

Odporność i samowystarczalność zrównoważonego miasta – Data Center jako element kształtowania infrastruktury krytycznej w procesie reurbanizacji



dr inż. arch.

**MAGDALENA
GROCHULSKA-SALAK**

Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania
Wydział Architektury

ORCID: 0000-0001-6790-984X



dr inż. arch.

MONIKA PĘKAŁSKA

Uniwersytet Warszawski
Wydział Geografii
i Studiów Regionalnych

ORCID: 0000-0001-8660-6326



mgr inż. arch.

TOMASZ WĘŻYK

Wężyk Architekci sp. z o.o.

ORCID: 0000-0001-7809-5714

Proces reurbanizacji miast współcześnie jest związany z kształtowaniem odporności miasta w kryzysie oraz realizacją nowoczesnych rozwiązań przestrzennych z poszanowaniem tożsamości miejsca i dorobku kultury. Rozpoznanie potencjalnych sytuacji kryzysowych stanowi przesłankę do projektowania hybrydowych rozwiązań w jednostkach urbanistycznych dla zaspokojenia potrzeb mieszkańców i zabezpieczenia na czas kryzysu.

Współcześnie przy kształtowaniu polityki przestrzennej i zagospodarowania terenów zurbanizowanych wprowadza się model Smart City, bazujący na monitorowaniu parametrów i gromadzeniu danych w celu modelowania, symulacji i zarządzania na potrzeby realizacji polityki przestrzennej miasta w procesie reurbanizacji. Reurbanizacja stanowi proces przekształcania terenów zurbanizowanych, modyfikując funkcje i parametry zabudowy zgodnie z aktualnymi potrzebami funkcjonalnymi, przestrzennymi, środowiskowymi, społecznymi, gospodarczymi oraz bezpieczeństwa. Jest to złożony proces, w wyniku którego w miastach przekształcane są tereny dla realizacji wielofunkcyjnych zespołów zabudowy lub budynków, wdrażając założenia miasta inteligentnego i samowystarczalnego. W związku z analizą ryzyka wystąpienia sytuacji kryzysowych, w tym zagrożeń humanitarnych, militarnych i klimatycznych, konieczne jest kształtowanie infrastruktury krytycznej i strategicznych obiektów wpisanych w strukturę funkcjonalno-przestrzenną





Fot. 1. Centrum przetwarzania danych Ministerstwa Finansów projektu Architekti Dawidczyk & Partnerzy; źródło archiwum autorów

miasta w procesie reurbanizacji. Wdrażając model Smart City, konieczne jest realizowanie obiektów Data Center – baz wiedzy i informacji stanowiących element infrastruktury krytycznej w zarządzaniu kryzysowym. Lokalizacja i parametry takiej zabudowy powinny być określone, uwzględniając współczesne normy i wytyczne certyfikacyjne oraz eliminować lub ograniczać różne typy zagrożeń stanowiące uwarunkowania dla ciągłości działania infrastruktury krytycznej w mieście. Do informacji poufnych, istotnych dla procesu projektowego, należą wiedza i wytyczne oraz standardy operatorów i zarządzających danymi odpowiedzialnych za proces inwestycyjny, tworzenie nowych i obsługę istniejących Data Centrów. Zasadne jest zatem opracowanie publikacji podsumowującej analizy i wytyczne dla kształtowania takich obiektów, określając wytyczne dla realizacji Data Center w planowaniu przestrzennym jako element infrastruktury krytycznej w kształtowaniu odporności miasta.

Wprowadzenie

Zagadnienia dotyczące kształtowania Data Center i infrastruktury krytycznej dotyczą zarządzania kryzysowego inteligentnych miast (ang. Smart Cities) w odniesieniu do możliwości wystąpienia różnych typów zagrożeń. Analiza potencjalnych zagrożeń, jakie mogą wystąpić w związku ze zmianami klimatycznymi, stanowiła podstawę dla prowadzonych badań nad elementami infrastruktury krytycznej w kontekście zagospodarowania terenu w procesie reurbanizacji i możliwości realizacji obiektów Data Center na terenach zurbanizowanych przekształcanych w modelu „miast inteligentnych”. Idea Smart City łączy się z ewolucją systemów informatycznych powiązanych z zarządzaniem i gromadzeniem danych w obiektach Data Center

dla rozwoju idei Smart City w kształtowaniu zrównoważonego i trwałego środowiska miejskiego [1], [2], [3]. Od 2007 r. rozwijany jest europejski model inteligentnego miasta (European Smart City Model). Wskazuje się, że model Smart City dotyczy kształtowania 6 kluczowych obszarów rozwoju (zarządzania, ekonomii, mobilności, środowiska, społeczeństwa, zamieszkiwania). W literaturze funkcjonuje wiele definicji idei Smart City i narzędzi do weryfikacji stopnia zaawansowania i rozwoju inteligentnych miast (Smart Cities Wheel) [4]. Wyróżnia się 3 generacje Smart City [5], gdzie najnowszym jest Human Smart City stanowiące generację smart city 3.0 – tzw. inteligentne miasta współkreatacji obywatelskiej, gdzie występuje aktywny udział mieszkańców w tworzeniu i wykorzystywaniu inteligentnych sieci informacyjnych. W 2015 roku opublikowano w Polsce pierwszą normę Smart Cities ISO 37120:2014 [6], [7]. Norma ta obejmuje 17 obszarów tematycznych, w tym: reagowanie kryzysowe, bezpieczeństwo, telekomunikacja i innowacje i planowanie urbanistyczne. Obiekty Data Center należy realizować w oparciu o normy i certyfikaty dla kształtowania odporności i zarządzania kryzysowego. Obiekty do magazynowania i przetwarzania danych są istotne dla zapewnienia bezpieczeństwa, samowystarczalności (niezależności, suwerenności) i ciągłości działania współczesnej infrastruktury krytycznej. W Polsce obowiązują regulacje prawne określające pojęcie infrastruktury krytycznej związane z zapobieganiem sytuacjom kryzysowym, reagowaniem w przypadku ich wystąpienia i przygotowaniem do przejmowania nad nimi kontroli, a także usuwaniem ich skutków oraz odtwarzaniem zasobów. Infrastruktura krytyczna definiowana jest jako „materiałne i informacyjno-technologiczne urządzenia, sieci, usługi i dobra, których naruszenie lub zniszczenie mogłoby

spowodować poważne skutki dla zdrowia, bezpieczeństwa państwa i jego obywateli, a także dla skutecznego funkcjonowania organów władzy i administracji publicznej oraz instytucji i przedsiębiorców” [8], [9]. W Ustawie o zarządzaniu kryzysowym [10] wskazane są elementy infrastruktury krytycznej, m.in. systemy zaopatrzenia w energię, systemy łączności oraz rozwiązania zapewniające ciągłość działania administracji publicznej. Infrastruktura krytyczna jest chroniona m.in. poprzez przygotowanie i wdrażanie planów ochrony stosownie do przewidywanych zagrożeń oraz utrzymywanie własnych systemów rezerwowych podtrzymujących funkcjonowanie tej infrastruktury do czasu jej pełnego odtworzenia [11].

Cel i metodyka badań

Badania dotyczyły kształtowania infrastruktury krytycznej w kontekście odporności i samowystarczalności miasta wobec skutków zmian klimatycznych i zaistnienia sytuacji kryzysowej lub zagrożeń, które mogą wpływać negatywnie na bezpieczeństwo ludzi, mienia lub środowiska. Za jeden z elementów infrastruktury krytycznej uznano miejsca gromadzenia i przetwarzania danych wraz z infrastrukturą do ochrony danych i zapewnienia ciągłości działania i bezpieczeństwa danych. Analizie poddano materiały źródłowe, publikacje, normy i certyfikaty oraz realizacje i projekty zagraniczne oraz polskie, w tym realizacje i projekty obiektów opracowane przez pracownię Wężyk Architekci sp. z o.o., posiadającą uprawnienia do prowadzenia projektów niejawnych, specjalizującą się w projektowaniu Data Center, budynków inteligentnych i obiektów biurowych z rozwiązaniami inteligentnymi i serwerowniami z rozwiązaniami architektonicznymi w dziedzinie cyberbezpieczeństwa. Badania dotyczące Data

Center prowadzono w celu opracowania typologii, standardów i wytycznych projektowych dla planowania przestrzennego w procesie reurbanizacji z wykorzystaniem obiektów gromadzenia danych przestrzennych oraz zarządzania zbiorami danych. W badaniach skutków zmian klimatycznych określono typologię potencjalnych sytuacji kryzysowych istotnych dla kształtowania odporności miasta i regulacyjnej funkcji infrastruktury krytycznej wobec kumulacji czynników stresu wpływających na zmiany w zakresie odporności miejskich ekosystemów. Badania realizowano w oparciu o analizy materiałów źródłowych, rozpoznanie stanu badań, budowę baz wiedzy dla określenia typologii kluczowych elementów kształtowania infrastruktury krytycznej oraz odporności i samowystarczalności miasta. Określone zostały kryteria ewaluacji dla opracowania typologii i kategorii Data Center w związku z realizacją założeń rozwoju infrastruktury krytycznej w modelu Smart City. Ewaluacja analizowanych projektów i realizacji oraz analiza materiałów źródłowych prowadzona była w kategoriach:

1. celu strategicznego, charakteru przetwarzanych danych, właściciela i użytkownika gromadzonych i przetwarzanych danych;
2. lokalizacji, zakresu oddziaływania i powiązań sieciowych; wskazać można kategorie zasięgu oddziaływania dotyczące głównie ograniczeń, które wynikają z dostępności instalacji przesyłowych, a także założeń programowych i misji określonej dla Data Center;
3. założeń programowych i przestrzennych Data Center;
4. stopnia ochrony i kontroli dostępu oraz zakresu ochrony i środków bezpieczeństwa.

Analizy obiektów i wytycznych projektowych oraz materiałów źródłowych we wskazanych kryteriach ewaluacji umożliwiły opracowanie autorskiej typologii, stanowiącej wyniki badań prezentowane w niniejszej publikacji. Hierarchia i typologia stanowiąc mają podstawę do kształtowania systemu Data Center w strukturze miasta i określenia znaczenia dla infrastruktury krytycznej oraz odporności miasta.

Wyniki badań

Analizy norm, certyfikacji oraz obiektów i budynków Data Center, wyposażonych w niezbędne instalacje i urządzenia, umożliwiają wybór odpowiedniego typu i kategorii Data Center w budowanym systemie zarządzania danymi oraz wybór ścieżki krytycznej w celu zapewnienia ciągłości zarządzania miastem. Analizie poddano różne obiekty, w tym obiekty certyfikowane (certyfikat ANS/TIA-942-B-2017). Wskazuje się, że projektowanie takich obiektów i informacje o nich objęte

są poufnością, co powoduje, że w niniejszym artykule prezentowane są wyniki i rekomendacje podsumowujące analizy różnych obiektów i publikacji bez wskazywania informacji identyfikujących obiekt i przyjęte rozwiązania. Wśród analizowanych obiektów znalazły się między innymi Centrum przetwarzania danych Ministerstwa Finansów (Fot.1.) projektu Architekti Dawidczyk & Partnerzy oraz obiekty komercyjne projektu Wężyk Architekti sp. z o.o., m.in. Data Center NASK SA przy ul. 11 listopada w Warszawie oraz Netia Data Center w Jawczycach w okolicach Warszawy.

Analizy i charakterystyka modelu Data Center prowadzą do określenia wytycznych i zasad kształtowania Data Center jako strategicznych obiektów infrastruktury krytycznej realizowanej w mieście. Projektując obiekty strategiczne Data Center na terenach zurbanizowanych, należy zapewnić:

- odporność na katastrofy naturalne i zagrożenia militarne, skutki wybuchu oraz ograniczenie drgań;
- dostępność źródeł zasilania, infrastruktury telekomunikacyjnej, usług sieciowych, redundancję (duplikację) wszystkich niezależnych systemów – zasilania, chłodzenia i łączności;
- rezerwy terenowe umożliwiające rozbudowę obiektów i linii transportowych w oddaleniu od zabudowy mieszkaniowej (ze względu na generowany hałas);
- izolowanie obiektu, teren i budynek grodzony z kontrolą dostępu (system weryfikacji tożsamości, sygnalizacji włamania i napadu), obiekty strategiczne również lokalizowane są na terenach zamkniętych, np. wojskowych, kolejowych;
- wykorzystanie systemu monitoringu parametrów środowiskowych i pracy urządzeń zarządzania budynkiem (chłodzenia i zasilania, regulacja temperatury), system przeciwpożarowy i wczesnego wykrywania ryzyka pożaru (analiza składu chemicznego powietrza);
- system rozproszonych obiektów, dywersyfikacja transmisji danych i łączności, źródło energii, system zasilania awaryjnego – podłączenie do minimum dwóch niezależnych stacji transformatorowych oraz wykorzystanie agregatów prądotwórczych i UPS – w tym możliwość wykorzystania źródeł energii odnawialnej;
- ciągłość działania opisana w planie obejmującym scenariusze postępowania w przypadku katastrof, których następstwem jest zakłócenie prawidłowego funkcjonowania;
- możliwość lokalizowania całego lub części technicznej budynku pod ziemią, z zastosowaniem rozwiązań przeciwwalania oraz zabezpieczeń przed innymi zagrożeniami;

- stosowanie rozwiązań w celu zapewnienia samowystarczalności energetycznej, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii oraz wytworzenia energii do zasilania innych obiektów strategicznych;
- możliwość stosowania systemów chłodzenia i odzyskiwanie energii cieplnej z rekuperacji oraz zastosowanie rozwiązań do chłodzenia z wykorzystaniem dostępu do wody w celach chłodzenia i przesyłu energii cieplnej.

W odniesieniu do celu strategicznego, charakteru przetwarzanych danych, właściciela i użytkownika gromadzonych i przetwarzanych danych wyróżniono kategorie Data Center:

1. Komercyjne – Data Center dedykowane sektorowi usług nowoczesnych i przeznaczone do obsługi usług komunikacyjnych, małych i średnich przedsiębiorstw oraz społeczności.
2. Administracja samorządowa – centrum danych na potrzeby zarządzania informacją publiczną, kontroli parametrów i monitoringu miasta, a także umożliwiające komunikację wewnętrzną w urzędzie oraz komunikację ze społecznością lokalną, instytucjami pokrewnymi i ośrodkami regionalnymi współpracującymi z urzędem.
3. Administracja państwowa – bazy danych wdrożone w celu zarządzania informacją publiczną i zarządzania procesami w skali regionalnej i krajowej, komunikacji wewnętrznej oraz komunikacji z obywatelami.

W odniesieniu do lokalizacji, zakresu oddziaływania i powiązań sieciowych wskazać można kategorie zasięgu oddziaływania dotyczące głównie ograniczeń, które wynikają z dostępności instalacji przesyłowych, a także założeń programowych i misji określonej dla Data Center, wskazując na kategorie:

1. Lokalne – pojedyncze Data Center, niepołączone w system, zlokalizowane w budynkach biurowych i przemysłowych położonych w mieście lub na przedmieściach.
2. Regionalne – kilka dużych obiektów oferujących możliwość kolokacji w ramach powiązanych baz w różnych regionach kraju, zlokalizowanych na obrzeżach miast i w rewitalizowanych obszarach miejskich (w budynkach przemysłowych).
3. Globalna – struktura sieciowa dużych baz obiektowych (ok. 10 000 m² powierzchni) umożliwiająca kolokację w ramach powiązanych podmiotów zlokalizowanych w różnych regionach świata, położonych w pobliżu obszarów zurbanizowanych. Zapewniają one dostęp do infrastruktury technicznej i technologii zapewniających ciągłość działań w zakresie zarządzania ryzykiem.



W zakresie zaożeń programowych i przestrzennych wyróżniono kategorie Data Center:

1. Kompaktowe – kontenerowe i mobilne – kontenerowe (modułowe), mało-przestrzenne, mobilne Data Center ze zintegrowanymi systemami chłodzenia i sterowania pracą komputerów.
2. Średniej wielkości (powierzchnia od 500 m² do 3000 m²) – Data Center realizowane jako budynek, przeznaczone do pełnienia dominującej funkcji serwerowni lub jako część budynku w obiektach wielofunkcyjnych w połączeniu z serwerowniami, przeznaczone do pełnienia funkcji biurowych lub produkcyjnych oraz dla usług zewnętrznych (komercyjna moc obliczeniowa), dają możliwość zmiany lokalizacji w procesie długoterminowym.
3. Duża powierzchnia – niezależne budynki o powierzchni ponad 3000 m², budynki w całości przeznaczone do pełnienia funkcji Data Center, z infrastrukturą i instalacjami zapewniającymi ciągłość działania oraz z biurem na potrzeby obsługi Data Center i zarządzania budynkiem.

W odniesieniu do stopnia ochrony i kontroli dostępu oraz zakresu ochrony i środków bezpieczeństwa wskazuje się podział na:

1. Podstawowe – wyposażone w środki bezpieczeństwa teleinformatycznego przetwarzania i gromadzenia danych, kontrolę dostępu do pomieszczeń, środki ochrony przeciwpożarowej i przeciwporażeniowej dla wydzielonej strefy bezpieczeństwa pożarowego, niezależne i zabezpieczone od pozostałej części budynku systemy wentylacji i chłodzenia.
2. Przemysłowe – wyposażone w procedury bezpieczeństwa, zabezpieczenia informatyczne przetwarzania, gromadzenia i kolokacji danych, kontrolę dostępu do pomieszczeń oraz monitoring obiektu i jego terenu, zabezpieczenia przeciwpożarowe i przeciwporażeniowe budynku, zabezpieczone systemy wentylacji i chłodzenia.
3. Superbazy – elementy infrastruktury krytycznej, budynki wyposażone w zaawansowane procedury i środki bezpieczeństwa zapewniające ciągłość działania, wyposażone w urządzenia i instalacje ochrony technicznej, technologicznej i osobowej.

Podsumowanie

Proces kształtowania odporności miasta należy traktować interdyscyplinarnie, analizując i odpowiednio wykorzystując uwarunkowania: przestrzenne, społeczne, ekonomiczne i ekologiczne, tworząc bazę wytycznych projektowych dostosowanych

do indywidualnych lokalizacji i potrzeb oraz różnorodnych scenariuszy sytuacji kryzysowych. Badania odporności miasta dotyczą analiz w zakresie kształtowania infrastruktury krytycznej, systemu ostrzegania i bezpieczeństwa społeczności lokalnej oraz ochrony i dostępu do danych strategicznych w zarządzaniu miastem w modelu Smart City [12], [13]. Materiały źródłowe i publikowane badania wskazują wytyczne i rekomendacje dla kształtowania tkanki miejskiej oraz decyzji przestrzennych, infrastrukturalnych [14], [15], [16], [17], [18] z zachowaniem zasad zrównoważonego rozwoju, uwzględniając realizację schronów i magazynów oraz obiektów strategicznych, w tym budynków gromadzenia i przetwarzania danych.

Prezentowane wyniki badań analizowanych projektów i realizacji Data Center oraz podsumowanie z dostępnych publikacji uwzględniają wytyczne projektowe wynikające z normy [19] i certyfikacji [20], publikowanej charakterystyki analizowanych certyfikowanych obiektów [21], [22], [23], [24], [25], analizy materiałów publikowanych przez Stowarzyszenie Polish Data Center Association [26] oraz wybranych publikacji dotyczących Data Center [27], [28], [29], [30], [31].

Specjalnemu opracowaniu z zastosowaniem odpowiednio dobranych środków ochrony i bezpieczeństwa podlegać powinny budynki i zagospodarowanie terenu wraz z infrastrukturą techniczną i system powiązań obiektów. Pomieszczenia w budynkach priorytetowe dla ciągłości działania, przesyłu i bezpieczeństwa danych powinny zostać dodatkowo izolowane na wypadek drgań, wyładowań i porażenia, pożaru oraz wybuchu w rejonie inwestycji. Wiąże się to z wprowadzeniem odpowiednich izolacji wybranych części budynku i stref dojścia oraz obsługi, stosowaniem rozwiązań „klatki”, przekładek elastycznych oraz niezależnienia i doboru konstrukcji oraz właściwego doboru materiałów konstrukcyjnych, budowlanych, izolacyjnych i wykończenia.

Celem badań podstawowych i artykułu nie było jednak poruszanie szeroko problematyki IT i zagadnień konstrukcji i budownictwa. Założeniem była odpowiedź na pytanie, jak projektować odporne i samowystarczalne miasta, uwzględniając realizację Data Center w strukturze funkcjonalno-przestrzennej i strategii rozwoju infrastruktury krytycznej. W wyniku badań opisana została autorska typologia Data Center, zgodnie z rozpoznanymi kryteriami i kategoriami ewaluacji. Istotne jest odpowiednie dobranie funkcji podstawowej i uzupełniającej obiektu strategicznego, gdzie funkcja oraz znaczenie nie powinny być w pełni jawne i eksponowane, jak to ma miejsce w przywołanym w tekście przykładzie Centrum przetwarzania danych Ministerstwa Finansów w Radomiu. Obiekty włączone w infrastrukturę krytyczną miasta w czasie,

gdy nie występują zagrożenia, powinny działać wielofunkcyjnie, a nawet w części komercyjnie, a w sytuacji zagrożenia i kryzysu tworzyć sieć, której ciągłość działania byłaby zabezpieczona fizycznie oraz w aspekcie cyberbezpieczeństwa. Analiza uwarunkowań przestrzennych i lokalizacyjnych dla lokalizowania Data Center w tkance miejskiej przekształconej w procesie reurbanizacji wykazała, że optymalne jest lokalizowanie Data Center poza strefą występowania drgań oraz poza terenami przemysłowymi z produkcją uciążliwą i zalewowymi. Kształtując infrastrukturę powiązaną z działaniem Data Center, uwzględniać należy minimum dwie drogi dojazdowe do obiektów oraz bliskość węzłów komunikacyjnych i autostrad. Dla obiektów strategicznych, w tym Data Center, konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa fizycznego (monitorowany teren z kontrolą dostępu oraz rozbudowanym systemem przeciwpożarowym) i energetycznego oraz wyposażenie w układy chłodzące (np. oparte o freon i wodę lodową oraz system gaszenia azotem i inergenem). Dla zapewnienia ciągłości działania konieczne jest stosowanie dywersyfikacji źródeł energii (niezależne linie energetyczne) oraz agregatów prądotwórczych, istotne są również niezależne trakty światłowodowe. Dla realizacji elementów infrastruktury krytycznej odpowiedzialnych za zaopatrzenie w energię i łączność oraz dla zapewnienia ciągłości działania administracji publicznej i zarządzania kryzysowego w mieście konieczne jest planowanie w strukturze miasta zabudowy Data Center, czyli obiektów do magazynowania i przetwarzania danych oraz wyposażenia w infrastrukturę i sieci teleinformatyczne. W powiązaniu z tą funkcją konieczne jest właściwe ukształtowanie powiązań infrastrukturalnych, w tym systemu dostaw i magazynowania wody oraz rozproszonego systemu produkcji i pozyskiwania energii. Tereny i obiekty powinny się zabezpieczyć przed zagrożeniami wewnątrz budynku, ale przede wszystkim przed zagrożeniem zewnętrznym. Należy rozważyć sposób funkcjonowania i ewentualne funkcje uzupełniające w czasie wystąpienia zagrożenia dla ludności cywilnej.

Wnioski z prezentowanych badań wskazują na konieczność tworzenia i utrzymania w mieście systemu archiwów i przesyłu danych powiązanych z systemem zbierania informacji potrzebnych do zarządzania miastem lub częściami miasta. Struktura organizacyjna i hierarchia rozproszonych obiektów powinna zostać określona na etapie kształtowania polityki przestrzennej, tak jak kształtuje się np. lokalizacje centrów lokalnych, dzielnicowych, bram miejskich funkcji centrotwórczych oraz wytyczne w programach rewitalizacji, strategiach rozwoju gminy i planach, które zgodnie z nowelizacją ustawy

o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym będą dokumentami obligatoryjnymi. Część kluczowych obiektów powinna zostać utajniona i realizowana w obiektach użyteczności publicznej, celu publicznego (szkoły, instytuty naukowe i badawcze oraz szpitale) lub na terenach zamkniętych. Ponadto wskazane jest zapewnienie rozdrobionej struktury pomieszczeń „serwerowni” i „kompaktowych” serwerowni, w które powinny być wyposażone budynki komercyjne, zwłaszcza usługowe, handlu, biurowe i hotele. Obiekty te mogłyby uzupełniać i wspierać działania infrastruktury, tak jak systemy schronów i miejsc schronienia dla ludności cywilnej w zespołach mieszkaniowych.

Tworząc strategię i politykę przestrzenną gmin i plany dla miasta, należy kształtować strukturę przestrzenną i system powiązań w zakresie cyberbezpieczeństwa oraz ciągłości działania przesyłu i gromadzenia danych, uwzględnić typologię i wytyczne zawarte między innymi w prezentowanych wynikach badań oraz przywołanych materiałach źródłowych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] McLaren D., Agyeman J. (2015), *Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities*. MIT Press.
- [2] DeKay M., (2011) *Integral Sustainable Design: Transformative Perspectives*. Routledge.
- [3] Caragliu A., et al. (2009), *Smart cities in Europe*. Series Research Memoranda 0048. VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.
- [4] Cohen B. (2013), *Smart City Wheel* (<https://www.smart-circle.org/smartcity/blog/boyd-cohen-the-smart-city-wheel/>).
- [5] Cohen B. (2015), *The 3 Generations Of Smart Cities*. Inside the development of the technology driven city. <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities>.
- [6] ISO 37120:2014, *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life*, <https://www.iso.org/standard/62436.html>.
- [7] Brzozowy A. (2016), *Smart City w Krajowej Polityce Miejskiej 2023*, *Inteligentne Miasta i Regiony nr 1/2016* (1).
- [8] Radvanovsky R., McDougall A., *Critical Infrastructure: Homeland Security and Emergency Preparedness*, Second Edition, CRC Press 2010.
- [9] Machnac A., *Sprawność działania systemów teleinformatycznych administracji rządowej a ocena poziomu bezpieczeństwa obywateli i porządku publicznego (w)* red. L. Paprzycki, Z. Rau, *Praktyczne elementy zwalczania przestępczości zorganizowanej i terroryzmu. Nowoczesne technologie i praca operacyjna*, s. 581–605. Warszawa 2009.
- [10] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. 2007 nr 89 poz. 590 z późn. zm.).
- [11] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2010 r. w sprawie planów ochrony infrastruktury krytycznej (Dz.U. z 2010 nr 83 poz. 542).
- [12] Schaffers H. et al. (2011), *Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation*, in: Dominique J. et al. (ed.) *The Future Internet*. Future Internet Assembly, Springer.
- [13] Townsend A. (2013), *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. W. W. Norton & Company.
- [14] Ibrahim M., El-Zaart A., Adams C. (2018), *Smart sustainable cities roadmap: Readiness for transformation towards urban sustainability*. *Sustainable Cities and Society*, 37, s. 530–540. doi:10.1016/j.scs.2017.10.008.
- [15] Myeong S., Jung Y., Lee E. (2018), *A Study on Determinant Factors in Smart City Development: An Analytic Hierarchy Process Analysis*. *Sustainability*, 2018, 10, 2606. doi:10.3390/su10082606.
- [16] Paskaleva K., Evans J., Christopher M., Linjordet T., Yang D., Karvonen, A. (2017), *Data Governance in the Sustainable Smart City*. *Informatics*, 4, 41, doi:10.3390/informatics4040041.
- [17] Patrão C., Moura P., de Almeida A.T. (2020), *Review of Smart City Assessment Tools*. *Smart Cities*, 3, s. 1117–1132. doi:10.3390/smartcities3040055.
- [18] Silva B.N., Khan M., Jung C., Seo J., Muhammad D., Han J., Yoon Y., Han K. (2018), *Urban Planning and Smart City Decision Management Empowered by Real-Time Data Processing*

Using Big Data Analytics. *Sensors* 2018, 18, 2994. doi:10.3390/s18092994.

- [19] Norma ANSI/TIA-942, https://tiaoonline.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/01/TIA-942-Standard_OnePage-230615.pdf.
- [20] TIA-942 certification, <https://tiaoonline.org/products-and-services/tia942certification/tia-942-certifications-ratings/>.
- [21] NASK SA, DATA CENTER 11.11 (certification ANSI/TIA-942-B-2017, Rating-3), <http://www.datacenter.pl/index.php/dc-11-11/>.
- [22] BEYOND.PL SP. Z O.O., DATA CENTER 2 (certification ANSI/TIA-942-B-2017, Rating-4), <https://www.beyond.pl/en/data-centers/>.
- [23] PNT Data Center w Opolu (certification ANSI/TIA-942-B-2017, Rating-3), <https://datacenter.pnt.opole.pl/>.
- [24] Centrum Danych Szlachecka B (certification ANSI/TIA-942-B-2017, Rating-3), https://fs.siteor.com/gsonline/article_attachments/attachments/261382/original/B-DC_Szlachecka-prezentacja_16.12.2021.pdf?1639732265.
- [25] Prototyping the most energy and cost efficient data center in the world: The Boden Type Data Center, <https://cordis.europa.eu/project/id/768875>.
- [26] Stowarzyszenie Polish Data Center Association, <https://pldca.pl/>.
- [27] Words to go 6 key data center sustainability metrics <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/feature/Words-to-go-6-key-data-center-sustainability-metrics>.
- [28] Get started with green-energy for your data center, <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/feature/Get-started-with-green-energy-for-your-data-center>.
- [29] Assess the environmental impact of data centers, <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/feature/Assess-the-environmental-impact-of-data-centers>.
- [30] Data center heat reuse – How to make the most of excess heat, <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/Data-center-heat-reuse-How-to-make-the-most-of-excess-heat>.
- [31] How to design and build a data center, <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/How-to-design-and-build-a-data-center>.

DOI: 10.5604/01.3001.0054.4817

PROWIDOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Grochulska-Salak Magdalena, Pękalska Monika, Wężyk Tomasz, **Odporność i samowystarczalność zrównoważonego miasta – Data Center jako element kształtowania infrastruktury krytycznej w procesie reurbanizacji, „Builder” 05 (322). DOI: 10.5604/01.3001.0054.4817**

STRESZCZENIE:

Proces reurbanizacji miast współcześnie jest związany z kształtowaniem odporności miasta w kryzysie oraz realizacją nowoczesnych rozwiązań przestrzennych z poszanowaniem tożsamości miejsca i dorobku kultury. Rozpoznanie potencjalnych sytuacji kryzysowych stanowi przesłankę do projektowania hybrydowych rozwiązań w jednostkach urbanistycznych dla zaspokojenia potrzeb mieszkańców i zabezpieczenia na czas kryzysu. Przedmiotem badań jest kształtowanie zespołów zabudowy centrum gromadzenia i przetwarzania danych, tzw. Data center, i planowania w strukturze miasta jako element infrastruktury krytycznej w modelu Smart City. Zapewnienie dostępu do danych strategicznych i informacji oraz możliwość zapewnienia ciągłości w zarządzaniu danymi uznano za jeden z kluczowych elementów w kształtowaniu infrastruktury krytycznej terenów zurbanizowanych. Prezentowane są wytyczne dla kształtowania nowoczesnej jednostki urbanistycznej, program i struktura funkcjonalno-przestrzenna proponowana dla kształtowania odporności miasta w kontekście infrastruktury i lokalizowania Data Cen-

ter. Prezentowana jest waloryzacja i typologia elementów infrastruktury Smart City z wykorzystaniem nowoczesnych technologii i planowania przestrzennego.

SŁOWA KLUCZOWE:

Data Center, Smart City, planowanie przestrzenne, Odporność miasta, infrastruktura krytyczna, reurbanizacja

ABSTRACT:

RESILIENCE AND SELF-SUFFICIENCY OF A SUSTAINABLE CITY – „DATA CENTRES” AS PART OF SHAPING CRITICAL INFRASTRUCTURE IN THE RE-URBANISATION PROCESS. The process of urban re-urbanisation today is linked to the resilience of the city in crisis and the realisation of modern spatial solutions respecting the identity of the place and the cultural heritage. Recognition of potential crisis situations provides a rationale for designing hybrid solutions in urban units to meet the needs of residents and provide security in times of crisis. The subject of the research is the formation of data centre development complexes, the so-called "Data centre" and planning in the city structure, as an element of critical infrastructure in the Smart City model. Ensuring access to strategic data and information and being able to ensure continuity in data management were identified as one of the key elements in shaping the critical infrastructure of urbanised areas. Guidelines for the shaping of a modern urban unit, the programme and the functional-spatial structure proposed for shaping the resilience of the city in the context of infrastructure and the location of Data Centres are presented. A valorisation and typology of Smart City infrastructure elements using modern technology and spatial planning is presented.

KEYWORDS:

Data Centre, Smart City, urban planning, Urban resilience, critical infrastructure, re-urbanisation