków akademickich, które przyciągną studentów oraz pracowników dydaktycznych z kraju oraz zagranicy. Zapewniając swym absolwentom wykształcenie, szkoły wyższe mają bezpośredni wpływ na wielkość i jakość kapitału ludzkiego oraz poziom życia [K. Denek 2013, str. 8]. Dla prawidłowego funkcjonowania uczelni, oprócz bazy dydaktycznej, istotny jest zarówno kontekst urbanistyczny jak i architektoniczny, w którym odbywają się nauka i praca.

Uczelnie niejednokrotnie zajmują znaczną powierzchnię miasta, chociaż w wielu przypadkach zarówno społeczeństwo, jak i środowisko akademickie nie zdają sobie z tego sprawy. Wszystko za sprawą niekontrolowanego rozproszenia obiektów w tkance miasta. Głównymi przyczynami takiego stanu są: aspekt finansowy oraz łatwość dostępu do już istniejących obiektów, które szybko można dostosować do potrzeb dydaktycznych. Rozproszone budynki przysparzają problemów zarówno społeczności akademickiej, jak

i miastu. Wiele uczelni wyższych nie może w pełni wykorzystać swoich możliwości oraz potencjału, ponieważ odległości pomiędzy poszczególnymi obiektami są na tyle duże, że zawiązanie międzywydziałowej współpracy jest utrudnione. Studenci, a także pracownicy, wybierając przyszłą szkołę kierują się przede wszystkim jakością kształcenia oraz możliwościami rozwoju. Nie bez znaczenia pozostają także „klimat” i działalność społeczności akademickiej oraz dodatkowe zajęcia, w które można się zaangażować. Brak spójnej wizji ośrodka akademickiego ma negatywny wpływ na zainteresowanie daną uczelnią oraz jej pozycję w krajowych rankingach. Mimo tego w Polsce niechętnie organizuje się obiekty uczelniane w kampusy czy osiedla akademickie. Takie wydzielone z miasta tereny, w obrębie których zlokalizowane są budynki wydziałowe, administracyjne oraz funkcje uzupełniające, doskonale sprawdzają się w wielu europejskich miastach, np. Heriot-Wyatt University (miasteczko akademickie) w Edynburgu, kampus uniwersytetu w Birmingham czy kampus Uniwersytetu Christiana Albrechta w Kilonii. Takie założenia często lokalizowane są na przedmieściach miast lub jako funkcja wtórna na rewitalizowanych terenach przemysłowych czy powojkowych.

Kampusy dobrze prosperujących szkół wyższych posiadają właściwości „wspólnotwórcze” – wpływają na utożsamianie się z miejscem i tworzenie mikrosocjety. Wszystkie funkcje składające się w jeden „organizm” uczelni tworzą skomplikowaną siatkę powiązań, która tylko przy ścisłej współpracy może funkcjonować prawidłowo i efektywnie. Poczucie wspólnoty jest podstawowym czynnikiem, który spaja środowisko akademickie. Dobrze zaprojektowana urbanistyka kampusu, nowoczesne budynki i przyjazne środowisko dają sposobność do stworzenia funkcjonującej naukowej „maszyny”, jaką niewątpliwie są najlepsze uczelnie. Przestrzeń urbanistyczna to zdecydowanie nie jest jedyny wyznacznik sukcesu, jednak przyjazne otoczenie oraz dostępność wszystkich funkcji sprzyjają nauce i zawiązywaniu interdyscyplinarnych relacji.

## 2. EKO OSIEDLE, EKO MIASTO, MIASTO NAUKOWE

Miejskie ogrody od zawsze są niezbędnymi elementami krajobrazu miasta. Tereny zielone powinny powstawać równolegle z budynkami użyteczności publicznej, ponieważ ich funkcja społeczna i miastotwórcza jest znacząca. Zieleni ma za zadanie „zmiękczyć” surowość architektury, uzupełnić lub podkreślić kompozycję przestrzeni oraz zapewnić miejsce do wypoczynku i rekreacji. Mieszkańcom dużych aglomeracji bra-

kuje roślinności, otwartych przestrzeni, widoku drzew czy nieba. W krajach gęsto zaludnionych, jak np. Korea czy Chiny, zauważalny jest brak zieleni i klaustrofobiczne uczucie przytłoczenia otaczającą zabudową. Duże zagęszczenie oraz coraz wyższe budynki przytłaczają i ekspansywnie wdzierają się na tereny zielone. Stąd konieczność wdrażania działań ekologicznych, szczególnie na terenach miejskich. Architekci coraz częściej wykorzystują zieleni jako nieodłączny element struktury budynków, zarówno na elewacjach, jak i we wnętrzach. Coraz powszechniejsze stają się również projektowanie tzw. „inteligentnych budynków”, których systemy są ze sobą połączone, a ich praca zoptymalizowana pod kątem wielu czynników, takich jak klimat, funkcja czy liczba użytkowników. Eksperymentuje się z budynkami nie tylko samowystarczalnymi energetycznie, ale nawet energetycznie dodatkimi. Działania takie są efektem zmieniającej i rozwijającej się technologii, ale przede wszystkim ciągle wzrastającego deficytu energetycznego na świecie. Rozwiązania te należy wprowadzić nie tylko w pojedynczych obiektach, lecz także w większych strukturach, jak osiedle czy dzielnica.

Zarówno architektura, jak i natura potrafią kształtować przestrzeń oraz relacje pomiędzy ludźmi a otoczeniem. Szczególnie widoczne jest to w projektach z początków XX w., w których ważna była synergia architektury z otaczającym krajobrazem. Symbolem tego zjawiska stał się *Dom nad Wodospadem* (1936 r.) Franka Lloyda Wrighta, w którym zaciera się granica pomiędzy przyrodą a zewnętrzną i wewnętrzną przestrzenią domu [M. Worłowska 2011, s. 44].

### 2.1. Eko osiedle - Hammarby Sjöstad

Idea eko osiedla jest kolejnym krokiem w realizacji założeń zrównoważonego rozwoju. W nowoprojektowanych jednostkach mieszkaniowych aspekty społeczne, ekologiczne i ekonomiczne powinny być równorzędne i ściśle ze sobą połączone. Nowoczesne zespoły mają być zdrowym, zielonym i prawie samowystarczalnym domem dla tysięcy mieszkańców. Doskonałym przykładem perspektywicznego myślenia ekologicznego jest Hammarby Sjöstad - dzielnica Sztokholmu, której projekt opracowany przez Jana Inge-Hagströma zakładał wysoką efektywność energetyczną oraz kładł nacisk na ochronę środowiska. Ważnym elementem, już na etapie procesu projektowego, było zintegrowanie wszystkich podmiotów uczestniczących w przedsięwzięciu. Efektem tej współpracy jest tzw. „Model Hammarby’ego”, czyli system gospodarowania (w zamkniętym obiegu) zasobami takimi jak energia, słodka woda, woda opadowa i odpady, charakteryzujący się możliwie wysokim poziomem odzysku energii i ciepła [strona internetowa 1]. Cała zużyta energia





**Ryc. 1.** Park na osiedlu Hammarby Sjöstad; fot: Hans Kylberg, źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Hammarby\\_Sjostad.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Hammarby_Sjostad.jpg), (CC BY 2.0), [dostęp: 21.03.2019]

**Fig. 1.** Hammarby Sjöstad park; photo by: Hans Kylberg, source: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Hammarby\\_Sjostad.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Hammarby_Sjostad.jpg) (CC BY 2.0), [access: 21.03.2019]



**Ryc. 2.** Hammarby Sjöstad z lotu ptaka; fot. Esquilo, źródło: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hammarby\\_sj%C3%B6stad,\\_flygfoto\\_2014-09-20.jpg?uselang=pl](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hammarby_sj%C3%B6stad,_flygfoto_2014-09-20.jpg?uselang=pl) (CC BY-SA 3.0), [dostęp: 21.03.2019]

**Fig. 2.** Hammarby Sjöstad aerial view; photo by: Esquilo, source: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hammarby\\_sj%C3%B6stad,\\_flygfoto\\_2014-09-20.jpg?uselang=pl](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hammarby_sj%C3%B6stad,_flygfoto_2014-09-20.jpg?uselang=pl) (CC BY-SA 3.0), [access: 21.03.2019]

elektryczna pochodzi ze źródeł odnawialnych, a na terenie osiedla testowane są nowe typy ogniw paliwowych oraz paneli słonecznych. Prawie 100% budynków ogrzewanych jest ciepłem pozyskanym na terenie osiedla. Podstawowa produkcja pochodzi z palnych odpadów z gospodarstw domowych, oczyszczonych ścieków oraz biopaliwa. Prawie tysiąc mieszkań posiada kuchenki na biogaz, który pozyskiwany jest w procesie oczyszczania ścieków domowych. Biogaz wykorzystuje się również jako paliwo w pojazdach, których parkowanie odbywa się pod ziemią, aby zminimalizować ruch samochodów pomiędzy budynkami [strona internetowa 2].

Osiedle, którego gęstość zabudowy porównywalna jest z tą w centrum Sztokholmu, dzięki dobrze zaprojektowanej architekturze oraz infrastrukturze technicznej, posiada szczególny klimat oraz zapewnia mieszkańcom poczucie prywatności i bliskości z naturą. Wszystkie miejsca skomunikowane są systemem ścieżek, które poprowadzone zostały przez wszystkie dziedzińce oraz wzdłuż zbiorników wodnych [strona internetowa 1].

Działania na tak wielu polach uczyniło z Hammarby Sjöstad wzór do naśladowania i inspirację dla wielu nowych osiedli, zarówno w Szwecji, jak i poza jej granicami.

## 2.2. Eko miasta – Masdar City i Logroño Montecorvo

Współczesne wizje miasta przyszłości oparte są na postępie techniki i technologii, w tym na ekspansji elektroniki, która zaczyna sterować niemalże każdym aspektem życia miasta. Wciąż obecne są jednak także wizje zielonych i przyjaznych środowisku przestrzeni przeznaczonych do mieszkania i pracy [M. Wdowiaż-Bilska 2012, s. 306]. Tak właśnie powstały wizje eko miast, których działania opierają się na stosowaniu odnawialnych źródeł energii, zmniejszaniu zużycia wody, recyklingu i przetwarzaniu surowców. Ich ważnym elementem jest transport oparty na komunikacji publicznej, rowerach i elektrycznych samochodach [E. Węćławowicz-Bilska 2012, s. 324].

Szeroko omawianym przykładem wizji idealnego eko miasta jest zeroemisyjne Masdar City. Wąskie uliczki i gęsta sieć budynków mają zmniejszyć powierzchnię zabudowy oraz ułatwić zacienianie ulic. Przejścia między budynkami zaplanowano tak, aby jak najbardziej zwiększyć naturalne przewietrzanie ulic i placów. Na jednym z miejskich placów powstała wieża, która wykorzystuje naturalne przepływy mas powietrza, by schłodzić uliczki i przestrzenie publiczne miasteczka. Tradycyjna konstrukcja wieży wiatrowej została wyposażona w zraszacze (zamontowane u jej szczytu), które nawilżają zasysane powietrze i poprzez proces odparowywania pozwalają obniżyć jego temperaturę. Efektowną nowinką technologiczną są zacinające, mobilne „parasole” zlokalizowane na centralnym placu miejskim. W dzień zadaszenie otwiera się, a zamontowane na szczycie panele fotowoltaiczne pobierają i magazynują energię słoneczną. W nocy konstrukcja zostaje zamknięta, a zgromadzona energia wykorzystana m.in. do ogrzania czy oświetlenia budynków. Postanowiono również całkowicie wyeliminować samochody i zastąpić je magnetyczną kolejką napędzaną energią ze źródeł odnawialnych. W tak gorącym klimacie szczególne znaczenie ma racjonalna gospodarka wodna. Cała

zużyta woda jest uzdatniana i ponownie wykorzystywana, a zgromadzona woda deszczowa przeznaczana do nawadniania ogrodów oraz do celów gospodarczych, a po uzdatnieniu nawet do picia. Odpady nieorganiczne poddawane są recyklingowi, by później wytworzyć z nich energię, a pozyskany materiał wykorzystać do budowy elementów wyposażenia miasta. Imponującym osiągnięciem jest zbudowanie jednego z największych na świecie pól z kolektorami słonecznymi (87 780 ogniw fotowoltaicznych), z którego pozyskana energia wykorzystywana jest na potrzeby budowy, a jej nadmiar przesyłany do elektrowni w Abu Dhabi [strony internetowe 3,4]. Miasto cały czas znajduje się w fazie projektu i realizacji, a zakończenie inwestycji przewiduje się na 2030 rok. Projektanci i naukowcy ciągle poszukują nowych rozwiązań, śledzą trendy i nowinki technologiczne oraz na bieżąco badają efektywność zastosowanych systemów. Obecnie na terenie miasteczka mieszka ok. 3,5 tys. osób i są nimi głównie naukowcy i studenci poświęcający się pracy na rzecz Masdar City. Teren dostępny jest także dla turystów oraz istnieje możliwość zakupu lub wynajmu mieszkania. Niestety obecnie brakuje osób prywatnych, które chciałyby na stałe osiedlić się w najnowocześniejszym eko mieście. Trwające prace budowlane, brak takich funkcji miejskich jak szkoła, przedszkole, restauracja czy kino skutecznie zniechęcają potencjalnych nabywców. Mimo wszystko koncepcja MasdarCity to pionierska realizacja, która przeciera szlaki wszystkim smart cities. Warto pamiętać, że miasteczko ciągle zmienia się i rozwija, a na ostateczny efekt i ocenę należy poczekać do zakończenia inwestycji.

Podobne założenie planowano zrealizować w Hiszpanii. Eko miasto Logroño Montecorvo zlokalizowano w dolinie pomiędzy dwoma wzgórzami, a jego powierzchnia zabudowy miała nie przekraczać 10% całego obszaru. Resztę terenu postanowiono przeznaczyć na ogród i ekopark oraz produkcję energii (ogniwa fotowoltaiczne na stokach wzgórz, wiatraki). Projektowane budynki miały pomieścić ok. 3 tys. mieszkań, a sama architektura korespondować z wysokością i charakterem otaczających teren wzgórz. Projekt zakładał także odzyskiwanie zużytej wody, dzięki wykorzystaniu naturalnych systemów jej oczyszczania [strona internetowa 5].

Oba projekty obrazują nowatorskie wizje miast przyszłości. Nie da się ukryć, że myślą przewodnią obu założeń są ekologia i samowystarczalność. Pozostaje jednak pytanie, czy takie miasta, które wielokrotnie stają się zamkniętymi enklawami, mogą być wygodnym i przyjaznym miejscem do życia? Być może funkcja publiczna lepiej wpisałaby się w ideę samowystarczalnej „wyspy” i w pełni wykorzystwała potencjał miejsca.

### 2.3. Miasta naukowe

Inspirowanie się miastami czy osiedlami w projektowaniu ośrodków akademickich jest pomysłem nie do końca wykorzystanym, lecz nie nowym. Już w latach 60. powstawały tzw. Technopolie, czyli miasta naukowe, satelity wielkich miast - pierwsze z nich to Tsukuba (k. Tokio) i Akademgorodok (k. Nowosybirsk). Założenia te miały koncentrować potencjał akademicko-naukowy kraju. Były ukierunkowane na rozwój funkcji naukowych i technologicznych, koncentrując instytucje badawcze w przestrzeni o charakterze współczesnego kampusu, czyli terenu wydzielonego z miasta z dostępem do wszystkich funkcji potrzebnych do nauki, mieszkania i wypoczynku. Na takim obszarze lokalizowano ośrodki rządowe, uniwersytety i inne instytucje naukowe oraz całe zaplecze mieszkalne i socjalne. Wszystkie budynki były powiązane systemem ścieżek pieszych, a całe założenie otaczały kompleksy zieleni [M. Wdowiaż-Bilska 2012, s. 306]. Mimo tego, że miasteczka w efekcie skupiały się głównie na „produkowaniu” nauki, sam pomysł oparcia funkcjonowania miasta na nauce przyjął się i przez lata ewoluował. W efekcie otrzymano parki naukowe, które przy sprzyjających warunkach rozwoju i współpracy pomiędzy sektorem naukowym a władzami miasta, przekształciły się w pełnoprawne struktury



**Ryc. 3.** Widok na centrum Tsukuba; fot. On-chan, źródło: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tsukuba,\\_Ibaraki#/media/File:Tsukuba\\_Center\\_%26\\_Mt.Tsukuba01.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Tsukuba,_Ibaraki#/media/File:Tsukuba_Center_%26_Mt.Tsukuba01.jpg) (CC BY-SA 3.0), [dostęp: 21.03.2019]  
**Fig. 3.** View of the center of Tsukuba; photo by: On-chan, source: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tsukuba,\\_Ibaraki#/media/File:Tsukuba\\_Center\\_%26\\_Mt.Tsukuba01.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Tsukuba,_Ibaraki#/media/File:Tsukuba_Center_%26_Mt.Tsukuba01.jpg) (CC BY-SA 3.0), [access: 21.03.2019]



miejskie, jak np. Guangzhou Science City w Chinach [D. Charles 2015, 82-88]. Polskie uczelnie coraz częściej podejmują współpracę z władzami miast, jednak bardzo często jest ona okazjonalna i skupia się głównie na przeprowadzaniu konkursów studenckich. Oba podmioty powinny się uzupełniać, umacniać wzajemne zależności oraz korzystać ze swoich atutów, aby stymulować rozwój zarówno samej uczelni, jak i miasta.

### 3. KAMPUS PRZYSZŁOŚCI

Koncepcja zrównoważonego rozwoju widoczna jest w wielu dziedzinach życia. Także projektowanie kampusów, które są z założenia rozbudowanymi, złożonymi systemami powinno się na niej opierać. Wydziały uczelni należy lokalizować blisko siebie, aby móc skupić się na współpracy, wymianie wiedzy i umiejętności. Bliskość obiektów mieszczących przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych pozwala na łatwiejsze przemieszczanie się, zawiązywanie współpracy, interdyscyplinarne działania oraz poszerzanie naukowych horyzontów. Kampus pozwala na lepszą wydajność nauczania oraz na łatwiejsze organizowanie interdyscyplinarnych zespołów naukowych, skupionych na poszerzaniu badań. Nowoczesne budynki wydziałowe nie muszą być tak rozbudowane jak kiedyś. Rozległe aule ustępują miejsca wielofunkcyjnym salom projektowym, które mogą służyć różnym wydziałom i kierunkom.



**Ryc. 4.** Widok z lotu ptaka na Akademgorodok; fot. Elva, źródło: [https://en.wikipedia.org/wiki/Akademgorodok#/media/File:Akademgorodok\\_Airphoto.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Akademgorodok#/media/File:Akademgorodok_Airphoto.jpg), [dostęp: 21.03.2019]

**Fig. 4.** Aerial view of Akademgorodok; photo by: Elva, source: [https://en.wikipedia.org/wiki/Akademgorodok#/media/File:Akademgorodok\\_Airphoto.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Akademgorodok#/media/File:Akademgorodok_Airphoto.jpg) (CC BY-SA 3.0), [access: 21.03.2019]

Przykładem myślenia holistycznego jest amerykańska strategia City of Learning (COL), która łączy edukację z planowaniem miast. Jej podstawowe zasady to m.in.: szukanie synergii uczelni i miasta; odejście od szkół zbyt rozległych, które oddzielają się od lokalnej wspólnoty, odzyskiwanie starych budynków, aby ograniczyć koszty rozwoju uczelni, współpraca edukacji z biznesem czy wprowadzanie przestrzeni nauczania do różnych budynków [M. Bryx 2013, s. 12]. Większość nowoprojektowanych kampusów nawiązuje do tradycyjnego modelu szkolnictwa wyższego, w którym bardzo często głównym sposobem nauczania są wykłady. Szczególnie widoczne jest to na kierunkach humanistycznych, w mniejszym stopniu na kierunkach technicznych. W czasach ogólnego dostępu do informacji zauważa się spadek zainteresowania studentów takim modelem nauczania. Preferowane są zajęcia interaktywne, praktyczne, projektowe i praca w grupach. Dobrze zaprojektowany kampus powinien spełniać wszystkie najważniejsze zadania szkoły wyższej, a więc być nie tylko miejscem nauki, ale także wymiany pomysłów, budowania relacji czy zawierania znajomości. Każda z tych interakcji potrzebuje własnej przestrzeni, a współczesny kampus powinien zapewnić odpowiednie środowisko do ich realizowania [strona internetowa 6]. Przestrzenie przeznaczone do pracy powinny być zaprojektowane w sposób umożliwiający ich personalizację - meble i ścianki działowe to elementy, które umożliwiają użytkownikom natychmiastowe dostosowanie przestrzeni do własnych potrzeb. Zamiast standardowych biurek i krzeseł proponowane są miękkie siedziska i mobilne stoły, które pozwalają w prosty sposób zorganizować miejsce pracy o różnym charakterze i dostosowane do różnej liczby osób [E. Magnini i inni 2018, s. 15].

Jak zatem ma wyglądać uczelnia przyszłości? Jaką wizję tej przestrzeni mają architekci, a jaką studenci? Okazuje się, że ich pomysły w wielu punktach są zbieżne. W 2018 r. niezależna firma projektantów, planistów, inżynierów, konsultantów i specjalistów technicznych ARUP, razem z ekspertami z sektora szkolnictwa, stworzyła raport dotyczący wizji rozwoju szkolnictwa wyższego oraz współczesnych potrzeb studentów. Punktem wyjścia do przeprowadzonych analiz stały się zmiany społeczne, technologiczne i gospodarcze, z którymi muszą mierzyć się uniwersytety [E. Magnini i inni 2018, s. 4].

Technologie cyfrowe, które znacznie poszerzyły dostęp do edukacji, wymuszają ciągłe zmiany w sposobie nauczania oraz zakresie wiedzy przyswajanej przez studentów. Sami studenci mają coraz bardziej sprecyzowane oczekiwania dotyczące sposobów nauczania i miejsc, w których ta nauka ma się od-

bywać. Uniwersytety będą musiały zaangażować się w spełnienie tych oczekiwań, które są tym wyższe, im wyższe stają się oczekiwania rynku pracy. Analizy wykazały, że studenci szukają personalizacji zajęć i elastyczności sposobu, w jaki się uczą. Umożliwienie podejmowania własnych decyzji w kwestii studiowania zdecydowanie zachęci studentów, by spędzali czas na kampusie w sposób bardziej produktywny [E. Magnini i inni 2018, s. 5-6]. Działanie nowoczesnego kampusu powinno opierać się na kooperacji ze szkołami zawodowymi i przyszłymi pracodawcami. Przykładem może być Nanjing Technical College w Chinach, który wraz z firmą Siemens Bosch stworzył centrum szkoleniowe przeznaczone dla studentów uczelni oraz pracowników Siemens, w celu zapewnienia ich ścisłej współpracy. Takie rozwiązanie daje młodym ludziom możliwość nabywania specjalistycznych umiejętności, a pracodawcom stwarza okazję do wprowadzenia przyszłych pracowników w tajniki działania firmy. System łączący studia teoretyczne i odbywanie praktyk, nazywany systemem podwójnej edukacji, staje się coraz ważniejszy dla studentów i pracodawców. W Niemczech każdego roku duża liczba studentów znajduje zatrudnienie właśnie w efekcie odbycia takiego stażu [E. Magnini i inni 2018, s. 41]. Nie są to tradycyjne wymiany studenckie czy praktyki, ale dobrze przemyślane programy, dające możliwość zdobycia doświadczenia, które niejednokrotnie jest cenniejsze niż stopień naukowy.

Według raportu ARUP nowoczesny kampus stawia w swoim funkcjonowaniu na rozwiązania ekologiczne, oszczędności i recykling. Wiele firm jest w stanie dostarczać usługi lub sprzęty na zasadzie wynajmu. Liczni dostawcy i wykonawcy oferują usługi naprawy i wymiany zużytych elementów w ramach trwającej umowy. Takie rozwiązanie pozwala przenieść odpowiedzialność za poprawne działanie i renowację danego komponentu z zarządców budynku na wykonawców. Dzięki temu oszczędza się zasoby, minimalizuje zakłócenia pracy danego sprzętu czy usługi i zmniejsza związane z tym koszty [E. Magnini i inni 2018, s. 17-18]. Naprawa istniejących systemów w wielu przypadkach jest tańsza i bardziej ekologiczna niż wymiana i wiążące się z nią remonty pociągające ze sobą dodatkowe koszty. Idea naprawiania, recyklingu i upcyklingu to również elementy eko świadomości, która powinna być myślą przewodnią kampusu przyszłości.

Powtarzającym się elementem omawianych przykładów jest widoczny nacisk na wdrożenie rozwiązań ekologicznych zarówno w strukturze budynków, jak i w ich otoczeniu. Wykorzystanie wody deszczowej jako wody szarej, ponowne użycie ciepła produkowanego w laboratoriach czy recykling odży-

skanych surowców to tylko przykłady działań, które powinny być oczywiste przy funkcjonowaniu tego typu obiektów. Coraz częściej stosowany w budynkach biurowych czy handlowych system BMS (Building Management System) pozwala w sposób zintegrowany i efektywny zarządzać całym obiektem. Możliwość aktualizowania danych i dostosowywania poszczególnych parametrów, np. ogrzewania, klimatyzacji, oświetlenia czy nagłośnienia w czasie rzeczywistym, daje komfort użytkowania przestrzeni i racjonalizacji jej wykorzystania. Kampus powinien zostać wyposażony w podobny system, który będzie dbać o komfort pracy i nauki. Dzięki sieci internetowej możliwe jest gromadzenie danych w czasie rzeczywistym z dowolnego systemu czy obiektu, a następnie dostosowanie ich do potrzeb użytkowników. Możliwe jest zgromadzenie parametrów takich jak jakość powietrza, hałas, ruch i zużycie energii, ale także aktywność na biurkach, obecność w salach i preferencje użytkowników danej przestrzeni. Dzięki temu algorytmy wprowadzone do systemu pozwalają efektywniej nią zarządzać i „uczyć się” wzorców jej użytkowania. Dla poszczególnych osób możliwe będzie np. automatycznie dostosowanie wysokości biurka lub zmiany kształtu czy rozmiaru sali (ścianki działowe) w zależności od liczebności grupy ćwiczeniowej. Pomysłodawcą takiej optymalizacji jest zespół We Work, który zajmuje się tworzeniem współdzielonych przestrzeni biurowych [E. Magnini i inni 2018, s. 20-22].

Analizy przeprowadzone przez zespół Arup miały charakter holistyczny. Jednym ze sposobów poznania prawdziwych potrzeb użytkowników kampusu była współpraca ze studentami. Stworzyli oni własne scenariusze, a nawet projekty kampusu przyszłości. Wyniki były bardzo interesujące. Wizja przyszłości dla studentów wiąże się z wielodyscyplinarnym podejściem do nauki oraz wykorzystaniem nowoczesnych systemów zarządzania i organizacji pracy i życia na uczelni, które uzupełnią tradycyjne metody nauczania. Jednym z ważniejszych elementów okazała się możliwość korzystania na terenie kampusu z dodatkowych usług, np. kawiarni, siłowni, salonu fryzjerskiego czy terenów zielonych. Interesujące są studenckie wizje budynków wydziałowych, które jawią się jako przestrzenie otwarte, z dużym dostępem światła słonecznego i z niemalże zatartą granicą między wnętrzem a zewnątrz budynku [E. Magnini i inni 2018, s. 44-48].

Kampus przyszłości, według Arup, jest zatem przestrzenią wielofunkcyjną, elastyczną, otwartą, przyjazną współpracy i wielozadaniowości, a nowoczesne technologie stanowią jej nieodłączny element. Niestety ta wizja w wielu przypadkach nie przystaje do rzeczywistego wyglądu budynków wydziałowych, których

układ funkcjonalny oraz komfort użytkownika często rozczarowują.

#### 4. EKO KAMPUS - CASE STUDY

Każdy budynek oddziałuje na środowisko przyrodnicze w całym cyklu swojego istnienia. Najtrudniejsze zadanie, jakie stoi przed projektantami zielonej architektury, stanowi więc wyważenie proporcji pomiędzy funkcją danego obiektu a jego wpływem na ekosystem [M. Leźnicki 2014, s. 120].

Działania prowadzone na kampusie Aarhus N, należącym do VIA University College w Danii, są wspaniałymi przykładami połączenia idei zrównoważonego rozwoju z synergicznym współdziałaniem różnych dyscyplin naukowych. Na teren kampusu przeniesiono kilka zakładów naukowych, które wcześniej znajdowały się w różnych częściach miasta. Sam kształt budynku - cztery skrzydła rozchodzące się od centralnego atrium - pozwala na rozwój interdyscyplinarnego środowiska badawczego, wspólną pracę i naukę. Budynek został zaprojektowany i wykonany jako wysoce oszczędny energetycznie. Ważnymi założeniami projektu były zastosowanie zielonych dachów i elewacji oraz zapewnienie dostępu do jak największej ilości światła dziennego. Duży kopułowy świetlik w centralnym atrium wpuszcza naturalne światło w wielopiętrową, otwartą przestrzeń przywodzącą na myśl miejski plac. Technologia użyta w budynku pozwala na kontrolowanie prawie wszystkich parametrów wewnętrznego środowiska, np. oświetlenia, temperatury czy systemu naturalnej wentylacji, który jest automatycznie dostosowywany do liczby osób przebywających w pomieszczeniu [strona internetowa 7].

Uczelnie wyższe, jako instytucje kształtujące społeczeństwo, powinny stać się miejscem, gdzie rozwija się i testuje innowacyjne rozwiązania. Idąc z duchem czasu kampus Queen Elizabeth Olympic Park we wschodnim Londynie na całej swojej powierzchni (ok. 336 000 m<sup>2</sup>) wprowadził system wizualizacji inspirowany schematami elektronicznymi. W przestrzeni wspólnej kampusu zostały zainstalowane interaktywne tablice informacyjne z dotykowymi wyświetlaczami, które przypominają i informują o ważnych wydarzeniach i sprawach dotyczących życia na uniwersytecie. Dane są dostępne dla wszystkich i mogą być aktualizowane na bieżąco [E. Magnini i inni 2018, s. 31]. Podobne rozwiązania znane są już z przestrzeni publicznych, takich jak galerie handlowe czy dworce kolejowe, jednak w kontekście uczelni jest to ciągle rozwiązanie innowacyjne.

Również polskie uczelnie zaczynają przykładać wagę do zmniejszania wpływu swoich obiektów na

środowisko. Doskonałymi przykładami są nowy kampus Uniwersytetu w Białymstoku oraz siedziba Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kampus w Białymstoku już na etapie idei zakładał jedność przyrody i nauki. Powstały na ponad 38 tys. m<sup>2</sup> zespół trzypiętrowych budynków mieści ponad 800 pomieszczeń. Wszystkie gmachy są energooszczędne i dźwiękochłonne, klimatyzowane i wentylowane. Budynki wyposażono w system BMS, który steruje m.in. zasilaniem, ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją oraz pozwala na indywidualną kontrolę temperatury w salach wykładowych. Obiekty posiadają także system ogrzewania podłogowego. Zadbano również o zagospodarowanie całego terenu wokół kampusu. Ważnymi elementami krajobrazu są strumyki wijące się między budynkami oraz oczka wodne zasilane deszczówką, której nadmiar spływa do zbiornika retencyjnego.

Budynek Instytutu Nauk Geologicznych UJ to czterokondygnacyjny obiekt o powierzchni całkowitej 5,8 tys. m<sup>2</sup>. Na parterze znajdują się: główna aula, którą można podzielić na dwie części za pomocą przesuwnej ściany, pracownie laboratoryjne oraz patio. Na pierwszym piętrze znajduje się siedem sal dydaktycznych, biblioteka z czytelnią, sala komputerowa oraz dwa pomieszczenia rekreacyjne. Pozostałe kondygnacje mieszczą szesnaście specjalistycznych laboratoriów, pokoje pracowników naukowych i administracyjnych, salę konferencyjną oraz pokój profesorski. Na dachu, na fasadzie południowo-zachodniej oraz na terenie wokół budynku zainstalowano panele fotowoltaiczne, które pozwalają obniżyć koszty związane z eksploatacją obiektu. Panele wokół budynku umieszczono na obrotowych platformach (trackerach) umożliwiających śledzenie położenia słońca i prostopadłe ustawienie ich do kierunku padania promieni. Budynek ogrzewany jest naturalnym ciepłem Ziemi, przy pomocy pomp ciepła. Nie zabrakło też małej oczyszczalni ścieków, dzięki której neutralizowane są ciekłe odpady z laboratoriów chemicznych i biologicznych. Wszystkimi urządzeniami w budynku i jego otoczeniu zawiaduje system BMS. Zrównoważony rozwój to nie tylko odpowiednie systemy i architektura budynku, ale również programy naukowo-dydaktyczne, np. program „Zielony Kampus”, w ramach którego omawiane są rezultaty i doświadczenia zdobyte podczas projektu i budowy. W specjalnie zaprojektowanym laboratorium, podczas ćwiczeń dydaktycznych wykorzystuje się dostęp do Odnawialnych Źródeł Energii. Umożliwia to zapoznanie się z problematyką OZE, prowadzenie badań i eksperymentowanie w poszukiwaniu ulepszeń dla znanych już rozwiązań [strona internetowa 8]. Oba projekty to przykłady działań architektonicznych, które mają faktyczny wpływ na jakość i rozwój nauki i techniki oraz



inicjują innowacyjne badania. Oba założenia zaprojektowano i wybudowano z zachowaniem zasad zrównoważonego rozwoju, ze szczególną dbałością o środowisko naturalne.

Nie każdy uniwersytet może pozwolić sobie na zmianę lokalizacji czy wybudowanie nowych obiektów wydziałowych. Na szczęście ekologiczne działania można wprowadzać w obrębie starych zabudowań, tak aby istniejące od lat budynki uniwersyteckie przekształcić w ich lepszą, ekologiczną wersję. Takie działania prowadzi Harvard Green Campus Initiative, który od lat pracuje nad przekształceniem historycznego uniwersytetu w najbardziej zielony kampus w USA. Zaczynając od idei, iż najbardziej ekologiczny budynek to taki, który już stoi, zaczęto selekcjonować obiekty pod względem ich adaptacyjności i wprowadzać strategie ekologiczne w kolejnych starych budynkach. Uniwersytet swoje działania opiera na wytycznych systemu oceny budynków LEED. Efektem tego jest lista ponad 70 obiektów akademickich, które posiadają lub są w trakcie certyfikacji. Podczas remontu czy adaptacji istniejącego obiektu zużywa się wielokrotnie mniej energii niż podczas budowy nowego. Tak zwana „embodied energy”, czyli energia zużyta do produkcji danego materiału, w budynkach istniejących jest mniejsza, ponieważ wiele elementów budowlanych nadaje się do ponownego wykorzystania w tym lub innym obiekcie. Podczas planowania i wykonywania prac remontowych dokłada się starań, aby jak najwięcej materiałów poddać recyklingowi, np. stare okna, które są wymieniane na nowe, bardziej energooszczędne, przekazywane są dla osób potrzebujących, mieszkających w miejscach o cieplejszym klimacie. W Polsce takich okien z odzysku można użyć np. w schroniskach dla psów lub w innych obiektach, które nie wymagają tak dobrej izolacyjności cieplnej. Ważną zmianą jest podejście do sprawy segregacji odpadów. W 2009 r. ponad 55% śmieci wyprodukowanych na uniwersytecie Harvarda zostało oddanych do recyklingu. Szkoła działa i myśli lokalnie, na co dzień kupując i korzystając z lokalnych surowców oraz zatrudniając i współpracując z lokalnymi przedsiębiorcami i dostawcami [strona internetowa 9].

Dobrze, że zarówno w Polsce, jak i na świecie podejmowane są działania mające na celu zmniejszenie szkodliwego wpływu budynków na ekosystem. Działalność dydaktyczna uczelni wyższych w bezpośredni sposób wpływa na społeczeństwo, jego stan wiedzy i świadomość także w kwestii ekologii i zrównoważonego rozwoju. Dlatego bez względu na wielkość i typ uczelni, powinny być w nich prowadzone zdecydowane działania na rzecz ochrony jakości środowiska naturalnego.

## PODSUMOWANIE

Wydaje się, że kampus ekologiczny jest przyszłością szkolnictwa wyższego. Zarówno architekci, jak i studenci widzą uniwersytet jako synergiczny układ wiedzy, przestrzeni i ludzi, którzy ją tworzą. Miasta z rozwiniętą funkcją edukacyjną, które poważnie myślą o prężnym, rozwoju powinny pochylić się nad zagadnieniem zrównoważonego rozwoju i zainwestować w budowę nowych lub ekomodernizację już istniejących budynków akademickich.

Ludzie coraz bardziej przyczyniają się do niszczenia środowiska przyrodniczego, a budownictwo szczególnie mocno odciska na nim swoje piętno. Właśnie dlatego każde miasto powinno na poziomie lokalnym działać zapobiegawczo, chronić swoje środowisko oraz wprowadzać do nowych i istniejących budynków ulepszenia i programy naprawcze, by jak najbardziej minimalizować negatywny wpływ architektury na otoczenie. Kluczowe jest zastosowanie nowoczesnych systemów, które usprawniają i optymalizują działanie obiektów. Pozytywny wpływ takich rozwiązań jest szczególnie widoczny w tak rozległych założeniach urbanistycznych, jakimi są kampusy czy osiedla akademickie. Środki zaoszczędzone na eksploatacji obiektów wydziałowych można spożytkować na rozwój działalności naukowej i społecznej uczelni.

Omówione projekty i koncepcje są pozytywnymi przykładami działań, które mogą ułatwić realizację założeń kampusu w praktyce. Pokazują, skąd można czerpać inspiracje, jak można rozumieć i rozwijać zasady zrównoważonego rozwoju w przestrzeni szkół wyższych, które niejednokrotnie stanowią podstawę rozwoju wielu miast i regionów. Trend budowania ekologicznego, który z roku na rok zyskuje na popularności, pozwala patrzeć w przyszłość z optymizmem i nadzieją, że na stałe zdomowi się również na polskich uczelniach.

## LITERATURA

1. **Boguski J. (2009)**, *Od uniwersytetu tradycyjnego do uniwersytetu przyszłości*, „Nauka i Szkolnictwo Wyższe”, nr 1/33/2009.
2. **Magnini E. i inni (2018)**, *Campus of the future*, ARUP.
3. **Denek K. (2013)**, *Uniwersytet. Między tradycją a wyzwaniem współczesności i przyszłości*, „Edukacja Humanistyczna” nr 1 (28).
4. **Kamiński J. (2014)**, *Idea osiedla ekologicznego*, „Czasopismo Techniczne. Architektura” 107 (7-A/2).
5. **Gerigk M. (2014)**, *Modelowanie budynków wielofunkcyjnych stanowiących elementy systemu logistycznego miasta*, „Logistyka”, 3820.

6. **Worłowska M., Marko-Worłowska M. (2011)**, *Problemy ekologiczne w zielonej architekturze miasta*, Proceeding of ECOpole, vol.5, no. 1.
  7. **Wdowiaż-Bilska M. (2012)**, *Od miasta naukowego do smart city*, „Czasopismo Techniczne. Architektura” 1-A/2/2012, z. 1 r. 109.
  8. **Charles D. (2015)**, *From technopoles to science cities: characteristics of a new phase of science cities. Making 21<sup>st</sup> century knowledge complexes: technopoles of the world revisited*, Routledge, London.
  9. **Węclawowicz-Bilska E. (2012)**, *Miasto przyszłości – tendencje, koncepcje, realizacje*, „Czasopismo Techniczne. Architektura”, 1-A/2/2012 z. 1, r. 109.
  10. **Bryx M. (2013)**, *Rewitalizacja przestrzeni akademickiej*, „Problemy Rozwoju Miast”, nr 10/1.
  11. **Leżnicki M., Lewandowska A. (2014)**, *Zielona architektura jako istotowo ważny element miasta zrównoważonego* w: A. Kleśty i M. Terlecka (red.), *Zrównoważony rozwój – idea czy konieczność?* tom II, Wyd. Armagraf.
- STRONY INTERNETOWE**
1. <https://www2.gov.scot/Publications/2010/12/31110906/15>
  2. <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/hammarby-sjostad-stockholm-sweden/>
  3. [http://www.bryla.pl/bryla/1,85298,6986092,Masdar\\_\\_\\_samowystarczalne\\_miasto\\_przyszlosci.html](http://www.bryla.pl/bryla/1,85298,6986092,Masdar___samowystarczalne_miasto_przyszlosci.html)
  4. <https://ogrodolandia.pl/masdar-city>
  5. <https://www.rp.pl/artykul/227687-Eko-w-sluzbie-budowy-cywilizacji-.html>
  6. <https://medium.com/kuudes/campuses-of-the-future-bringing-life-and-lectures-together-235af63803ee>
  7. <https://inhabitat.com/energy-efficient-ivy-trimmed-campus-aarhus-n-officially-opens-in-denmark/>
  8. [https://www.uj.edu.pl/wiadomosci/-/journal\\_content/56\\_INSTANCE\\_d82IKZvhit4m/10172/136955732](https://www.uj.edu.pl/wiadomosci/-/journal_content/56_INSTANCE_d82IKZvhit4m/10172/136955732)
  9. <https://www.infoarchitekta.pl/artykuly:6-wydarzenia:1324-ekologiczny-kampus.html>