

Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce

Nauki techniczne i inżyneryjne

Część I – Budownictwo i architektura



www.mlodzinaukowcy.com

Poznań 2018

Redakcja naukowa

dr inż. Jędrzej Nyćkowiak, UPP

dr hab. Jacek Leśny prof. UPP

Wydawca

Młodzi Naukowcy

www.mlodzinaukowcy.com

wydawnictwo@mlodzinaukowcy.com

ISBN (całość 978-83-65677-93-8)

ISBN (wydanie online 978-83-66139-08-4)

ISBN (wydanie drukowane 978-83-66139-09-1)

Ilość znaków w książce: 506 tys.

Ilość arkuszy wydawniczych: 12.6

Data wydania: czerwiec 2018

Niniejsza pozycja jest monografią naukową. Jej rozdziały zostały wydrukowane zgodnie z przesłanymi tekstami po ich zaakceptowaniu przez recenzentów, spis recenzentów zamieszczono na końcu książki. Odpowiedzialność za zgodne z prawem wykorzystanie użytych materiałów ponoszą autorzy poszczególnych rozdziałów.

Spis treści

1. Architektura i wielofunkcyjność przestrzeni publicznej na tle pieszego pielgrzymowania	7
<i>Malwina Tubielewicz-Michalczuk</i>	
2. Szczecińska architektura z przełomu lat 1990-2010	15
<i>Kamila Nowak</i>	
3. Charakterystyka procesu rewitalizacji dworów i pałaców na terenach byłych Państwowych Gospodarstw Rolnych w powiecie puckim. Analiza wybranych obiektów.	23
<i>Kubasik-Rompa Iwona</i>	
4. Mariaż tradycji z nowoczesnością - przekształcenia zabytkowych rezydencji w obiekty hotelarskie	31
<i>Kubasik-Rompa Iwona</i>	
5. Późnobarokowe zespoły kolegiów jezuickich w Rzeczypospolitej – typy układów przestrzennych	38
<i>Klara Kantorowicz</i>	
6. Wymagania specjalne z zakresu ochrony pożarowej dotyczące oddziałów przedszkolnych	46
<i>Powęzka Aleksandra</i>	
7. Zdegradowane przestrzenie przemysłowe a jakość życia mieszkańców	52
<i>Kinga Cichocka</i>	
8. Kolorowy świat Las Vegas – architektura, która przyciąga wzrok	59
<i>Alicja Świtalska</i>	
9. Rola piękna w architekturze współczesnej w kontekście teorii klasycznej	66
<i>Kinga Cichocka</i>	
10. Geometria wykreślna na przestrzeni lat oraz jej wykorzystanie	73
<i>Alicja Świtalska</i>	
11. Kryteria mechaniki pęknięcia betonu jako narzędzia określające propagację zarysowań	80
<i>Bernatowicz Anna</i>	
12. Wpływ powłok antykorozyjnych na korozję wewnętrzną studni i komór kanalizacji sanitarnej	88
<i>Jakub Kozicki</i>	
13. Budowa sieci kanalizacji sanitarnej metodą mikrotunelowania	95
<i>Jakub Kozicki</i>	
14. Zastosowanie systemu optycznego ARAMIS w analizie odkształcalności otuliny betonowej	101
<i>Kucharczyk Anna</i>	
15. Detale roślinne, zoomorficzne i antropomorficzne jako motyw na wybranych elewacjach secesyjnych obiektów we Wrocławiu	109
<i>Martyna Mikołajczyk</i>	
16. Kogeneracja – innowacyjna metoda zaopatrywania podmiotów gospodarczych w ciepło i energię elektryczną	117
<i>Aleksandra Otawa</i>	
17. Czego wciąż nie wiemy o pyłe drogowym	124
<i>Magdalena Penkała, Paweł Ogródnik, Wioletta Rogula-Kozłowska</i>	

18. Przegląd aktywnych i pasywnych metod regulacji akustyki w pomieszczeniach	132
<i>Prawda Karolina</i>	
19. Wybrane metody zastosowania inteligencji rozproszonej w projektowaniu architektonicznym	140
<i>Radziszewski Kacper</i>	
20. Przegląd metod komputacyjnych analizy i oceny światła dziennego w budynkach	146
<i>Marta Waczyńska</i>	
21. Występowanie mostków termicznych w przegrodach przyczyną rozwoju pleśni i grzybów w budynku	153
<i>Sylwia Złowodzka, Anna Barbara Złowodzka</i>	

Przedmowa

Szanowni Państwo, wydawnictwo „Młodzi Naukowcy” oddaje do rąk czytelnika pięć monografii dotyczących nauk technicznych i inżynierskich. W prezentowanych monografiach poruszane jest bardzo szeroki przekrój zagadnień, jednak każda z osobna składa się z kilkunastu rozdziałów, spójnych tematycznie i dających jednocześnie bardzo dobry przegląd tematyki naukowej jaką zajmują się studenci studiów doktoranckich lub ich najmłodszy absolwenci, którzy uzyskali już stopień doktora.

Pierwszą z monografii poświęcono w części rewitalizacji dawnych dworów i pałaców, wiele z nich przez lata funkcjonowało w ramach Państwowych Gospodarstw Rolnych, po ich upadku te, które szybko nie znalazły nowego gospodarza zaczęły popadać w ruinę. Obecnie część z nich, ale głównie duże rezydencje jest przekształcana w obiekty hotelarskie, ale niestety wiele mniejszych wkrótce zamieni się w ruiny, które już nigdy nie odzyskają dawnej świetności. Duża część z tych obiektów kształtowała w przeszłości kanony piękna, w monografii rozważa się rolę piękna w architekturze współczesnej jak i przyciągającą wzrok architekturę Las Vegas.

Druga z monografii traktuje o zagadnieniach technicznych i materiałach wykorzystywanych w produkcji przemysłowej. Znajdziemy tu szereg rozdziałów o produkcji stali, różnego typu stopów, oraz tworzyw sztucznych. Do tych ostatnich zalicza się przykładowo poliaktyd, który należy do grupy tworzyw biodegradowalnych z udziałem mikroorganizmów, ale jego zbyt niskie właściwości wytrzymałościowe ograniczały jego stosowanie. Obecnie cały czas intensywnie pracuje się nad polepszeniem właściwości tego typu materiałów, tak aby spełniały różnego typu wymagania, a jednocześnie w przyszłości ulegały pełnej degradacji.

Trzecia monografia zawiera rozdziały dotyczące efektywności pracy ogniw fotowoltaicznych, analizy sposobów otrzymywania paliw do silników pochodzenia roślinnego oraz opis metod stosowanych w badaniach związanych z ochroną środowiska w tym detekcji węglowodorów. Dodatkowo, część rozdziałów dotyczy zarządzania produkcją, jakością i problematyki optymalizacji.

Czwarta z monografii rozpoczyna się rozdziałami dotyczącymi odnawialnych źródeł energii. Rozważa się tu bezpieczeństwo energetyczne i wpływ OZE na jego zachowanie w skali kraju. Kolejne rozdziały dotyczą roli miejskich centrów logistycznych, których budowa może zmniejszyć ciężarowy ruch w obrębie miasta, co z wielu powodów byłoby niezwykle korzystne. Podobna tematyka poruszana jest w aspekcie funkcjonowania komunikacji nocnej na przykładzie Krakowa oraz komunikacyjnej dostępności ważnych miejsc w miastach.

W ostatniej, piątej monografii poruszono techniczne zagadnienia związane z pomiarami laboratoryjnymi. Ponadto. W kilku rozdziałach zajmowano się sposobami wykrywania uszkodzeń i oceny ryzyka w różnego typu sieciach przesyłowych. Analizowano tu sieci wodociągowe wraz z oczyszczalnią ścieków oraz linie elektroenergetyczne. W pierwszym przypadku trudno o bezpośredni monitoring, natomiast analiza dokumentów i dotychczas występujących usterek może posłużyć do oceny ryzyka i niezawodności tego typu sieci. Dla linii elektroenergetycznych oraz paneli fotowoltaicznych analizowano możliwości ich oceny wizualnej za pomocą dronów i specjalistycznego oprogramowania, które w sposób automatyczny może rozpoznawać uszkodzenia.

Powyżej przedstawiłem tylko wybrane zagadnienia poruszane w pięciu monografiach z zakresu nauk technicznych i inżynierskich. Czytelnikom życzę wielu przemyśleń związanych z tematyką zaprezentowanych prac badawczych. Ja uważam, że doktoranci i młodzi badacze z pasją i bardzo profesjonalnie podchodzą do swojej pracy, a doświadczenie jakie nabierają publikując prace w monografiach wydawnictwa Młodzi Naukowcy, pozwoli im udoskonalać swój warsztat pracy.

dr hab. Jacek Leśny
prof UPP

1. Architektura i wielofunkcyjność przestrzeni publicznej na tle pieszego pielgrzymowania

Architecture and multifunctional public space on the background of pedestrian pilgrimage

Malwina Tubielewicz-Michalczuk

Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa, Katedra Budownictwa i Architektury

Malwina Tubielewicz-Michalczuk: m.tubielewicz@onet.eu

Słowa kluczowe: kompozycja, zieleń, aleja H. Sienkiewicza

Streszczenie

W artykule dokonano charakterystyki przestrzeni publicznej al. Henryka Sienkiewicza w Częstochowie, która jest przedłużeniem głównej arterii miasta jaką jest Aleja Najświętszej Maryi Panny. Opisano architekturę, usytuowanie, krajobraz i wielofunkcyjność alei, której przestrzeń przemierzają corocznie setki tysięcy pieszych pątników. W artykule omówiono zagospodarowanie terenu, kompozycję, zastosowane materiały budowlane, oświetlenie oraz elementy małej architektury. Przedstawiono staranny dobór form roślinności, projektowany na zasadzie kontrastujących ze sobą kolorów, tonacji oraz widoczną integrację pokonywanej przez pielgrzymów przestrzeni z otaczającym krajobrazem. Poddana została analizie wielofunkcyjność ostatniego odcinka pieszego pielgrzymowania, która oprócz traktu komunikacyjnego i spacerowo – widokowego kultywuje szacunek do przeszłości, upamiętnia ważne wydarzenia historyczne i bohaterskie postaci. W oparciu o dane statystyczne Biura Prasowego Jasnej Góry, opracowano zestawienia tabelaryczne, które w sposób liczbowy i procentowy przedstawiają pieszego ruch pielgrzymkowy w latach 2001–2016 w ciągu całego roku oraz od maja do sierpnia w latach 2007–2016. Ponadto zamieszczono mapy, zdjęcia i związaną z tematem literaturę.

1. Wstęp

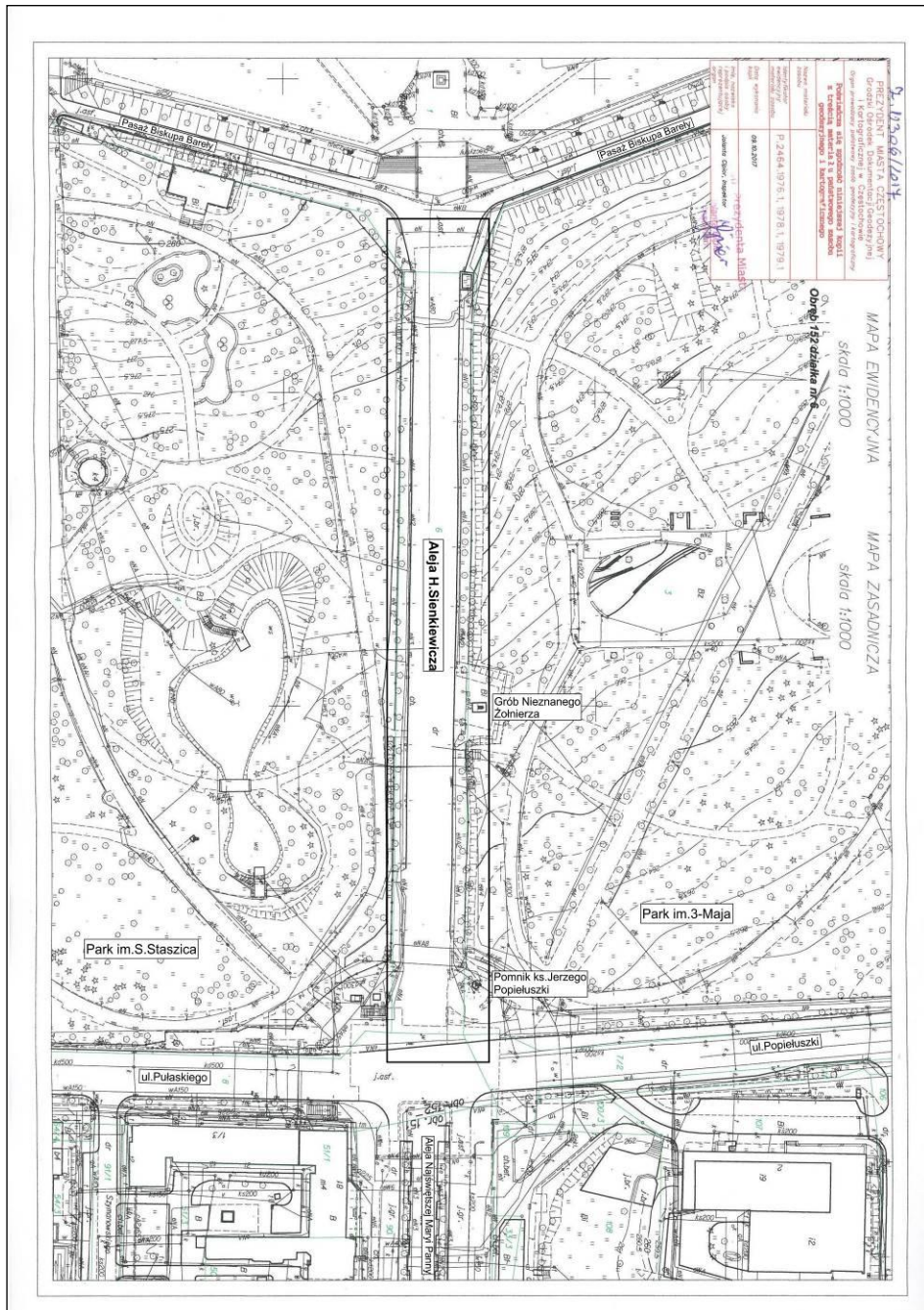
Częstochowa to największy w Polsce Ośrodek kultu religijnego katolików (pielgrzymki) (Górny, Rosikoń 2017). Główną arterią miasta jest Aleja Najświętszej Maryi Panny. Dwutraktowa ulica o długości 1,5 km. została wytyczona w 1818 roku i jest łącznikiem między najstarszą miejską świątynią, kościołem św. Zygmunta, a Jasną Górą. Jej środkowa część, obsadzona drzewami, pełni rolę spacerowego bulwaru. Od Błoni jasnogórskich dzieli ją 280 metrowa, aleja Henryka Sienkiewicza stanowiąca przestrzeń spacerowo – widokową. Nazwa ulicy upamiętnia sławnego polskiego pisarza okresu pozytywizmu, który w „Potopie”, w sposób zbeletryzowany, opisał obronę Jasnej Góry przed Szwedami w 1655 roku. Położona pomiędzy Parkiem im. 3 Maja i Parkiem ks. S. Staszica jest ostatnim odcinkiem drogi jaki pozostaje do pokonania uczestnikom pieszego pielgrzymowania. Aleja o układzie geometrycznym stanowi otwartą przestrzeń położoną pomiędzy parkami (Rys.1).

2. Materiały i metody

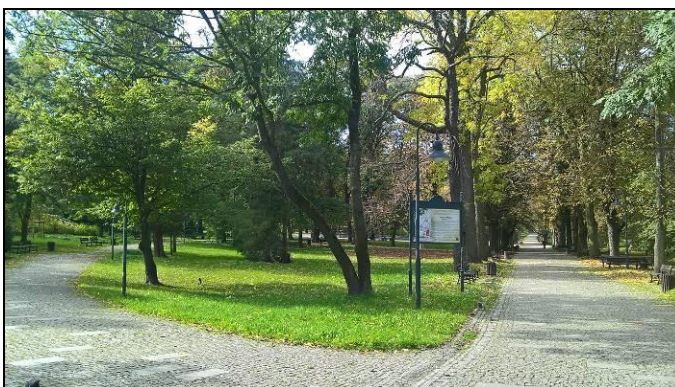
Tematem badań opartych na podstawie zebranych materiałów jest aleja usytuowana w otoczeniu terenów zieleni, która tworzy wyjątkowe środowisko sprzyjające człowiekowi. Analizie poddane zostały: plan sytuacyjno-wysokościowy przestrzeni, miejsca pamięci położone na omawianym terenie, tablice informacyjne, mapy, fotografie. Wykorzystano i poddano syntezie dane statystyczne Biura Prasowego Jasnej Góry. Dokonano analizy literaturowej właściwych metod projektowania i roli przestrzeni publicznej w aspekcie funkcjonalnym, inspiracyjnym, dydaktycznym oraz przeżyć duchowych związanych z końcowym odcinkiem drogi pieszego pielgrzymowania.

Aleja H. Sienkiewicza usytuowana jest pomiędzy parkami 3-go-Maja i S. Staszica. Rozciągające się na łącznej powierzchni 12,5ha dwa parki zaprojektowane pod kierunkiem ogrodnika Franciszka Szaniora (1853-1945) w latach 1819-1826 są miejscem wypoczynku dla mieszkańców

oraz przybywających do Częstochowy turystów i pielgrzymów. Tereny zieleni stanowią najcenniejszy historyczny kompleks parkowy. Bogatą szatę roślinną obu parków stanowi różnorodna ilość gatunków drzew liściastych, iglastych, krzewów oraz bylin (Tubielewicz-Michalczuk 2015). Po obu stronach alei Henryka Sienkiewicza, na całej długości obszaru parkowego położonego za ogrodzeniem, wieloletnie drzewa w postaci m.in.: klonów, kasztanowców, dębów, jesionów, które zacieniają i ozdabiają ostatnie metry drogi przemierzanej przez pielgrzymujących (Rys.2, Rys.3).



Rys. 1. Plan sytuacyjno – wysokościowy terenu alei im. H. Sienkiewicza. Opracowanie własne: dr inż. Malwina Tubielewicz – Michalczuk



Rys. 2. Park im.3-Maja; fot.M.Tubielewicz–Michalczuk,2017r.



Rys. 3. Park im. ks. S. Staszica; w tle Multicentrum Zodiak; fot.M.Tubielewicz–Michalczuk,2017r.

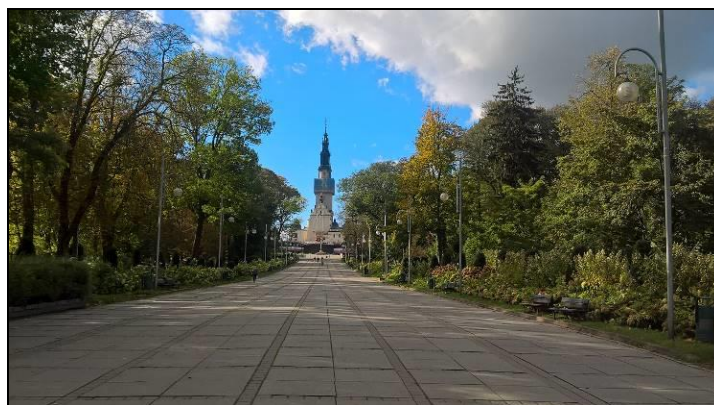
Nawierzchnia alei Henryka Sienkiewicza wykonana jest z materiałów takich, jak: płyta chodnikowa oraz kamienna kostka w powiązaniu z obsadzoną zielenią m.in.: hortensją bukietową, berberysami, kosodrzewiną, jałowcami, irgą poziomą i cisami, oddaje naturalny charakter krajobrazu. Po obu stronach ciągu komunikacyjnego symetrycznie zostały posadzone cisy. Wąska, kolumnowa odmiana o ulistnieniu ciemnozielonym w połączeniu z roślinami w odcieniach jasnej zieleni i białymi kwiatostanami hortensji bukietowej wpływają na podniesłą atmosferę miejsca. Trakt komunikacyjny został oświetlony stojącymi, wysokimi, pojedynczymi i podwójnymi lampami, które sprawiają, że przestrzeń posiada dobrą widoczność i ma wpływ na doznania estetyczne ludności. Podświetlona nocą tworzy nastrój i zapewnia przechodniom bezpieczeństwo. Drewniane ławki są miejscem odpoczynku dla zmęczonych pielgrzymowaniem oraz stanowią punkt widokowy, z którego można obserwować klasztor jasnogórski. Aleję pokonywał swoim pojazdem „papamobile” papież Jan Paweł II, który wielokrotnie odwiedził Jasną Górę (1979, 1983, 1987, 1991, 1997, 1999), witany i pozdrawiany entuzjastycznie przez oczekujących pielgrzymów z całego świata (Rys.4, Rys.5).

Na początku alei Henryka Sienkiewicza znajduje się pomnik bł. ks. Jerzego Popiełuszki, kapelana „Solidarności”, zamordowanego w 1984 roku przez Służbę Bezpieczeństwa PRL. Zbudowany w 2005 roku monument, autorstwa częstochowskiego architekta Jerzego Kędziory i krakowskiego artysty, twórcy odlewu, Mariusza Wasilewskiego, to kilkumetrowa postać z twarzą zwróconą w kierunku pielgrzymów ze złożonymi z tyłu i skrępowanymi sznurem rękami. Pomnik, umieszczony na granitowym krzyżu, oświetlają wieczorem 3 lampy umocowane w kostce brukowej na ziemi i 2 znajdujące się na pobliskich słupach. Wydzieloną wokół niego, wyłożoną kostką w kształcie koła przestrzeń, otaczają zielone krzewy m.in.: sosna górska i irga pozioma. Są to gatunki bardzo odporne na zanieczyszczenia powietrza, dlatego idealnie nadają się do posadzenia

w warunkach miejskich. Odpowiedni dobrane oświetlenie oraz roślinność tworzą podniosły nastrój i miejsce do modlitwy, przemyśleń i zadumy. Kilkadziesiąt metrów dalej znajduje się powstały w 1925 roku *Grób Nieznanego Żołnierza*, biorącego udział w wojnie polsko-bolszewickiej w latach 1920-1921. Obecny monument z naniesionymi napisami *Grób Nieznanego Żołnierza* i *Bóg Honor Ojczyzna* jest autorstwa artystów rzeźbiarzy Adama Myjaka i Janusza Pesty. W 1997 roku rozpoczęto budowę ogrodzenia Parku im. 3 Maja, którą ukończono w 2004 roku, wykonując jednocześnie ogrodzenie przy *Grobie Nieznanego Żołnierza*. Otaczająca grób przestrzeń obsadzona jest zimozielonym bluszczem oraz niskim formowanym żywopłotem z odpornego, wiecznie zielonego cisa o dekoracyjnym wyglądzie (Rys.6, Rys.7).



Rys. 4. Aleja im. H. Sienkiewicza (lata 30-te XX w.)



Rys. 5. Aleja im. H. Sienkiewicza; fot.M.Tubielewicz–Michalczuk,2017r.

Na początku alei Henryka Sienkiewicza znajduje się tablica z opisem ścieżki edukacyjno-dydaktycznej z zakresu najnowszej historii Polski i mapą informującą o usytuowaniu wokół i na terenie Jasnej Góry: Sanktuarium, pomników i ekspozycji muzealnych. Kilka metrów dalej, po przeciwnej stronie alei, widoczna jest informacja o XIV Nadzwyczajnej Sesji Rady Miasta Częstochowy i nadaniu w dniu 27 maja 1991 roku, Ojcu św. Janowi Pawłowi II tytułu Honorowego Obywatela Mieszkańca Częstochowy – który wyraził zgodę na przyjęcie tego tytułu, biorąc pod uwagę szczególnie charakter miasta Częstochowy jako duchowej stolicy polskiego Narodu i miejsce licznych pielgrzymek maryjnych (www.czestochowa.pl). Po lewej stronie, w końcowej części alei, w pobliżu Błoni jasnogórskich, usytuowana jest tablica opisująca Międzynarodową Trasę Pielgrzymowania łączącą największe Maryjne Sanktuarium w Polsce (Częstochowę), z podobnym

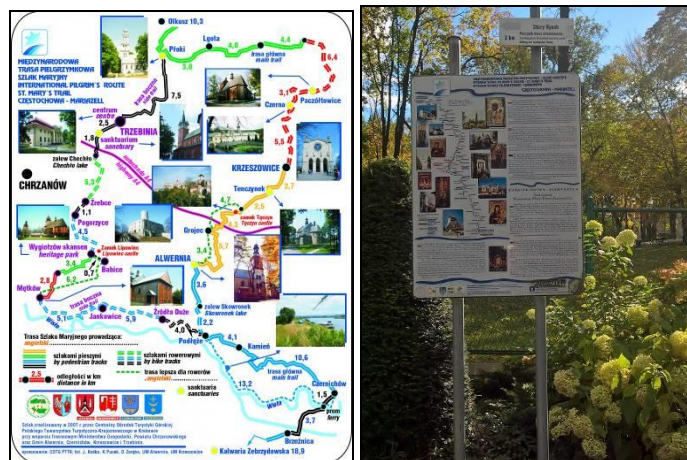
ośrodkiem w Austrii (Mariazell). Przedstawiona Międzynarodowa Trasa Pielgrzymkowa – Szlak Maryjny łączy wszystkie sanktuaria maryjne od Częstochowy przez Powiat Chrzanowski, po Levočę na Słowacji oraz Mariazell w Austrii. Szlak Maryjny jest szlakiem pieszo – rowerowym. Zamieszczona kolorowa mapa informuje o odległościach w kilometrach i miejscowościach położonych na szlaku pielgrzymki (Rys.8).



Rys. 6. Pomnik bł. ks. Jerzego Popiełuszki; fot. M. Tubielewicz–Michalczuk, 2017r.



Rys. 7. Grób Nieznanego Żołnierza; fot. M. Tubielewicz–Michalczuk, 2017r.



Rys. 8. Międzynarodowa Trasa Pielgrzymkowa – Szlak Maryjny Częstochowa – Mariazell; fot. M. Tubielewicz – Michalczuk, 2017r.

Pielgrzymi przybywają do Sanktuarium z różnych kierunków kraju. Dla nich Urząd Miasta Częstochowy corocznie wyznacza i publikuje na swojej stronie internetowej przebieg tras pieszych pielgrzymek przybywających do Częstochowy. Dokładna analiza planu wyznaczonych przez Urząd w 2017 roku, 10 tras pielgrzymowania, które wytyczają wymienione nazwy ulic, pozwala na ustalenie ostatniego odcinka drogi. Dla wszystkich pielgrzymów jest nią aleja Henryka Sienkiewicza, doprowadzająca bezpośrednio do Błoni jasnogórskich i górującej na nimi Jasnej Góry. Ilość i przebieg tras, które przeważnie od lat nie ulegają zmianom, opisują autorzy publikacji *Jasnogórskie pielgrzymki w przestrzeni miasta i regionu Częstochowy* „Łącznie wyznaczono 10 takich tras, prowadzących do miasta z różnych stron, większość z kierunku wschodniego, północnego i zachodniego. W obrębie miasta trasy te stopniowo łączą się ze sobą i ostatecznie zbiegają się w Alei NMP. Niektóre chodzą całą Aleją, inne jej krótkim odcinkiem” (Ptaszycka-Jackowska, Jackowski 1998). Bez względu na rodzaj trasy i rok, w którym pielgrzymi przybywają do Sanktuarium Jasnogórskiego, aleja Henryka Sienkiewicza stanowi zawsze ostatni odcinek ich drogi (Tab.1, Tab.2, Tab.3).

Tab. 1. Pielgrzymki piesze, które przybyły na Jasną Górę w latach 2001– 2016 Statystyka Biura Prasowego Jasnej Góry (Źródło: <http://www.jasnagora.com/>).

Lp.	Rok	Liczba pielgrzymek pieszych	Liczba uczestników
1.	2001	216	175.000
2.	2002	211	171.578
3.	2003	256	168.377
4.	2004	239	165.874
5.	2005	253	165.000
6.	2006	261	146.753
7.	2007	226	138.22
8.	2008	250	141.871
9.	2009	252	142.316
10.	2010	260	141.035
11.	2011	285	143.983
12.	2012	278	140.956
13.	2013	260	133.287
14.	2014	266	128.780
15.	2015	267	122.000
16.	2016	246	122.000

Tab. 2. Pielgrzymki piesze, które przybyły na Jasną Górę w okresie od 2 maja – 14 sierpnia oraz od 15 sierpnia do 26 sierpnia w latach 2007 – 2016. Statystyka Biura Prasowego Jasnej Góry (Źródło: <http://www.jasnagora.com/>).

2 maj – 14 sierpnia				15 sierpnia – 25 sierpnia	
Lp.	Rok	Liczba pielgrzymek	Liczba pielgrzymów	Liczba pielgrzymek	Liczba pielgrzymów
1.	2007	125	98.510	83	37.710
2.	2008	138	101.803	94	35.631
3.	2009	145	101.176	88	37.458
4.	2010	157	100.016	86	36.278
5.	2011	168	104.500	85	30.606
6.	2012	169	103.254	86	35.031
7.	2013	155	93.134	87	36.254
8.	2014	169	91.832	86	34.184
9.	2015	163	87.000	92	32.717
10.	2016	133	85.000	88	31.300

Tab. 3. Liczba pielgrzymek pieszych, które przybyły na Jasną Górę w latach 2007-2016 w okresie od 2 maja do 26 sierpnia. Statystyka Biura Prasowego Jasnej Góry
(Źródło: <http://www.jasnagora.com/>).

Lp.	Rok	Pielgrzymki piesze w ciągu całego roku	Pielgrzymki piesze od 2 maja – 26 sierpnia
1.	2007	226	208
2.	2008	250	232
3.	2009	252	233
4.	2010	260	243
5.	2011	285	253
6.	2012	278	255
7.	2013	260	243
8.	2014	266	255
9.	2015	267	255
10.	2016	246	221

Tab. 4. Liczba uczestników pielgrzymek pieszych przybywających na Jasną Górę w latach 2007-2016 w okresie od 2 maja do 26 sierpnia. Statystyka Biura Prasowego Jasnej Góry
(Źródło: <http://www.jasnagora.com/>).

Lp.	Rok	Liczba uczestników pielgrzymek w ciągu całego roku (A)	Liczba uczestników pielgrzymek od maja – 26 sierpnia (B)	% A/B
1.	2007	138.220	136.220	98,7
2.	2008	141.871	137.494	96,9
3.	2009	142.316	138.634	97,4
4.	2010	141.035	136.294	96,6
5.	2011	143.983	135.106	93,9
6.	2012	140.956	138.285	98,1
7.	2013	133.287	129.388	97,0
8.	2014	128.780	125.916	97,8
9.	2015	122.000	119.717	98,1
10.	2016	122.000	116.300	95,3
OGÓŁEM		1.354.448	1.313.354	PONAD 96 %

Należy zwrócić uwagę, że ruch przybywających pielgrzymów w skali roku jest nierównomierny. Najwięcej pielgrzymek przybywa corocznie do Częstochowy w okresie od maja do sierpnia. Analiza liczb wskazuje, że stanowi to ponad 96 % pielgrzymujących. (Tab.4). Szczególnie duża ilość pątników przybywa na Jasną Górę 14 sierpnia przed uroczystością Wniebowzięcia Najświętszej Maryi Panny i 25 sierpnia przed Świętem Matki Bożej Jasnogórskiej (www.jasnagora.com). Porównanie i wnioski wynikające z wcześniej prowadzonych badań wskazują na znaczący wzrost w latach 2007–2016, liczby przybywających pielgrzymów w tym okresie.

3. Wyniki i dyskusja

Architektura i krajobraz alei Henryka Sienkiewicza wizualnie podkreśla znaczenie i wielofunkcyjność ostatniego odcinka pielgrzymowania. Droga pełni rolę traktu komunikacyjnego łączącego centrum Częstochowy z Jasną Górą. Jest dostępna dla każdej osoby bez względu na jej wiek i stopień sprawności. Corocznie setki tysięcy pieszych pielgrzymów, w tym dzieci i młodzież, przemierzają jej przestrzeń, czerpiąc wiedzę i radość z przebywania na tym obszarze. Usytuowanie alei, pomniki, ścieżka historyczno – edukacyjna, to kultywowanie szacunku do przeszłości, upamiętnienie ważnych wydarzeń historycznych i bohaterskich postaci oraz sposób na zachowanie

ich w pamięci. Zawiera wartości edukacyjne i umożliwia pełnienie funkcji „klasy” ponieważ jest ideową „pracownią” do przekazywania wiedzy historycznej i patriotycznej.

Aleja to przykład zintegrowanego projektowania architektoniczno–krajobrazowego, które polegało nie tylko na wprowadzaniu nowych elementów, ale też zachowaniu tych już istniejących, którego realizacja ma wpływ na wywarcie spokojnego wrażenia i osiągnięcie głębokiego stanu skupienia na widok otaczającej przestrzeni wśród będących u kresu wędrówki pielgrzymów. Charakteryzuje ją troska projektantów o dbałość i rozwój zieleni. Widoczny jest staranny dobór form roślinności i projektowanie na zasadzie kontrastujących ze sobą kolorów zieleni. Na sferę odczuć wizualnych i emocji oddziałuje bliskość Sanktuarium, obfita różnorodność roślinności, powiązanie z przestrzenią oraz widoczna integracja pokonywanej przez pielgrzymów przestrzeni z otaczającym krajobrazem. Bogaty drzewostan wytwarzają przyjazny i ekologiczny klimat. Tego typu przestrzeń ożywiona odcieniem zielonym, nadającym jej określony zapach i barwę, rozpowszechnia wiedzę i rozwija zainteresowania przyrodnicze. Połączenie przyrody z architekturą przestrzeni miejskiej jest widocznym dążeniem do zrównoważonego rozwoju i stanowi zasadniczy element prawidłowego podejścia do kształtowania krajobrazu, zgodnie z jego wymogami.

Aleja Henryka Sienkiewicza jest przestrzenią publiczną spełniającą ważną funkcję trasy pokonywanej przez rzesze pielgrzymów. Jej walory architektoniczno–krajobrazowe wpływają na tworzenie podniosłego i niezwykłego nastroju. To tutaj wierni osiągają cel swojego pielgrzymowania, jakim jest Jasna Góra.

4. Literatura

- Górny G, Rosikoń J (2017) Królowa. Matka Boża Jasnej Góry Wydawnictwo Paulinianum, Częstochowa: 61-80
- Ptaszycka-Jackowska D, Jackowski A (1998) Jasnogórskie pielgrzymki w przestrzeni miasta i regionu Częstochowy, IGUJ, Kraków: 63
- STARACZĘSTOCHOWA.PL: <http://www.staraczestochowa.pl/>
- Statystyka Pieszego pielgrzymowania Biuro Prasowe Jasnej Góry: <http://www.jasnagora.com/>
- Tubielewicz-Michalczuk Malwina M (2015) Rewaloryzacja zabytkowych terenów zieleni miejskiej na przykładzie miasta Częstochowy Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, Budownictwo, z.21, nr 171: 346-354
- Uchwała Nr 113/XIII/91 Rady Miasta Częstochowy z dnia 27 maja 1991 roku w sprawie nadania honorowego obywatela Urząd Miasta Częstochowy: <http://www.czystochowa.pl/>

2. Szczecińska architektura z przełomu lat 1990-2010

Architecture of Szczecin form 1990 to 2010

Kamila Nowak

Katedra Architektury Współczesnej, Teorii i Metodologii Projektowania, Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. arch. Adam Maria Szymiski

Kamila Nowak: knowak@zut.edu.pl

Słowa kluczowe: różnorodność, postmodernizm, modernizm.

Streszczenie

Analizując poglądy głoszone przez światowych teoretyków architektury z przełomu XX i XXI wieku, podjęto próbę porównania i scharakteryzowania szczecińskiej architektury. W tym celu przeprowadzono kwerendę obiektów, powstałych w latach 1990-2010.

Na przykładzie wielu powstałych w tym okresie budynków można dostrzec wpływ nowatorskich trendów z zachodniej Europy jak również powrót do na nowo zinterpretowanych haseł głoszonych przez modernistów lat 20. XX wieku. W efekcie tego architektura powstała w tym czasie jest różnorodna, co przedstawiono w poniższym artykule. Na mnogość rozwiązań formalnych miało niewątpliwie wpływ wiele czynników jak chociażby dostępne nowe materiały budowlane, wolny rynek, potrzeba prestiżu czy chociażby wpływ wymagającego inwestora na architekta oraz zmiany przepisów i konkurencyjność powstałych prywatnych biur projektowych. Skrajnym przykładem będącym efektem kompromisu między interesem miasta, a wolą inwestora może być przykład centrum handlowego Galaxy, zlokalizowane na terenie jeszcze w latach 80. przeznaczonym na miejskie centrum.

1. Wstęp

Wszystkie ideologie, doktryny estetyczne mają okres początkowy, swój rozkwit jak i koniec. Zamykają się w danym czasookresie. To samo można powiedzieć o estetyce modernizmu w Polsce, która z końcem lat 70. poddana została ostrej krytyce, głównie z przyczyny zunifikowanych osiedli mieszkaniowych z wielkiej płyty. Z początku funkcjonalizm, geometryczne proste bryły miały wielu zwolenników, tak kiedy skończył się okres nasycenia, zaczęto go potępiać. Odrzucono większość co kojarzyło się z PRL-em. Przesyt wieżowców z wielkiej płyty, niechłujnie wykończonych, pudełkowatych pawilonów wielokrotnie powtarzanych w przestrzeni miasta, przestawały być atrakcyjne zarówno dla aktualnych jak i przyszłych użytkowników. Zauważono jak brzydko się starzał. Nie tylko mieszkańcy znienawidzili to co wybudowano w tamtym czasie, ale również środowisko architektów zaczęło powszechnie krytykować architekturę modernistyczną na łamach wielu artykułów.

Wpływ architektury z zachodniej Europy i Stanów Zjednoczonych na polską architekturę, zauważyć można już w latach 70. Zaczęto wracać do tradycji, do tego co już kiedyś powstało, lecz mając na myśli jedynie naśladownictwo, a nie powielanie wzorców. W związku z tym w efekcie zaczęły powstawać karykatury fasad, które w pewnym stopniu nawiązywały do przeszłości, nie całością a jedynie jakimś fragmentem. Pojawiły się kontrasty kolorystyczne, kolumny, pilastry, dekory, ornament, wysokie dachy i in., nawiązujące raczej do pseudohistorycznych form. Metafora, metafora i jeszcze raz metafora to co przyświecało postmodernistom. Obiekt miał nawiązywać do znanych, kojarzonych kształtów, brył, które miały oddziaływać na świadomość odbiorcy. Obserwując architekturę z tamtego czasookresu nie trudno ją opisać. W zasadzie w większości przypadków nawiązuje do czegoś co jest powszechnie znane - podwójne kodowanie. Zaskakująca, oryginalna, różnorodna i chaotyczna.

Bernard Tschumi do postmodernizmu zalicza dziesięć kierunków: eklektyczny klasycyzm, racjonalizm, neomodernizm, dekonstruktywizm, krytyczny regionalizm, zielona (ekologiczna) architektura; w sztuce: neo-geo, nowy ekspresjonizm, nowa abstrakcja, nowa figuracja. (Bal i in.

2011). Zatem idąc tokiem rozumowania B. Tschumi'ego czasokres postmodernizmu zawierał wiele różnych kierunków, które można też w fragmentach lub w całości dostrzec w szczecińskiej architekturze.

Warto nawiązać do tego co było tendencją przy projektowaniu w większych miastach w Polsce: „W ciągu całej ostatniej dekady zaznaczyły się wyraźne odrębności między najsilniejszymi środowiskami architektonicznymi w Polsce. Poza promieniującą na cały kraj, kosmopolityczną Warszawą (zabudowaną niezwykle chaotycznie), najciekawsze wydają się środowiska w Krakowie, na Górnym Śląsku i we Wrocławiu. W zabytkowym Krakowie czołówka architektów odwołuje się do korzeni architektury modernistycznej (DDJM, Romuald Loegler, Wojciech Obtulowicz). Architektura Górnego Śląska zdaje się zapatrzona w industrialny wizerunek regionu, czego wyrazem jest zamiłowanie do dekonstrukcji, śmiałych form ze stali i zawierających nutkę nostalgii ceglanych płaszczyzn (Andrzej Duda, Henryk Zubel, Małgorzata Pilinkiewicz, Tomasz Studniarek). Na przeciwległym biegunie sytuuje się architektura Wrocławia (Wojciech Jarząbek, Edward Lach, Stefan Müller). Tu źródłem inspiracji w mniejszym stopniu jest wspaniała przeszłość modernistyczna miasta, w większym - dalekie echa postmodernizmu, skłonność do hedonizmu i szokujących zestawień kolorystycznych” (www.culture.pl). I według tygodnika Wprost wśród polskich architektów tego okresu poza architektami ze środowiska warszawskiego, krakowskiego i wrocławskiego wymieniono tylko dwóch szczecińskich: J. Lenarta i St. Kondarewicza, jednocześnie będącymi właścicielami biura architektonicznego „Studio A4”, są autorami szeregu obiektów powstałych na terenie Pomorza Zachodniego (Wprost 1999).

Zaś jeden z czołowych architektów, który używał terminu postmodernizm Robert Stern uznał, że: „(...) architektura postmodernistyczna powinna kierować się trzema podstawowymi wytycznymi. „

- 1) kontekstualizm - pojedynczy obiekt jest częścią większej całości, czyli otoczenia w jakim istnieje. Stąd formę budynku należy podporządkować formom otoczenia nadając mu kompromisowe kształty, skalę, materiał i barwę.
- 2) aluzjonizm - nowo powstały budynek powinien czynić treścią swoich form historyczne aluzje i powinien odpowiadać kulturze odbiorcy.
- 3) Ornamentalizm - pionowa płaszczyzna jaką jest ściana budynku ulega wrodzonej człowiekowi potrzebie ozdobienia (opracowania)” (Bal i in. 2011).

2. Materiały i metody.

Wielu architektów tworzących w latach 90. zachłysnęło się inspiracjami z zachodu Europy. I jak to najczęściej bywa naśladownictwo jest niejednokrotnie gorsze od oryginału, tak też objawia się w licznych szczecińskich przykładach. Konsekwentnie odrzucili to co niósł ze sobą modernizm, a nawet chcąc naprawić to co ich zdaniem zepsuł, doprowadziło do przesadnej interpretacji haseł głoszonych przez postmodernistów. Może być zrozumiałe, że mimo szczerych intencji architektura w tym czasie była różnorodna, tym samym zmieniła obraz miasta na wiele lat.

Mimo chęci zmian, znalazło się wielu twórców, którzy nie przyjęli tak entuzjastycznie tego co zawierały zasady z okresu postmodernizmu. W tym okresie kontynuowali architekturę prostokreślną, czystą w formie, stonowaną a co ważne nawiązującą do sąsiedniej zabudowy. Liczył się kontekst jak również jednostka. Co prawda, postmoderniści również zakładali zaspokojenie gustu i wytycznych inwestora, ale niejednokrotnie, taka uległa postawa prowadziła architekturę do granicy kiczu.

3. Wyniki i dyskusja.

Na początku lat 90. efektywnym zabiegiem szczególnie przy projektowaniu budynków użyteczności publicznej jak banki czy biura okazała się ściana kurtynowa. Stanowiła ona wyższą wartość, stwarzając wrażenie nowoczesnego i ekskluzywnego, a przy małym nakładzie środków finansowych starano się budować szybko i skutecznie. W rzeczywistości ściana z taflą szkła z aluminiowymi horyzontalnymi i wertykalnymi podziałami ukrywała budowlane mankamenty.

W 1993 roku w Szczecinie powstał Oddział Banku Kredytowego przy ul. Bogurodzicy architekta J. B. Pruchniewicza. Ten pięciokondygnacyjny budynek wypełnił kwartał, uzupełniając lukę między istniejącymi przedwojennymi kamienicami. Główne wejście do banku zlokalizowano na rogu ulic tym samym w narożniku budynku. Zadaszenie wsparto na dwóch chromowanych, połyskujących w świetle kolumnach. Nad wejściem podwieszono zaokrągloną fasadę kurtynową z wysuniętym żelbetowym elementem na wzór portyku. Zabieg ten powtórzono w mniejszej skali na dwóch elewacjach. Różowy kolor stolarki okiennej i drzwiowej, wprowadza kontrast na tle beżowego tynku. Na próżno można doszukać się logiki w uargumentowaniu podziałów na oknach. W parterze i pierwszym piętrze, choć system został powtórzony, to jednak wysokość otworów okiennych jest różna, nie wspominając o stolارce na kolejnych kondygnacjach. Parter budynku zaznaczono w kolorze szarym co nawiązuje do okładziny aluminiowej stromego dachu. W parterze zastosowano boniowania, nawiązujące do sąsiadującej zabudowy (Rys.1).



Rys. 1. Widok na główne wejście do Banku. Fot. Kamila Nowak.

W tym samym czasie co wyżej opisany obiekt powstała plomba narożna o funkcji usługowo-biurowej przy al. Wojska Polskiego, projektu architekta M. Zajączkowskiego. Fasada nawiązuje do sąsiedniej przedwojennej kamienicy jedynie wysokością. Pozostałe elementy pozostają w całkowitej sprzeczności z otaczającą zabudową. W płaskiej elewacji nie zastosowano podziałów, które kontynuowałyby linię okien kamienicy, umieszczono natomiast okno typu bulaj, niczym na okręcie.



Rys. 2. Widok na narożną plombę o funkcji usługowo-biurowej. Fot. Kamila Nowak.

Bryła tego budynku została zwieńczona w części łukowatym przykryciem, a boczna elewacja wypełniona została częściowo fasadą kurtynową w kontrastującej od beżowego tynku kolorystyce. Wykorzystano bowiem niebieską stolarkę okienną i drzwiową oraz refleksyjne szkło. Do elewacji doklejono różowy cylinder, w którym zaprojektowano główne wejście na pierwszą kondygnację. Wszystkie elementy formalne jak również różnorodne reklamy wprowadzają nie tylko zamieszanie, lecz jednocześnie manifestują konsekwentne odrzucenie wszystkiego tego co reprezentował sobą modernizm (Rys.2).

Kolejnym przykładem jest położony w centrum miasta przy Pl. Rodła zespół biurowo-hotelowy Radisson - Pazim, projektu architekta M. Dumencić'a, realizującego projekty na zlecenie austriackiej firmy Ilbau. Kompleks składa się z części hotelowo-konferencyjnej, usługowo-handlowej oraz biurowej z gastronomią na 22 piętrze. Całość ukończono w 1992 roku stając się pierwszym tego typu obiektem, który poza Stolicą powstał po 1989 roku. Bryła części hotelowo - konferencyjnej przypomina kształt litery „L” natomiast w parterze jest rozbudowana: fragment restauracyjny wychodzi z jego obrysu w kształcie łuku, na którym zbudowano fasadę kurtynową. Główne wejście zlokalizowano w ściętym zadaszonym narożniku. Charakterystyczne dla tego okresu są zastosowane kolory elewacji, a mianowicie różowy tynk w połączeniu z zieloną okładziną. W hotelu znajduje się 369 pokoi z restauracjami, salami konferencyjnymi oraz z ogólnodostępnym w kondygnacji podziemnej centrum fitness z basenem i sauną. Goście mogą skorzystać ze strzeżonego parkingu podziemnego. Kolejną częścią zespołu jest zaokrąglona od strony ulicy, bryła mieszcząca w sobie funkcję usługowo - handlową. Odmienna nie tylko w kształcie ale również w kolorystyce: fasadę obłożono tym razem szarą okładziną elewacyjną. Forma zwarta, w której zastosowano podcięty, cofnięty przeszklony parter, a nad nim zaś wsparto na masywnych słupach kolejne piętra. Zabudowaną fasadę rozdzielają mało widoczne podłużne pasma stolarki okiennej. Dwie ostatnie kondygnacje zaznaczono poziomymi pasmami przeszkleń, które wyraźnie dzielą kondygnacje. Po przebudowie, która nastąpiła w 2006 roku, zabudowano otwartą dotychczas przestrzeń podcienia z ruchomymi schodami, które prowadziły na kolejną kondygnację galerii handlowej na centrum odnowy biologicznej Baltica Wellness & Spa. Projekt przebudowy wykonało szczecińskie biuro projektowe „ch2 architekci” z oczywistym (stąd inąd) naruszeniem praw autorskich. Trzeci obiekt o funkcji biurowej z gastronomią na dwudziestej drugiej kondygnacji oraz kasynem w parterze jest najbardziej rozpoznawalny w sylwecie miasta. Bryła przypomina wysoki na 92 metry przeszklony cylinder, obłożony płaskimi o układzie schodkowym ścianami. Budynek jest jednocześnie najwyższy w Szczecinie, mierząc w sumie 128 m razem z anteną.

Z gołą inaczej zaprojektowano komercyjny budynek biurowy „Poczta” i biurowiec „Grzybek” przy skrzyżowaniu ulicy Wyszyńskiego oraz Alei Niepodległości. Projekty powstały w gdyńskiej Pracowni „T-33 Architekci” w 2009 roku na zamówienie dewelopera z Hiszpanii. Oba zostały zlokalizowane w kluczowym węźle komunikacyjnym miasta przy Bramie Portowej.



Rys. 3. Widok na budynek „Poczty” od strony skrzyżowania. Fot. Kamila Nowak.

Z założenia miały stanowić uzupełnienie niegdyś tu istniejącej zabudowy pierzejowej. Swym charakterem zdają się nawiązywać do kompozycji Bruno Tauta z lat 30. XX wieku. Zauważalny jest brak ornamentu i przejrzystość kompozycji. Kolorystyka budynku biurowego „Poczty” jest stonowana z pionowym akcentem kolorystycznym, który wprowadzono między pasy okienne. Nawiązując tym samym do istniejącego neogotyckiego budynku poczty. Nie zastosowano dominanty, która mogłaby odwracać uwagę od sąsiadującego obiektu, jedynie narożnik od strony skrzyżowania został ścięty, tworząc niemal trzy jednakowe elewacje. Obiekt nie został zwieńczony stromym dachem, co świadczy o odrzuceniu tendencji z lat 90. Natomiast kolejno szósta i siódma kondygnacja zostały cofnięte, dzięki temu budynek wydaje się niższy niż jest w rzeczywistości (Rys.3).

W nieco odmiennej kolorystyce lecz podobnej agresywnej, strukturalnej elewacji zaprojektowano wolnostojący sześciokondygnacyjny budynek „Grzybka”, którego kształt został zdefiniowany między innymi przez zastaną parcelę. Mimo wszystko domyka on narożnik dwóch sąsiadujących pierzei, a jego forma może pełnić funkcję dominanty, do czasu aż po drugiej stronie ulicy powstanie kompleks biurowo-handlowy i hotel Posejdon, którego budowa już się rozpoczęła. Elewacja jest oszczędna i dwukolorowa, na której wyraźnie zaznaczone są podziały kondygnacji. W przyziemiu zlokalizowano kawiarnie i inne ogólnodostępne funkcje, zaś w kondygnacji podziemnej przewidziano parking.

Kolejnym przykładem nowego budynku o funkcji biurowej nazwanego „Oxygen”, zlokalizowano przy skrzyżowaniu al. Wyzwolenia z ul. J. Malczewskiego, (w miejscu, w którym plan szczegółowy „Nowego Centrum” z 1973 roku przewidywał lokalizację panoramicznego kina) autorstwa szczecińskiego biura „ArchDeco Architecture”, który wybudowano w 2009 roku. Ten dziewięciokondygnacyjny budynek z parkingiem podziemnym nawiązuje rysunkiem elewacji do sąsiadującego budynku z wielkiej płyty. Prosta kubiczna forma, z zaznaczonymi pasami między kondygnacyjnymi oraz wstęgą poziomych przeszkleń, pozytywnie odbierana jest przez mieszkańców i użytkowników. Oszczędna w środkach, bo obłożona ciemnymi i jasnymi płytami elewacyjnymi w odcieniach szarości. Główne wejście do budynku jest delikatnie zaznaczone przez wysunięte zadaszenie. Wszystko jest spójne i zdaje się harmonizować z otaczającą zabudową.

Warto zwrócić też uwagę na nowe centra handlowe, które powstały w Szczecinie, a których porównanie pozwala dostrzec kontrast w sposobie kreowania architektury, szczególnie, że czas ich powstania dzieli jedynie kilka lat.

Pierwszym obiektem jest Centrum handlowe Galaxy, które wybudowano w 2003 roku przy Al. Wyzwolenia. Autorem projektu jest OTH Sp. z o.o. spółka polsko-francuska. Gabarytowo wypełnia całą parcelę, wyrastając na wysokość trzech kondygnacji. Główne wejście zlokalizowano w narożniku, akcentując je obłą doklejoną do prostokątnej fasady formą. Na drugim narożniku, przy skrzyżowaniu ulic Malczewskiego i Al. Wyzwolenia, zaprojektowano dominantę kompozycyjną, składającą się z elementów stalowych prostopadłe ze sobą zestawionych, które niejako podtrzymują sześcian z logiem. Jak twierdzą autorzy książki pt.: „Architektura Polska lat 1976-2001 na obszarze pomorza zachodniego” „(...) stanowi element degradujący przestrzeń urbanistyczną tego miejsca” (Bal i in. 2011).

Prace nad projektem budowlanym Centrum usługowo-handlowego o nazwie „Centrum Kaskada” trwały od 2007-2009 roku, natomiast budowę ukończono w 2011 roku. Projektantem jest Firma ECE wspólnie z autorską pracownią architektury URBICON sp. z o.o. prof. Z. Paszkowskiego. Obiekt powstał w miejscu modernistycznego, spalonego w 1981 roku Kombinatoru Gastronomicznego KASKADA. Najbardziej reprezentacyjne elewacje od ul. Obrońców Stalingradu i al. Niepodległości, które są jednocześnie dominantą i głównym wejściem, zostały zaprojektowane z zachowaniem wysokości istniejącej zabudowy sąsiedniej. Budynek został podzielony na odcinki, pokryty różnymi materiałami takimi jak: piaskowiec, cegła klinkierowa czy szkło. W cieniu pojawienia się tendencji neomodernistycznej, warto zastanowić się co było inspiracją kształtowania wyeksponowanej elewacji. Widoczna jest na niej siatka mondrianowska, która nie odnosi się bezpośrednio do elewacji spalonej sprzed laty Kaskady, chociaż jest wprost odwołaniem się do modernizmu. Przy projekcie szklanej fasady kurtynowej można zauważyć wręcz inspirację neoplastycyzmem. Podzielona przez nieregularne czarne przecinające się linie pionowe i poziome, tworząc niejako mondrianowską

kompozycję, której przestrzenie wypełniono szkłem w kolorze żółtym i czerwonym, na tle niebieskiej płaszczyzny, odbijającej odcienie nieba.

Także powstałe w tym czasie budynki wielorodzinne również zdradzają źródła inspiracji ich autorów.

Budynek usługowo-mieszkalny dla SM Śródmieście zlokalizowany przy ul. Unisław 13, został zaprojektowany przez W. Głowackiego – „Studio Architektury Głowaccy” i zrealizowany w 1994 roku. Ten dziesięciokondygnacyjny budynek znajduje się na osi ulicy Niedziałkowskiego i wyróżnia się wystającą po łuku przeszkloną ścianą, zwieńczoną na szczycie zielonym trójkątem przypominającym portyk. Wprowadzono kontrasty kolorystyczne używając odcieni zieleni, beżu i różu. Całość została przykryta wielospadowym zielonym dachem, w którym umieszczono szereg lukarn. Balkony niejako wychodzą z fasady, mając zaokrąglone zakończenia. W całości widać jak przenikają się ze sobą bryły prostokątne czy trójkątne w połączeniu z miękką linią balkonów. Warto dodać, iż owa realizacja zdobywała liczne wyróżnienia w konkurach np. na budynek 50-lecia w Szczecinie zorganizowany w 1998 roku przez wydawnictwo Murator.

Osiedle Kleeberga składające się z dwóch budynków zaprojektował M. Sietnicki, O. Sietnicka i A.M. Szyski. Projekt zespołu przypadł na 1999 rok, natomiast zrealizowano go w 2001 roku. Jest to dość istotny szczegół, ponieważ w tym okresie na terenie Szczecina powstawały budynki wielorodzinne o zupełnie innej stylistyce. W tym przypadku odniesiono się do kontekstu wieżowców z wielkiej płyty. Przez całość elewacji przewija się wstęga, która od parteru pnie się ku górze, zwieńczając ostatnią kondygnację, nawiązując tym do detalu balkonów z sąsiadujących budynków. Elewacje urozmaicają kolory żółty, czerwony i niebieski, przypominając wprost mondrianowską stylistykę, podobnie jak w przypadku Centrum handlowego Kaskada (Rys.4).



Rys. 4. Widok na jedno z dwóch budynków przy ul. Kleeberga. Fot. Kamila Nowak.

Budynki mieszkalne zlokalizowane przy ul. Moniuszki i ul. Tuwima zostały zaprojektowane przez architektów ze „Studia A4” w 2004 roku. Dwa budynki czterokondygnacyjne połączone ze sobą stanowią dobry przykład nowoczesnej architektury, która została wkomponowana w dzielnicę willową. Lokalizacja jest dodatkowym atutem ponieważ obiekt znajduje się przy Jasnych Błoniach. W parterze zlokalizowano znaną i lubianą przez mieszkańców Szczecina kawiarnię Castelari. Obiekty wydają się lekkie w formie, przez przeszklenie parteru oraz cofnięcie ostatniej kondygnacji z wielospadowym dachem, który widoczny jest dopiero z dużej odległości. Czysta, beżowa elewacja, pokryta w części klinkierem z drewnianą stolarką okienną i drzwiową, nawiązuje do sąsiednich willi. Loggie ukryte w prostopadłościennym jasnym pudełku wprowadzają grę przenikających się brył, rekomendowane przez modernistów. W elewacji od ulicy Tuwima zaprojektowano pionowe pasy pokryte drewnem, które wizualnie szatkują elewację na mniejsze części (Rys.5).

Innym przykładem kształtowania zabudowy wielorodzinnej, może być osiedle przy ul. Duńskiej.



Rys. 5. Widok od strony parku. Fot. Kamila Nowak.

Kolejno powstające w tym rejonie Szczecina budynki, różnią się od siebie rozwiązaniami formalnymi.

Z jednej strony można zaobserwować zabudowę czterokondygnacyjną z użytkowym poddaszem, która została przykryta stromym dachem z dominatami w kształcie tak charakterystycznym dla XIX-wiecznych kamieni - wieżyczek. Zastosowano kontrasty kolorystyczne, dodatkowo domalowując na elewacjach „widoczną” wieżbę dachową. Natomiast po drugiej strony ulicy zaprojektowano obiekty, w których przenikają się kubiczne bryły, z wyciągniętymi płaskimi zadaszeniami balkonów. Kolorystyka jest bardziej stonowana, zastosowano bowiem odcienie szarości i beżu. Nieco dalej powstały budynki z mansardowymi dachami pokrytymi czerwoną dachówką, a w elewacji ukazują się łukowate balkony, oparte na różowych cienkich słupach.

4. Wnioski.

Reasumując w zależności od rodzaju architektury, dostrzega się różnorodność zabiegów formalnych, które były używane przy projektowaniu pomiędzy 1990 a 2010 rokiem w Szczecinie. „W efekcie w architekturze lat 90. XX wieku daje się zauważyć dwa główne kierunki (...): pierwszy zbliżony do tradycji „de Stil”, niemieckiego ekspresjonizmu i neo-plastyzm Le Corbusiera” (Bal i in. 2011). Można zauważyć, iż nowo projektowane obiekty w większości po roku 2000 są wyważone, nie czerpią tak zachłannie z postmodernistycznych wzorców. Odrzucono wielospadowe dachy, które wcześniej stały się niejako symbolem przemian. Niewątpliwie pozytywny wpływ na architekturę ma też zastosowanie lepszej jakości materiałów, wykonawstwo a co za tym idzie precyzyjność detalu. Dostrzega się wpływ minimalizmu, który odrzuca ornamentykę, podwójne kodowanie, skupiając się na czystości formy.

5. Literatura

Bal W, Czekiel-Świtalska E, Pawłowski W i in. (2011) Architektura Polska lat 1976-2001 na Obszarze Pomorza Zachodniego: 21, 132, 139, 140, 244.

1999, Wprost, 44/1999: 62-66

Strony internetowe:

<http://archdeco.pl/projekty/budynek-biurowy-oxygen> (dostęp 13.12.2017 r.)

<http://culture.pl/pl/artykul/architektura-lat-dziewiecdziesiatych-w-polsce> (dostęp 13.12.2017 r.)

http://www.ch2architekci.pl/index.php?bm=page&&ba=showpage&&page_id=57

<http://www.fba.pl/pl/project/osiedle-br-kapitanow-i.html> (dostęp 13.12.2017 r.)

http://www.inmemoriam.architektsarp.pl/pokaz/witold_aleksander_glowacki,3867 (dostęp 13.12.2017 r.)

<http://semarchitekci.pl/?portfolio=baltica-wellness-spa-przebudowa-galerii-handlowej-na-centrum-odnowy-biologicznej> (dostęp 13.12.2017 r.)

<http://t-33.pl/projekty/chronologicznie/pokaz/office-building-grzybek-szczecin/zdjecia> (dostęp 13.12.2017 r.)

<http://t-33.pl/projekty/chronologicznie/pokaz/office-building-poczta-szczecin/zdjecia> (dostęp 13.12.2017 r.)

<https://www.urbicon.pl/#/kaskada/> (dostęp 13.12.2017 r.)

3. Charakterystyka procesu rewitalizacji dworów i pałaców na terenach byłych Państwowych Gospodarstw Rolnych w powiecie puckim.

Analiza wybranych obiektów.

Characteristics of the revitalisation process of manor houses and palaces in the former state farms in the Puck District. Analysis of selected objects.

Kubasik-Rompa Iwona

Instytut Historii i Politologii, Wydział Filologiczno-Historyczny, Akademia Pomorska w Słupsku
Opiekun naukowy: dr hab. J. Szymański

Kubasik-Rompa Iwona: yvonne2901@wp.pl

Słowa kluczowe: zabytek, hotel, rolnictwo, Puck.

Streszczenie

Przegląd teorii na temat rewitalizacji oraz analiza uwarunkowań i możliwych kierunków realizacji tego procesu na obszarze powiatu puckiego pozwoliły stwierdzić, że zagospodarowanie i nadanie nowych funkcji dworom, pałacom oraz towarzyszącym im obiektom i obszarom nie jest bezcelowe.

Niewłaściwy sposób zagospodarowania i brak troski o stan założeń pałacowo-parkowych i dworsko-parkowych w czasie użytkowania ich przez PGR spowodowały zniszczenie wielu rezydencji i słabą kondycję techniczną większości. Likwidacja PGR-ów miała duży wymiar społeczny w postaci masowego zwolnienia pracowników. Osoby te, przyjmujące przez wiele lat postawę bierną i roszczeniową, miały duże trudności z odnalezieniem się w nowej rzeczywistości.

W przypadku rewitalizacji dworów i pałaców powiatu puckiego można wyróżnić trzy równoważne cele: ożywienie społeczne, rozwój gospodarczy oraz ocalenie od całkowitej degradacji cennych obiektów dziedzictwa kulturowego. Dwory i pałace mogą pełnić funkcję turystyczną, kulturalną, publiczną lub mieszkaniową. Wykorzystanie istniejącego potencjału i nadanie obiektom rezydencjonalnym któreś z trzech pierwszych wymienionych funkcji stwarza nowe miejsca pracy, a w przypadku funkcji turystycznej lub kulturalnej generowany jest dodatkowo miejscowy popyt także na inne usługi. Powstają zatem nowe przedsiębiorstwa handlowe i usługowe, zaspokajające kompleksowo potrzeby turystów. W takich przypadkach nowe miejsca pracy powstają nie tylko w nowo zaadaptowanych dworach i pałacach, ale również we wszystkich innych punktach uzupełniających ofertę turystyczną.

1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania jest rewitalizacja dworów i pałaców na terenie powiatu puckiego. Powiat ten położony jest w województwie pomorskim nad zatoką pucką. Atrakcyjne położenie, walory klimatyczne, doskonałe warunki do uprawiania sportów wodnych, to zalety powiatu, który zachowuje kaszubski koloryt, ale jednocześnie otwiera się na potrzeby turystyki nadmorskiej. Oferta turystyczna jest różnorodna i bogata, w skład jej wchodzi m.in. zabytkowe dwory i pałace, które po rewitalizacji przekształcono w obiekty hotelarsko-gastronomiczne. Zespoły dworsko-parkowe zachowały się głównie na terenach dwóch gmin: Krokowej i Pucka, a jeden majątek znajduje się w gminie Kosakowo. Większość z tych obiektów ma wielowiekową metrykę, sięgającą niekiedy czasów średniowiecza. Do najstarszych należą rezydencje w Krokowej, Rzucewie, czy Kłaninie.

Obiekty rezydencjonalne, nie tylko te znajdujące się na analizowanym obszarze, ale również na terenie całego kraju, są w różnym stanie technicznym. Wiele obiektów niszczeje, zarówno poprzez brak działań konserwatorskich mających na celu poprawienie ich stanu technicznego, jak i nieumiejętne i przeprowadzane bez konsultacji z konserwatorem remonty, prowadzące do destrukcji zabytkowych nieruchomości (Wrana i Jarocka-Mikrut 2013). Wykorzystywane w nieodpowiedni

sposób lub zupełnie opuszczone i zaniedbane. Poza tym, że z punktu widzenia historii i architektury są bardzo cenne, to są one także dużym, ale niestety niedocenianym potencjałem rozwojowym.

Na potrzeby zagadnienia wybrano trzy obiekty, które po upadku Państwowych Gospodarstw Rolnych zostały zagospodarowane i pełnią funkcje turystyczno-hotelarskie, konferencyjne i rekreacyjne. Połączenie wielu funkcji turystycznych sprawia, że takie obiekty mają szansę przetrwać i stać się dużą atrakcją zarówno dla powiatu, jak i województwa, na terenie którego powstają. Celem pracy jest wykazanie, że właściwe wykorzystanie istniejących jeszcze dworów i pałaców może przyczynić się do rozwoju gospodarczego i aktywizacji społeczności postpegeerowskich.

2. Opis zagadnienia

O potrzebie rewitalizacji różnych obszarów i obiektów mówi się coraz więcej. Rewitalizacja jest pojęciem odnoszącym się do wielu różnorodnych dziedzin (społeczna, ekonomiczna, prawna, planistyczna – przestrzenna). Celem działań rewitalizacyjnych dotyczących zabytkowych obiektów jest znalezienie dla nich nowego zastosowania oraz przywrócenie pierwotnego charakteru, tak, aby dać im szansę na drugą świetność. Najczęściej dzieje się to za pomocą nadawania zabytkowym rezydencjom funkcji komercyjnych. W Europie Zachodniej problemem rewitalizacji zdegradowanych obszarów miejskich i zespołów budynków zajęto się już w latach 70 ubiegłego stulecia. O rewitalizacji w Polsce zaczęto mówić dopiero w latach 90.

Czym jest rewitalizacja? Jest to proces wyprowadzania ze stanu kryzysowego obszarów zdegradowanych, w których doszło do degradacji przestrzennej i społecznej (degradacja przestrzenna wiąże się ze zniszczeniem wyposażenia technicznego i zabudowy; degradacja społeczna natomiast prowadzi do marginalizacji, deprywacji i wykluczenia społecznego) (Wańkowicz 2011), prowadzony kompleksowo, poprzez zintegrowane działania na rzecz lokalnej społeczności, przestrzeni i gospodarki. Działania te są skoncentrowane terytorialnie co oznacza, że dotyczą wybranego, niewielkiego obszaru gminy (Dz.U. 2017).

Rewitalizacji nie prowadzi wyłącznie gmina – udział w niej biorą interesariusze, którymi mogą być podmioty publiczne, prywatne, organizacje pozarządowe, a przede wszystkim mieszkańcy. Rolą gminy jest koordynacja i odpowiednie zaprogramowanie tego procesu.

W Polsce wciąż znajduje się wiele dworów, pałaców i zamków, które popadają w ruinę z powodu braku środków na renowację, trudności w utrzymaniu lub adaptacji do nowych funkcji, nieznamość prawa adaptacji nieruchomości zabytkowych, konfliktów związanych z prawem własności i wielu innych czynników, które uniemożliwiają wprowadzenie jakichkolwiek zmian w obiektach zabytkowych. Największa odpowiedzialność za utrzymanie zabytku w dobrym stanie i wykorzystywanie go w należyty sposób spoczywa na właścicielach i użytkownikach. W związku z tym, że własność obiektów zabytkowych coraz częściej przechodzi z sektora publicznego do sektora prywatnego, to właśnie na sektorze prywatnym spoczywają obowiązki związane z konserwacją i odnową zabytków. Organy rządowe i samorządowe, zgodnie z ustawą o ochronie zabytków, zobowiązane są do zapewnienia warunków prawnych i finansowych dla ochrony zabytków, by pomóc właścicielom majątków w wypełnianiu ich prawnych obowiązków. Pomimo, iż ustawa bardzo szeroko definiuje pojęcie obiektów zabytkowych podlegających ochronie, to wszystkie środki pomocy państwa dotyczą tylko obiektów wpisanych do Krajowego Rejestru Zabytków.

Zgodnie z polskim prawem wszelkie prace budowlane przy zabytkowych zabudowaniach można prowadzić tylko posiadając właściwe zezwolenie, wojewódzkiego konserwatora zabytków. Często trudne do rozwiązania problemy pojawiają się już na samym początku, na etapie zatwierdzenia projektu przystosowania obiektów zabytkowych do nowych funkcji. Zasady i tryb udzielania zezwoleń na prowadzenie prac konserwatorskich oraz warunki ich prowadzenia i kwalifikacje osób, które mają prawo prowadzenia tej działalności określają rozporządzenia Ministra Kultury. Mówią one szczegółowo o trybie udzielania zezwoleń na prowadzenie prac konserwatorskich przy zabytkach oraz warunkach ich prowadzenia. Jest to żmudny i skomplikowany proces, który wymaga wielu kompromisów między zasadami sztuki konserwatorskiej, a oczekiwaniami inwestora (Makiewicz 2010).

W związku z małymi możliwościami budżetu państwa, który nie jest w stanie realizować najbardziej pilnych programów pomocowych, prywatni inwestorzy chcący inwestować w zabytki

stają się często jedyną szansą na uratowanie obiektu przed całkowitą degradacją. W tym wypadku stworzenie z chronionego zabytku obiektu komercyjnego, takiego jak hotel, restauracja czy muzeum, jest jak najbardziej uzasadnione. Niejednokrotnie właściciel zabytkowego majątku chce użytkować obiekt w sposób odbiegający od pierwotnych funkcji, wymagający wielu zmian wewnątrz, wystroju czy rozbudowy, w momencie gdy przepisy wykonawcze oczekują od inwestora wysokich nakładów pieniężnych i stworzenia miejsca przypominające to z dawnych lat.

Aby obiekt dobrze spełniał funkcję turystyczną (hotel, gastronomia, muzeum), konieczna jest realizacja przyjętych norm i zasad powszechnie obowiązujących, takich jak: instalacja, wystrój, komunikacja wewnętrzna. Niezbędne jest niemalże generalne przeobrażenie obiektu, w sposób zupełnie odbiegający od pierwotnego wyglądu i funkcji. Właśnie w tym wypadku najczęściej dochodzi do konfliktów między służbami konserwatorskimi, a inwestorem. W sytuacji, kiedy właściciel pragnie wykorzystać nieruchomość zgodnie z własnym pomysłem, a służby konserwatorskie chciałyby utrzymać oryginalną formę zabytku, niezbędny jest rozsądny kompromis.

Taki kompromis jest nie tylko ważny dla inwestora czy konserwatora zabytków, ale także dla dobra i przetrwania obiektu zabytkowego. Natomiast gdy kompromis nie jest możliwy, inwestor wycofuje się z inwestycji i wówczas stan techniczny danego obiektu tylko się pogarsza (Makiewicz 2010).

Duże znaczenie dla zespołów pałacowo-parkowych miały przekształcenia wsi polskiej, które wpłynęły na stopień dewastacji ich krajobrazu kulturowego.

Państwowe Gospodarstwo Rolne było formą socjalistycznej własności ziemskiej w Polsce na przestrzeni lat 1949-1993. PGR-y miały być wzorcowymi gospodarstwami, cechującymi się dużą produktywnością i rentownością. Rzeczywistość okazała się jednak inna (Ogórkiewicz i Pęska 2014) – zdecydowana większość pegeerów była niewydajna, prowadzono w nich gospodarkę ekstensywną, którą często cechowały chaos, marnotrawstwo i zaniedbanie. Symbolem tego ostatniego były dawne ziemiańskie dwory i pałace, przejmowane zazwyczaj przez państwowe gospodarstwa i szybko doprowadzone do ruiny (Kochanowski 2013). Niewłaściwy sposób zagospodarowania i brak troski o stan założeń pałacowo-parkowych i dworsko-parkowych w czasie użytkowania ich przez PGR spowodowały całkowite zniszczenie wielu rezydencji i słabą kondycję techniczną większości. Adaptacja budynku dawnej rezydencji do nowych funkcji pociągała za sobą także zmiany w jego otoczeniu. Parki dworskie i pałacowe pełniły po drugiej wojnie światowej funkcję rekreacyjną dla mieszkańców całej wsi, wprowadzano również do nich nowe elementy zagospodarowania, wśród których należy wymienić: ogródki warzywne, sady oraz drobną zabudowę gospodarczą: chlewiki, magazyny, szopy, itp. W konsekwencji walory kompozycyjne większości parków zostały częściowo lub też całkowicie utracone. W konkluzji należy stwierdzić, że w wyniku działalności inwestycyjnej państwowych gospodarstw rolnych w latach 1949 – 1991 została wprowadzona na tereny wsi folwarcznych zabudowa oparta na typowych rozwiązaniach, z trudem dająca się wkomponować w granice przestrzenne zabytkowych układów, wręcz tworząca z istniejącą zabudową układy wyraźnie antagonistyczne (Rzeszutarska-Pałka 2016).

Działalność inwestycyjna PGR wywarła destrukcyjny wpływ na stan zachowania wielu obiektów zabytkowych, jednak po 1991 r. proces dewastacji w wielu przypadkach nie został zahamowany. Duża liczba obiektów, które w latach 90. XX w. w wyniku reformy rolnej przeszły pod zarząd Agencji Nieruchomości Rolnych i zostały w ciągu ostatnich lat sprzedane, oddane w dzierżawę lub wciąż pozostają pod opieką ANR, nadal niszczeje. Agencja nie prowadzi żadnej kontroli nad założeniami, które zostały oddane w dzierżawę, dlatego też dzierżawcy licznych zabytkowych obiektów wymagających podjęcia pilnych prac rewaloryzacyjnych czekają, aż popadną one w zupełną ruinę i spadnie z nich obowiązek konserwacji zabytku. Służby ochrony zabytków również nie monitorują stanu zachowania obiektów wpisanych do rejestru, czy też ewidencji zabytków nieruchomych. Z kolei, wynikiem zapisów umieszczonych w Ustawie o gospodarowaniu nieruchomościami rolnymi Skarbu Państwa, dopuszczających sprzedaż całości lub też części mienia, jest rozdrobnienie historycznej zwartej struktury założeń folwarcznych i oderwanie zespołu pałacowo-parkowego lub dworsko-parkowego od dziedzina gospodarczego (Rzeszutarska-Pałka 2016).

Państwowe Gospodarstwa Rolne zostały zlikwidowane jako podmioty prawne ustawą z 19 października 1991 r., a ich majątek przejęła wspomniana już wcześniej Agencja Własności Rolnej Skarbu Państwa (obecnie Agencja Nieruchomości Rolnych). Likwidacja sektora państwowego była nieunikniona i w długim horyzoncie czasowym przyniosła korzyści, ale metody działania były wielce nieprzemyślane. Szybka likwidacja 1666 gospodarstw państwowych doprowadziła do żywiołowych procesów dewastacji majątku (budynków, sprzętu i urządzeń technicznych), olbrzymiego zadłużenia, ograniczenia produkcji, pojawienia się dużej grupy bezrobotnych, wzrostu powierzchni gruntów odlogowanych oraz przejęcia znacznych powierzchni użytków rolnych przez tzw. nomenklaturę i spekulantów. Korzyści wynikające z likwidacji PGR to przede wszystkim poprawa struktury wielkościowej gospodarstw rolnych. Powstanie prywatnych wielkoobszarowych gospodarstw zbliżyło strukturę polskich gospodarstw do gospodarstw Unii Europejskiej.

W artykule przedstawione zostaną zespół pałacowo-parkowy w Rekowie Górnym, Rzucewie oraz w Sławutówku, którym nadano funkcje komercyjne. Zaprezentowane obiekty mają wspólny mianownik – łączy je historia minionych wieków. W dawnych czasach pałace, zamki, dwory epatowały wystawnością, pięknem i splendorem, były niejako wizytówką rodów, które je zamieszkiwały. Nie zawsze los wobec takich obiektów był łaskawy, wiele z nich zostało w znacznym stopniu zniszczonych lub zdewastowanych. Na szczęście, w ostatnich latach, wielu tym obiektom udało się przywrócić dawny blask.

Rekowo Górne miejscowość znana od 1393 r., wówczas własność rycerska Ścibora z Krostkowa, następnie w posiadaniu zakonu krzyżackiego. Od 1772 r. własność skarbu pruskiego, w 1871 r. majątek nabył radca Hagen z Sobowidza. Jego staraniem zbudowano w centrum wsi pałac (Barton-Piórkowska 2016) eklektyczny, posiadający wiele elementów architektury włoskiej. Parterowy, z piętrem nad częścią środkową, z mieszkalnym poddaszem oraz wysoką sutereną. Prostokątny, z niższą przybudówką i wysoką, kilkukondygnacyjną wieżą od wschodu oraz tarasem wspartym na słupach przy elewacji tyłnej w otoczeniu niewielkiego parku. Kolejnym właścicielem majątku ok. 1910 roku został dr Paul Mahncke, znakomity gospodarz, u którego nauki w dziedzinie uprawy roli pobierał graf Albrecht von Krockow pochodzący z najzamożniejszego z rodów zamieszkujących północne Kaszuby. Dobudowana zostaje kuźnia i gorzelnia, po dziś dzień służąca mieszkańcom Rekowa, jako kaplica św. Huberta. Około 1940 roku podczas II wojny światowej rodzina Mahncke zostaje zmuszona do opuszczenia pałacu. Pałac staje się opuszczony i niszczeje. Remontowany dopiero w 1959 i 1978 roku, z częściową przebudową wnętrza (Rol i Strzelecka red. 1989). Około 1960 roku majątek został przekształcony w Państwowe Gospodarstwo Rolne. Powstał na jego terenie Warzywniczy Zakład Doświadczalny, a w pałacu mieściły się biura, świetlica, biblioteka oraz kawiarenka, a nawet mieszkanie. Dopiero w 1994 roku pałac powrócił w prywatne ręce, stał się własnością Kazimierza Okroja lokalnego przedsiębiorcy (Jabłoński 1989). Po gruntownym remoncie, przeprowadzonym w 2007 roku przez kolejnego właściciela, obecnie we wnętrzu mieści się hotel i restauracja „Wieniawa”. Wprowadzone zostały elementy nowoczesności, jak winda, czy ogrzewanie geotermalne. Pamiętając, że jest to zabytek z XIX wieku pod opieką konserwatora zabytków. O niezwykłym charakterze obiektu decyduje zabytkowa architektura i 3 – hektarowy park z imponującymi okazami starodrzewu, który odzyskał ducha dawnych czasów, stając się wspaniałym miejscem do spacerów i zabaw. W pałacu jest 16 klimatyzowanych pokoi, tuż obok w wybudowanym współczesnym dworcu znajduje się kolejne 15 pokoi oraz SPA, z basenem, sauną suchą, łaźnią parową. Swoim gościom hotel oferuje 2 restauracje, jedna ze słonecznym tarasem z widokiem na park oraz pub w piwnicach pałacu. Można również wypróbować całoroczne korty tenisowe, symulator gry w golfa oraz boiska do gier zespołowych, a także wziąć lekcje gry w golfa. Na klientów biznesowych oczekuje 5 sal konferencyjnych z wyposażeniem, firma specjalizuje się również w organizacji imprez firmowych, wesel, przyjęć, wieczorów zdrowotnych. W wywiadzie udzielonym dla wybrzeze24.pl współwłaścicielka i dyrektor generalny Pałacu Hotelu Wieniawa Dorota Karnikowska wypowiedziała się: „Pomysł na pałac w Rekowie jest autorstwa mojego taty Mieczysława Pohla. Nazwa Wieniawa, to herb szlachecki rodziny Pohl. Znalazłam złoty środek między odrobiną luksusu, niewymuszoną elegancją, a rodzinną, kameralną atmosferą. Tak bywało w szlacheckich posiadłościach i tak jak dawna arystokracja ma czuć się u nas gość. Dzisiaj pałac

i park to jedna, harmonijna całość utrzymana w duchu dawnych czasów. Brama jest otwarta. Odwiedzają nas dzieci z miejscowej szkoły. Jest to dla nich element edukacji o przeszłości tego miejsca, w którym żyją”.

W tym przypadku inwestor miał wsparcie lokalnego Stowarzyszenia Rozwoju Północnych Kaszub „Norda”. I tak w Wieniawie spłotyły się XIX wieczne tradycje, tradycyjna kaszubskość i współczesność kształtowana przez ludzi.

Kolejną miejscowością, w której znajduje się zespół pałacowo-parkowy jest Rzucewo. Pierwsza wzmianka pochodzi z 1380 r., jako własność braci Mikołaja i Tymoteusza Schoneggke. Za czasów Rzeczypospolitej wieś należała do rodziny Bolszewskich, a od 1578 r. do rodu Wejherów. Ernest Wejher pod koniec XVI w. wznosił w tym miejscu tzw. I dwór Wejherów. Dziełem Jana, syna Ernesta, była odbudowa dworu w 1626 r., zniszczonego przez Szwedów, zaznaczonego na mapie z 1655 r. Z kolei jego syn Jakub, wnuk Ernesta, uporządkował rodzinne finanse, odzyskując zastawione w międzyczasie dobra rzucewsko-wejherowskie. W latach 1676-81 majątek był własnością Radziwiłłów, następnie króla Jana III Sobieskiego i jego synów. W 1720 r. Piotr Jerzy Przebendowski, wojewoda malborski, kupił włości rzucewsko-wejherowskie i osiadł w Rzucewie, po nim jego bratanek Ignacy. Kolejnym właścicielem stał się w 1782 r. angielski kupiec Aleksander Gibsons, który odstąpił dobra rodzinie Keyserlingków. W 1827 r. nastąpił podział klucza na oddzielne majątki wejherowski i rzucewski. Ten ostatni przeszedł drogą mariażu do rodziny Below, w posiadaniu której pozostał do 1945 r. Pałac, wzniesiony w 1845 r., stanowi kolejną siedzibę w tym samym miejscu. Zaprojektowany przez Augusta Friedricha Stülera z Berlina dla Gustawa Fryderyka von Below i jego małżonki Emmy Gertrudy z domu. Keyserlingk, podobno za namową króla pruskiego Fryderyka Wilhelma IV, którego von Below był adiutantem, jako neogotycki, nawiązujący formą do warownego zamku położonego na nadmorskim klifie, w typie modnej wówczas siedziby romantycznej. Bryła o licowanych ceglą elewacjach, składa się z dwóch skrzydeł: zach., piętrowego z niewysoką wieżą oraz z wsch., trójkondygnacyjnego, ujętego w narożach wieżyczkami, z dominantą w narożniku pn.- wsch. w formie wyższej wieży. W trakcie przednim skrzydła zach. mieści się obszerna sień nakryta sklepieniem sieciowym, ze zwornikami zdobionymi kartuszami herbowymi. W wieży zach. odtworzona dawna biblioteka z ekspozycją dotyczącą historii włości, także z pamiątkami rodzinnymi. Od strony pn. połączony z pałacem tzw. Domek Myśliwski. Nad wejściem głównym pod portykiem widnieją herby von Belowów i Keyserlingków, imiona i nazwiska fundatorów oraz rok ukończenia budowy 1845 rok. Na uwagę zasługuje malownicze położenie pałacu. Obszerny park zaprojektowany przez cenionego wówczas nadwornego projektanta rodziny królewskiej Petera Josepha Lenné, usytuowany na skarpie opadającej w stronę Zatoki Puckiej, z licznymi okazami starodrzewu m.in. szpalerem grabowym, według tradycji został założony w czasach króla Jana III Sobieskiego, podobnie jak czterorzędowa aleja lipowa, prowadząca wzdłuż brzegu aż do Osłonina. Na pd. od parku, na stoku wysokiego brzegu zachowały się ruiny kaplicy grobowej rodziny Below. Na pn. od zespołu pałacowo-parkowego dotrwała część zabudowań folwarku, skupionych pierwotnie wokół dwóch dziedzińców gospodarczych (Barton-Piórkowska 2016).

Przez cały okres świetności pełnił rolę arystokratycznej letniej rezydencji rodziny Belowów i Keyserlingków. Po II wojnie Rzucewo stało się własnością Państwa Polskiego. Majątek uległ parcelacji. Część gospodarczą przejęło Państwowe Gospodarstwo Rolne, a w pałacu umieszczono Technikum Hodowli Roślin i Nasiennictwa oraz Zasadniczą Szkołę Zawodową. II wojnę światową pałac i ogród przetrwały bez uszczerbku. Od 1971 roku pałac pełnił funkcję obiektu kolonijnego. W 1975 roku pałac opuściła szkoła. Od tego czasu zaczął się proces niszczenia obiektu. Właścicielami byli kolejno Zarząd Portu w Gdyni, Stocznia Gdańska im. Lenina, Urząd Wojewódzki w Gdańsku. Wszyscy zamierzali zamienić obiekt na ośrodek wypoczynkowy. Tymczasem wyposażenie pałacu – stylowe meble, piece, elementy dekoracji – znikały. 22 kwietnia 1983 roku pałac przejął Centralny Związek Spółdzielni Rękodzieła Ludowego i Artystycznego „Cepelia”, któremu udało się wykonać wiele ważnych prac budowlanych m.in. podniesiono dach w lewym skrzydle pałacu, stropy drewniane zastąpiono żelbetonowymi, wymieniono zniszczone okna oraz większą część starych tynków wewnętrznych. W 1994 roku pałac kupił wejherowski przedsiębiorca T. Marciniak, który po 2,5 roku intensywnych prac przywrócił go do świetności, jako obiekt świadczący usługi hotelarskie,

gastronomiczne oraz rekreacyjne. Dokończono prace rozpoczęte przez „Cepelię”: wykończono klatki schodowe, ozdobne, witrażowe okna na parterze, wymieniono parkiety, wyposażono pałac w stylowe meble. Wybudowano stajnię na miejscu dawnej chlewni, krytą ujeżdżalnię w dawnej stodole, korty tenisowe, a wewnątrz pałacu, oprócz części noclegowej oraz restauracyjnej, stylową winiarnię, saunę rzymską oraz siłownię (Rzucewo. Zarys historii ziem i pałacu 2005). Urokliwe położenie pałacu zapewnia gościom wypoczynek, a także warunki do spotkań służbowych. Na przyjeźdźnych czekają komfortowo wyposażone pokoje, m.in. apartament królewski i pokój w baszcie. Ponadto kilka sal wykładowych/restauracyjnych oraz stylowe pomieszczenia, w których można zorganizować spotkanie biznesowe lub rodzinne. Dla firm szkoleniowych przewidziano 50 miejsc noclegowych. Do dyspozycji gości są również: rzymska sauna, siłownia, sala bilardowa i położony w sąsiedztwie Domek Myśliwski. Jest również wykwinna restauracja. Dodatkowe atrakcje w postaci konnych przejażdżek po plaży, otoczenie parkowe z wieloma okazami starodrzewu i egzotycznych roślin, piesze i rowerowe wycieczki Aleją Sobieskiego, ocenioną kilkusetletnimi lipami (Kamińska 2017). Pałac nazwano Zamek Jan III Sobieski, jest miejscem wypoczynku dla ludzi ceniących spokój i wygodę oraz dla tych, których urzekła historia.

Sławutówko pierwsza wzmianka o wsi pochodzi z 1277 roku. Około połowy XVII wieku swój ówczesny dwór w dolinie rzeki Gizdepki, w Sławutówku na sprzedaż wystawiają Wejherowie. Nowym właścicielem został król Jan III Sobieski (w latach 1685-1696). W 1888 r. osiada w nim pruska rodzina von Below, inicjując założenia parkowo-krajobrazowe i zakładając młyn. W 1906 r. kolejnym właścicielem zostaje wnuk Emmy i Gustawa – dyplomata pruski Paul Henrich Teodor von Below, który w latach 1910-1920 przebudował stary dwór na obszerną rezydencję zimową, jako że jedyny z ich posiadłości posiadał ogrzewanie (Kamińska 2017). W 1925 roku majątek trafił w ręce Henrietty i Gustawa von Below. Z powodu ciągłej nieobecności męża, majątkiem zarządzała Henrietta, Gustaw był wówczas wybitnym dyplomatą m.in. w Watykanie. Sam senior Gustaw po latach osiadł na Kaszubach, gdzie zmarł w wyniku ataku serca w 1940 r. Majątkiem w ostatnich latach życia Gustawa zajmował się wnuk – hrabia Albrecht von Krockow. Budynek postawiony jest na planie litery L, ma dwie kondygnacje, wykonany jest z cegły. Stylizowany jest na zamek. Ma czterospadaowy dach, a wieżyczka kryta jest dachem namiotowym. Oprócz pałacu pozostał zespół folwarczny, młyn przy rzeczce Gizdepka oraz grób położony w lesie. Pochowano tam Gustawa oraz Henriettę, którą zamordowano bestialsko przez Rosjan w 1945 r. ostatnią właścicielkę. Po zakończeniu wojny zabytkowe zabudowania uległy dewastacji, a pałac przekształcono na budynki Państwowego Gospodarstwa Rolnego (www.palacbelow.pl). Zrujnowany majątek o powierzchni ok. 140 ha w 1996 roku od dawnej Agencji Własności Rolnej Skarbu Państwa nabyła polska spółka SLA należąca do wójta gminy Krokowa Henryka Doeringa i jego matki. W 2002 roku odsprzedano go spółce o nazwie Instytut Rozwoju Regionalnego i Współpracy, której większościowym udziałowcem jest Ulrich von Krockow potomek historycznych właścicieli. Nowy właściciel przeprowadził gruntowny remont obiektu i urządził w nim obiekt hotelowy wraz z restauracją, nazywając go Pałac Below (Nasz Dziennik 2009). W pałacu miejscem centralnym jest sala kominkowa. Na przestrzeni 100 lat odbywały się tu liczne spotkania dyplomatyczne Gustawa. Zachowały się schody, podłoga i boazeria, czy szafa w sypialni.

W mediach pojawiało się dużo artykułów dotyczących toczącego się od dłuższego czasu postępowania sądowego w sprawie otrzymania obywatelstwa polskiego przez Albrechta von Krockow, pomimo przynależności do SS i jego syna Ulricha oraz możliwości nabycia pałacu i ziemi w Sławutówku (Gazeta Wyborcza 2008, 2013, Dziennik Bałtycki 2013, 2014). Na jednym z forów internetowych pojawiła się informacja, iż od maja 2013 roku pałac ma nowych właścicieli. Po kolejnym remoncie pałac został otwarty w marcu 2016 roku. Obecnie funkcjonuje tylko w okresie od maja do września. Natomiast w zabudowaniach folwarcznych został w lipcu 2017 r. otwarty Park Ewolucji, który niestety zupełnie nie współgra z zabytkowym otoczeniem.

3. Przegląd literatury

Największy wpływ na powstanie niniejszego opracowania miała przemyślnie dobrana literatura. Jako, że w artykule porusza się kilka aspektów procesu rewitalizacji dworów i pałaców jest ona zróżnicowana i interdyscyplinarna. W celu uzyskania informacji dotyczących procesu

rewitalizacji posłużono się następującymi publikacjami: Wrań i Jarocka-Mikrut 2013, Wańkowicz 2011, Dziennik Ustaw 2017, Makiewicz 2010, Gawęł 2013. Dane dotyczące tematu Państwowych Gospodarstw Rolnych uzyskano ze źródeł: Ogórkiewicz i Pęska 2014, Kochanowski 2013, Rzeszotarska-Pałka 2016. Literatura bezpośrednio związana z analizowanymi obiektami to: Barton-Piórkowska 2016, Jabłoński 1989, Rol i Strzelecka red. 1989, Rzućewo. Zarys historii ziem i pałacu 2005, Kamińska 2017 oraz strony internetowe www.palacbelow.pl, www.hotelwieniawa.com, www.zameksobieski.pl.

4. Podsumowanie

Zabytkowe obiekty, które pełnią obecnie inną funkcję niż ich pierwotna, są dużą atrakcją turystyczną, zwłaszcza jeśli takie obiekty dodatkowo zlokalizowane są w regionie cieszącym się popularnością wśród turystów (Gawęł 2013). Tak, jak jest to w przypadku powiatu puckiego.

Dwory i pałace mogą pełnić funkcję turystyczną (np. hotele, restauracje), kulturalną (np. muzea, galerie), publiczną (np. szkoły, ośrodki zdrowia, urzędy) lub mieszkaniową. Wykorzystanie istniejącego potencjału i nadaniu obiektom rezydencjonalnym którejś z trzech pierwszych wymienionych funkcji stwarza nowe miejsca pracy, a w przypadku funkcji turystycznej lub kulturalnej generowany jest dodatkowo miejscowy popyt także na inne usługi. O atrakcyjności turystycznej nie świadczy bowiem tylko obecność wypoczynkowych, krajobrazowych czy specjalistycznych walorów turystycznych, ale także dostępność komunikacyjna oraz infrastruktura turystyczna, na którą składa się baza komunikacyjna, noclegowa, żywieniowa i towarzysząca. Powstają zatem nowe przedsiębiorstwa handlowe i usługowe, zaspokajające kompleksowo potrzeby turystów. W takich przypadkach nowe miejsca pracy powstają nie tylko w nowo zaadoptowanych dworach i pałacach, ale również we wszystkich innych punktach uzupełniających ofertę turystyczną.

Można więc podsumować, iż ponowne „ożywienie” zabytkowych rezydencji jest czynnikiem pozytywnie modyfikującym otoczenie.

5. Literatura

- Abramowicz D (2014) Albrecht von Krockow bez polskiego obywatelstwa, Dziennik Bałtycki: 28.11.14
- Barton-Piórkowska J (2016) Program opieki nad zabytkami powiatu puckiego na lata 2016-2019: 70-71
- Daszczyński R (2008) Polskie nadzieje rodu von Krockow, Gazeta Wyborcza Trójmiasto: 12.12.08
- Daszczyński R (2013) Kontrowersje wokół Albrechta von Krockow, Gazeta Wyborcza Trójmiasto: 02.08.2013
- Dziennik Ustaw 2017, poz. 1023
- Gawęł I (2013) Współczesna oferta hotelowa dawnych rezydencji ziemiańskich w okolicach Słupska: 3
- <http://wybrzeze24.pl/aktualnosci/palac-hotel-wieniawa-gosc-ma-sie-czuc-jak-dawna-arystokracja> (pobrano 14.10.2017)
- <https://hotelwieniawa.com/>
- <http://www.palacbelow.pl>
- <http://zameksobieski.pl/>
- Jabłoński A (1998) Wędrowki po Kaszubach: 63-70
- Kamińska B (2017) Dwory i Pałace Północnych Kaszub: 33-44
- Kochanowski J (2013) Pegeery, Pamięć.pl Biuletyn IPN, nr 11: 54-55
- Makiewicz K (2010) Rewitalizacja zespołu pofolwarcznego w Prusimiu na Skansen Oleanderski Olandia:19-21
- Niemkiewicz P, Kościelniak R (2013) Mieszkańcy biorą Albrechta grafa von Krockow w obronę, Dziennik Bałtycki: 05.08.13
- Ogórkiewicz M, Pęska A (2014) Prawne aspekty powojennych form organizacyjnych mających na celu usprawnienie produkcji rolnej, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Rocznik 2014, nr IV/2: 1203-1215

- Rol B, Strzelecka I (red.) (1989) Puck, Żarnowiec i okolice: 48
- Rzeszotarska-Pałka M (2016) Waloryzacja krajobrazu wsi popegeerowskich z terenu Pomorza Zachodniego, Przestrzeń i forma, nr 26: 283-292
- PPH Kaszub (2005) Rzucewo. Zarys historii ziem i pałacu: 3-11
- Wańkiewicz W (2011) Rewitalizacja i planowanie przestrzenne stref społecznie wykluczonych – poradnik: 25-28
- Wrana J, Jarocka-Mikrut A (2013) Nowa szansa dla obiektów zabytkowych poprzez przeprowadzenie rewitalizacji i wprowadzenie funkcji użytkowych, Budownictwo i Architektura, vol.12 nr 3: 271-278

4. Mariaż tradycji z nowoczesnością - przekształcenia zabytkowych rezydencji w obiekty hotelarskie

The marriage between traditions and novelty – the transformation of historic residences into hotel facilities.

Kubasik-Rompa Iwona

Instytut Historii i Politologii, Wydział Filologiczno-Historyczny, Akademia Pomorska w Słupsku
Opiekun naukowy: dr hab. J. Szymański

Kubasik-Rompa Iwona: yvonne2901@wp.pl

Słowa kluczowe: zabytek, zamek, dwór, pałac, rewitalizacja.

Streszczenie

Praca obejmuje tematykę przekształceń zabytkowych rezydencji w obiekty hotelarskie. Pomysł przekształcania dworów i pałaców w hotele szybko zyskał na popularności. Hotelarstwo w zabytkowych obiektach jest oryginalną kombinacją usług noclegowych, turystyki krajoznawczej, ale też obcowaniem i poznawaniem dziejów, kultury narodu. Adaptacja zabytkowych obiektów odbywa się głównie w województwach, które mogą poszczycić się dużą ilością zabytkowych obiektów na swoim terenie.

Zamki, pałace i dwory od wielu wieków stanowiły centrum życia społecznego. Tętniły życiem, zapewniały pracę wielu ludziom, stanowiły ważny punkt na mapie. Jednak znaczenie tych obiektów zostało zatrzymane przez obie wojny światowe, które przyczyniły się do upadku lub zniszczenia wielu zabytkowych budowli. Po II wojnie majątki ziemskie znacjonalizowano. W rezydencjach utworzono biura lub mieszkania dla pracowników Państwowych Gospodarstw Rolnych. W skutek tego część z nich została ograbiona, zniszczona i straciła swoją pierwotną funkcję. Ponownie odkryto ich urok w latach 90. XX po upadku pegeerów. Zaczęto przebudowywać zabytkowe obiekty tak, aby przystosować je do pełnienia różnych funkcji: turystyczna (hotele, pensjonaty, restauracje), kulturalna (muzea, galerie), publiczna (szkoły, ośrodki zdrowia, urzędy) lub mieszkaniowa. Wiele zabytkowych obiektów zostało wyremontowanych i odrestaurowanych, bardzo często przez prywatnych inwestorów. Każdy zamek, dwór lub pałac ma swoją własną historię, swój specyficzny, unikatowy klimat. Same w sobie stanowią atrakcję turystyczną, ponieważ reprezentują dziedzictwo kulturowe regionu, a oprócz tego mają dla swoich gości specjalną ofertę bogatą w różnorodne atrakcje.

1. Wstęp

Co roku kolejne zabytkowe rezydencje znajdujące się na ziemiach polskich są rewitalizowane, restaurowane lub odbudowywane, a celem tych działań jest nadanie im funkcji hotelarskiej (Rouba, Cudny 2011). Zabytki architektury i budownictwa są bardzo istotne dla turystyki. Razem z historycznymi zespołami urbanistycznymi miast i wiejskimi zespołami zabytkowymi są docelowymi punktami turystycznymi, które nie od dziś zajmują czołowe miejsca w przewodnikach turystycznych (Lijewski, Mikułowski, Wyrzykowski 2008). Z punktu widzenia krajoznawstwa stanowią ważną część dóbr kultury oraz mają ogromną wartość historyczną, naukową, artystyczną oraz nierzadko techniczną (Kruczek, Sacha 2001). Funkcje, które najczęściej obiekty pełnią, to hotelarskie, gastronomiczne, coraz częściej konferencyjne oraz kulturowo – historyczne takie jak muzea, skanseny czy galerie sztuki. Krajoznawcza wartość zabytków architektury w dużym stopniu zależy od ich unikalności, stanu zachowania oraz odpowiedniego i ciekawego zagospodarowanie określonego obiektu czy zespołu krajoznawczego (Kruczek, Kurek, Nowacki 2006). Bardzo istotne jest także usytuowanie tych obiektów, co w dość istotnym stopniu wpływa na atrakcyjność turystyczną danego obszaru (Lijewski, Mikułowski, Wyrzykowski 2008). Z punktu widzenia turysty duże znaczenie mają obiekty, które tworzą swoiste kompleksy pełniące jednocześnie kilka funkcji. Połączenie hotelu z zapleczem gastronomicznym, ośrodkiem konferencyjnym czy muzeum daje możliwość do podwyższenia atrakcyjności nie tylko danego obiektu, ale także miejscowości, w której

obiekt się znajduje oraz gminie czy nawet, w zależności od wielkości i renomy, województwa. Coraz większe znaczenie w ostatnich latach ma turystyka aktywna, która poprzez wysiłek fizyczny oraz wycieczki krajoznawcze wypiera, już dla niektórych nudną turystykę pasywną. Dlatego warto, aby obiekty turystyczne miały w swoich ofertach różnorakie oferty, które w znacznym stopniu podwyższą ich atrakcyjność.

Ruch turystyczny wpływa na rozwój bazy noclegowej, gastronomicznej i towarzyszącej. Coraz większe wymagania turystów przenoszą się na jakość oferowanych usług, dlatego też miejsca noclegowe często umiejscawiane są w zabytkowych obiektach. Jest to coś nowego, co może uprzyjemnić pobyt turystów w danym regionie.

Dziedzictwo materialne, w tym historyczne rezydencje, jako ważne dla turystyki kulturowej stanowią ważny element jej rozwoju. Ogółem turystykę kulturową różnicuje się ze względu na odmienną motywację zainteresowań turystów (Kozak 2014).

Dzisiejsze, szerokie zarówno pod względem typologicznym, jak i chronologicznym, spojrzenie na obiekty i miejsca zabytkowe winno prowadzić do rozpoznania wielości wartości, jakimi mogą się one charakteryzować, wśród których są zarówno wartości kulturowe, jak i społeczno-ekonomiczne. Podobnie, rozpatrując działania związane z odnową, adaptacją oraz współczesnym wykorzystaniem obiektów dziedzictwa kulturowego, trzeba brać pod uwagę, iż ich oddziaływanie na rzeczywistość społeczno-gospodarczą może być wieloaspektowe. Istotne mogą być efekty ekonomiczne, takie jak tworzenie dochodów i miejsc pracy, powstające bezpośrednio dzięki działalności związanej z zachowaniem, udostępnianiem i interpretacją historycznych obiektów oraz zespołów przez rozmaite podmioty. Obiekty i zespoły zabytkowe mogą bezpośrednio przyczyniać się do tworzenia przychodów na danym obszarze (np. przychody z biletów wstępu oraz bezpośredniego, odpłatnego świadczenia innych usług, takich jak lekcje i warsztaty muzealne, usługi przewodnickie, usługi związane z wyceną obiektów zabytkowych, przychody ze sprzedaży wydawnictw i pamiątek, usług gastronomicznych, noclegowych, finansowych czy prawnych świadczonych przez daną firmę w obiekcie zabytkowym, wynajem powierzchni na cele konferencyjne, koncertowe, sesje zdjęciowe i filmowe). Do tego typu przychodów zaliczyć można także przychody z wynajmu lokali w obiektach zabytkowych na cele mieszkalne, handlowe czy biurowe. Nie zawsze równoważą one koszty utrzymania danego obiektu, lecz np. w przypadku publicznych instytucji kultury pozwalają na wypracowanie dodatkowych środków finansowych uzupełniających dotację od organizatora, przyczyniając się tym samym do obniżenia kosztów funkcjonowania instytucji lub podniesienia jakości i poszerzenia zakresu świadczonych usług. W przypadku podmiotów prywatnych mogą stanowić podstawę ich funkcjonowania (Murzyn-Kupisz 2010).

2. Opis zagadnienia

Zamki, pałace i dwory są ważną częścią polskiego dziedzictwa kulturowego, zarówno w ujęciu materialnym, emocjonalnym, jak też symbolicznym. Od początku swego istnienia kojarzyły się Polakom z tradycją, obyczajem, polską gościnnością.

Powstawanie dworów, czy pałaców w Polsce ma długą historię. Na rozmieszczenie tych obiektów na terenie kraju wpływ miały różne czynniki, m.in. czynniki naturalne, ludnościowe, administracyjne, ekonomiczne oraz polityczne. Wybierając lokalizację obiektu zwracano również uwagę na gęstość i charakter dróg, połączeń kolejowych. Jednak najważniejszym czynnikiem była funkcja, jaką miał pełnić dany obiekt (Gawęł 2013).

Obiekty różnią się położeniem, jakością architektury, stanem zachowania, własnością, funkcją pełnioną współcześnie. Ich dzisiejszy stan był determinowany przez wiele czynników ekonomicznych, politycznych, prawnych i społecznych. Wykorzystanie tych zasobów w związku z dynamicznym rozwojem turystyki kulturowej wymaga zmian w polityce ochrony dziedzictwa i rozwoju turystyki, w tym zwłaszcza zmiany podejścia i wzmocnienia rozwiązań rynkowych. Bez nich zasoby te pozostaną tylko kłopotliwą i kosztowną pamiątką przeszłości (Kozak 2008).

Polska, mimo zniszczeń, jakich doznała w wyniku wojen prowadzonych na jej terenie może poszczycić się dużą liczbą zabytków (Wrana, Jarocka-Mikrut 2013). Ma to swój znaczący wpływ na rynek hotelarski. Szacuje się, że funkcje noclegowe oferuje ok. 250 – 300 obiektów historycznych

poza dużymi miastami. To ogromny rynek, ok. 20 proc. wszystkich hoteli w Polsce. A tylko co trzeci z tych obiektów jest skategoryzowany.

Na podstawie danych z 2006 roku (Kozak 2008) w Polsce są 4532 dwory, pałace i zamki. Najwięcej w województwie wielkopolskim, dolnośląskim, mazowieckim. Oferta obiektów zabytkowych na cele komercyjne jest ważnym i spójnym elementem polskiej branży noclegowej, całkiem dobrze sobie radząc na rynku. Co nie znaczy, że nie ma swoich problemów, ograniczeń i wyzwań.

Według szacunków, ok. 10 – 12 proc. takich obiektów zostało zrewitalizowanych na funkcje hotelowe. Fundamentem specyfiki i głównym wyróżnikiem takich obiektów jest ich lokalizacja i historia. Mogą one stanowić same w sobie atrakcję turystyczną napędzając w ten sposób napływ gości. Najlepszą lokalizacją dla tego typu obiektu jest położenie poza jakimikolwiek skupiskami ludzkimi (ale z dobrym dojazdem), dzięki czemu można osiągnąć specyficzną i indywidualną atmosferę ośrodka, nie będąc jednocześnie narażonym na hałasy zewnętrzne. Z drugiej strony przy przeznaczeniu obiektu historycznego na funkcje hotelowe trzeba się liczyć z pewnymi ograniczeniami wynikającymi z ich funkcji pierwotnej – zamki służyły do celów obronnych, pałace projektowane były jako wielkie domy całosezonowe lub sezonowe dla jednej majątnej rodziny, a z kolei dworki były po prostu większymi mieszkaniami dla szlachty. Narzuca to pewne uwarunkowania architektoniczne i funkcjonalne, nie wspominając o prawnych.

Większość z takich obiektów, szczególnie pałaców i zamków, znajduje się pod ochroną konserwatora i jest wpisana do rejestru zabytków, więc wszelkie adaptacje i zmiany wymagają jego zgody. Podstawą prawną jest tu ustawa o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami z 2003 roku, którą powinien poznać każdy inwestor zamierzający zaangażować się w zakup i prowadzenie obiektu historycznego bez względu na jego funkcję. A obiekty takie mogą też być uznane za pomnik historii, objęte ochroną w ramach parku kulturowego, czy też wpisane na listę światowego dziedzictwa kulturowego. Wszystko to ma swoje wymierne skutki prawne. Przyjęty w polskim prawie model ochrony zabytku skoncentrowany jest nie na ochronie praw przysługujących właścicielowi zabytku, lecz na zachowaniu lub rekonstrukcji dla potomnych materialnego bytu obiektów uznanych za zabytki – przyznaje Maria Bogdoni, rzeczoznawca majątkowy. W tym kontekście własność zabytku staje się niejako ograniczonym prawem rzeczowym, ale dzięki temu jego ochrona jest skierowana przeciw niekorzystnym dla interesu ogólnego działaniom właściciela. Zabytkowy charakter obiektu nakłada więc na inwestora wiele ograniczeń w przystosowaniu nieruchomości do nowej roli, na przykład trzeba zastosować technologię i materiały typowe dla epoki, maksymalnie wiernie odtworzyć dawny stan. Również dostosować funkcjonalność zabytkowych budynków, która znacznie odbiega od dzisiejszych przyzwyczajeń. Podsumowując inwestor musi liczyć się z uprawnieniami konserwatora zabytków przed rozpoczęciem adaptacji zabytkowej nieruchomości na cele komercyjne, w trakcie realizacji inwestycji i po jej zakończeniu. (e-hotelarz.pl 2010).

W ostatnim czasie wzrosło zainteresowanie dworami i pałacami. Część osób traktuje taką inwestycję, jako zabezpieczenie posiadanego kapitału, z kolei inni postanawiają wykorzystać nabytą nieruchomość do prowadzenia działalności gospodarczej. Dawne rezydencje mogą być dobrym miejscem na prowadzenie niewielkiego, ale stylowego hoteliku, restauracji czy „zajazdu”. W takim wypadku najlepszy wybór stanowią budynki położone w miejscowościach wypoczynkowych, czy też zlokalizowane blisko ruchliwych tras, jak na przykład Hotel Wieniawa w Rekowie Górnym, który położony jest nieopodal trasy biegnącej z Trójmiasta na Hel. Istotnym atutem może być również sąsiedztwo jeziora czy lasu. Duże znaczenie dla gości ma fakt, że takie obiekty ze względu na długą i nieraz zagmatwaną historię posiadają swój specyficzny urok. Przykładem nieruchomości, która spełnia te wymogi i może zostać zaadaptowana na hotel lub pensjonat, jest datowany na połowę XIX wieku dwór we wsi Jagodne Małe, w gminie Miłki na Mazurach. Właścicielem tego 15- pokojowego obiektu, o powierzchni 700 mkw., położonego nad jeziorem Jagodne, na działce o powierzchni 1 ha można było zostać za 975 tys. zł. (<http://dom.gratka.pl/tresc/402-11576908-warminskomazurskie-jagodne-wielkie-jagodne-male.html>). Obecnie obiekt posiada już właściciela. Pozytywnym tego rodzaju inwestycji jest fakt, że takie obiekty można kupić nieraz za jedynie część ich wartości, jeżeli zadeklaruje się rewitalizację danej nieruchomości. Dodatkowo uzyskać można różnego rodzaju ulgi podatkowe, czy dotacje celowe na wykonanie odpowiednich prac konserwatorskich lub

budowlanych, które mogą stanowić nawet 50-75 procent całości inwestycji - tutaj można posłużyć się przykładem Pałacu Mysłęta na Mazurach, który dzięki dotacjom unijnym i włożonej pracy właścicieli odzyskał dawny blask. Wynika to z faktu, że właściciele, którymi często są samorządy terytorialne nie posiadają środków na ich renowacje. W tym wypadku najlepszym rozwiązaniem jest znalezienie inwestora, który zobowiąże się do odnowienia niszczejącej nieruchomości. Z drugiej jednak strony zastanawiając się nad taką lokatą kapitału trzeba jednak pamiętać, że sam zakup stanowi nieraz tylko ułamek całkowitych kosztów. Takie nieruchomości najczęściej znajdują się w kiepskim stanie technicznym w związku, z czym w niektórych przypadkach trzeba liczyć się z wymogiem nawet generalnego remontu. Ponadto przed ostateczną decyzją warto również sprawdzić, jaki jest status danego obiektu i co inwestor będzie mógł zmodernizować (bankier.pl 2011).

Posiadanie własnego dworu czy pałacu stało się nie tylko modne. Jest też wyznacznikiem pozycji majątkowej i towarzyskiej właściciela. Jednocześnie przybywa osób spędzających wolny czas w hotelach oraz pensjonatach usytuowanych w obiektach zabytkowych. Wygląda na to, że potrzebujemy już czegoś więcej, na co nakłada się wzrost zainteresowania historią i poszukiwanie własnej tożsamości.

Na rynku nieruchomości coraz częściej pojawiają się obiekty z przeszłości. Najwięcej jest ziemiańskich dworów i dworków, znacznie mniej pałaców. Obecnie oferta obejmuje kilkaset pozycji na terenie całego kraju. Najwięcej zabytkowych obiektów wystawionych na sprzedaż, znajduje się na Dolnym Śląsku i w Wielkopolsce. Niektóre zostały wyremontowane i służą jako prywatne rezydencje, inne przystosowano na potrzeby hotelarskie. Niestety, znaczna część wciąż pozostaje opuszczona i popada w ruinę. Dzięki wzrostowi zainteresowania zabytkowymi rezydencjami, jest szansa, że ten odsetek zmaleje.

Tak, jak już wspomniano w Polsce znajduje się kilka tysięcy zabytkowych obiektów rezydencjonalnych, poczynając od wspaniałych królewskich i magnackich siedzib, a na skromnych dworkach skończywszy. Większość rezydencji wraz z wyposażeniem została zniszczona podczas wojny lub zaraz po niej przez wojska sowieckie i NKWD, wiele dewastowano i rozebrano już po niej, traktując jako niechciane burżuazyjne dziedzictwo (Tondos 2000). Swoje piętno odcisnęło także przeznaczenie obiektów na tak zwane dobro wspólne – przychodnie, biblioteki, szkoły, przedszkola, wiejskie świetlice (Rouba, Cudny 2011). Sytuacja nie zmieniła się też po 1989 r., kiedy to nie dokonano reprivatyzacji, wskutek czego ziemiańskie siedziby nie wróciły do spadkobierców dawnych właścicieli. Zdecydowana większość dworów i pałaców pozostała w gestii Agencji Nieruchomości Rolnych. Najcenniejsze z nich, jak Wawel, Kozłówka, Łańcut czy Wilanów, gdzie znajdują się muzea, trafiły pod opiekę państwa. Doliczyć do tego należy liczne spichrze, młyny, oficyny, budynki przemysłowe i inne obiekty rozrzucone po całym kraju. ANR od lat prowadzi ich wyprzedaż, de facto jest największą agencją nieruchomości zabytkowych w Polsce (forbes.pl 2014).

Dla wielu posiadanie zabytkowej nieruchomości to spełnienie marzeń i zaspokojenie swoich pasji, a zarazem sposób na życie. Niektórzy traktują taki zakup, jako swego rodzaju nobilitację. W dworach mieszkają m.in. biznesmeni: inwestor giełdowy Roman Karkosik – w pałacu w Kikole na Kujawach, były prezes Exbudu Witold Zaraska, wydawcy: Tadeusz Zysk w Brzostkowie w Wielkopolsce i Grzegorz Hajdarowicz w Karniowicach pod Krakowem. Polityk Radosław Sikorski osiedlił się w Chobielinie, artyści: Krzysztof Penderecki w Luśławicach pod Krakowem, Janusz Józefowicz z żoną Nataszą Urbańską – w dworku Emilin pod Warszawą, kolarz Czesław Langa odnowił dwór w Baranowie. Prawdziwymi pasjonatami zamków są senator Jarosław i Dariusz Laseccy, którzy przywrócili dawny blask dwóm średniowiecznym ruinom. W Bobolicach odtworzyli hipotetyczny wygląd zamku, jako że przekazy ikonograficzne z epoki się nie zachowały.

Inną kategorię stanowią spadkobiercy dawnych właścicieli, którzy odzyskali bądź odkupili swoje rodzinne gniazda. Ich domy może nie są tak doinwestowane, ale z pewnością stanowią świadectwo ciągłości historycznej i tradycji rodzinnej. Skotniccy, wywodzący się ze Skotnik leżących niedaleko Sandomierza, odzyskali swój dwór skonfiskowany przez komunistyczne władze. Miejscowość ta należała do tego rodu nieprzerwanie od XII wieku do 1944 roku. Ciekawa jest historia zamku w Kurozwękach, który po latach PRL-u powrócił do dawnych właścicieli – rodziny Popielów. Obecnie został zaadaptowany na elegancki kompleks hotelowy, a w jego ofercie jest wiele atrakcji, w tym możliwość oglądania hodowanych tam bizonów. Nieco inny charakter ma Sichów, odkupiony

w ruinie i pieczołowicie odremontowany przez wnuka ostatniego właściciela, Stefana Dunin-Wąsowicza. Miejsce nazwane „Domem i Biblioteką Sichowską im. Krzysztofa i Zofii Radziwiłłów” funkcjonuje jako lokalne centrum życia społecznego i ekonomicznego. Obiekt składa się z budynku dworu, zabudowań gospodarczych mieszczących pensjonat, restauracji, czytelni oraz oranżerii – sali konferencyjnej. Tak, jak w przeszłości, organizowane tam są liczne spotkania literackie, wernisaże malarskie i konferencje poświęcone edukacji i historii. Położony w dużym malowniczym parku Sichów stał się miejscem zarówno odpoczynku, jak i spotkań rodzinnych i biznesowych. Osoby prywatnie użytkujące zabytki na własne potrzeby zrzeszone są w organizacji Domus Polonorum. Ich celem jest opieka nad nieruchomościami, zachowanie i propagowanie tradycji dworu (forbes.pl 2014).

Polska branża turystyczna przez ostatnie dziesięciolecie przeszła bardzo istotną ewolucję. Nie mniej istotne przemiany przeszedł rynek hotelarski. Zbudowano setki hoteli, stworzono dziesiątki tysięcy miejsc noclegowych. Wraz z rozwojem hotelarstwa tradycyjnego bardzo dynamicznie rozwinął się rynek ekskluzywnych usług hotelarskich świadczonych w obiektach zabytkowych na terenach wiejskich – w pałacach, dworach i zamkach, stanowiących wyjątkowy segment polskiego sektora hotelarskiego (Rouba, Cudny 2011). Dotyczy to nie tylko dużych zamków i pałaców, które zapewniają możliwość relaksu czy zorganizowania biznesowej konferencji lub szkolenia. Oferują mariaż tradycji z nowoczesnością, gwarantując doskonałą kuchnię i usługi SPA & Wellness. W mniejszych, jak dwory, młyny czy nawet dawne budynki gospodarcze, bezcenny jest domowy klimat, regionalne specjały i możliwość aktywnego wypoczynku na świeżym powietrzu.

Część tych obiektów zrzeszona jest w sieci Hotele Historyczne Polska, utworzonej na przykładzie podobnych stowarzyszeń działających w Europie Zachodniej i USA. Ich właściciele deklarują, że ten rodzaj biznesu jest wyjątkowy i że „jest realizacją ich szczególnego do miejsc tych stosunku – szacunku dla każdej historycznej cegły, każdej zabytkowej krokwi, każdego architektonicznego detalu czy malunku na ścianie”. Tym samym stali się „kontynuatorami tradycji gościnności i otwartości, jakie w innych, zgoła niekomercyjnych funkcjach i przez innych właścicieli obiekty te w przeszłości pełniły”. Do najbardziej znanych, a zarazem najciekawszych należą: pałac Wojanów na Dolnym Śląsku, wspaniale zrewitalizowany krzyżacki zamek w Rynie na Mazurach czy pałac Odrowążów w Chlewickach koło Szydłowca.

Inne usługi zapewnia sieć luksusowych hoteli butikowych w Krakowie i okolicach – Donimirski Boutique Hotels. Właściciel tych obiektów, architekt Jerzy Donimirski, oferuje niepowtarzalny wystrój, kameralną atmosferę oraz obsługę na najwyższym światowym poziomie. Jego zdaniem hotele zaaranżowane w zabytkowych nieruchomościach powodują, że przedsięwzięcie staje się co najmniej dwa razy bardziej dochodowe, niż gdyby przekształcono je na biura.

Nic więc dziwnego, że wzrasta zainteresowanie inwestorów nieruchomościami zabytkowymi i to pomimo ich znacznej kapitałochłonności (forbes.pl 2014).

Na efektywność ekonomiczną obiektów hotelarskich, w tym także zlokalizowanych w rewitalizowanych rezydencjach wpływa bezpośrednio wiele czynników, relacji, uwarunkowań i zdarzeń (Tab.1)

Tab. 1. Rouba R., Cudny W. - Monitorowanie zabytkowych rezydencji funkcjonujących na rynku usług hotelarskich w Polsce w latach 2002-2011.

Czynniki zewnętrzne	Czynniki wewnętrzne
- ekonomia regionu - elastyczność popytu na usługi hotelarskie - konkurencja na rynku - struktura cen na rynku - gusta klientów - sezonowość	- niepowtarzalność obiektu - standard obiektu - koszt utrzymania obiektu i promocji - polityka cenowa - pozycja na rynku - uwarunkowania legislacyjne

Trzeba wspomnieć także o tym, że nie wszystkie hotele odnotowują z roku na rok coraz lepsze wyniki. Pokłosiem dotacji unijnych jest wiele obiektów, które nierzetelnie zaplanowane

i zaprojektowane – nie radzą sobie na rynku usług hotelarskich. Za mało pokoi, za duże powierzchnie wspólne, zła lokalizacja, zła funkcjonalność, zbyt duże kredytowanie - to kilka z najpopularniejszych ułomności tych hoteli. Ich udział w rynku szacuje się na 30% obiektów, których inwestorzy wzięli dotację z Unii Europejskiej na wybudowanie i wyposażenie obiektu hotelowego, ale nie tylko beneficjentów dotacji unijnych dotyka niepowodzenie projektu, jakim jest chęć posiadania własnego hotelu. Dziś w Polsce 8% właścicieli obiektów hotelowych szuka chętnego na zakup ich nieruchomości. Alternatywą jest przekształcenie hotelu w dom seniora. Tak stało się w przypadku Hotelu Bismarck w Dąbiu. W internecie nadal można znaleźć informacje o hotelu, o 41 pokojach, 3 salach konferencyjnych, świetnym położeniu i atrakcjach. Tymczasem, w chwili obecnej to Centrum Rehabilitacji Dąbie - dom emeryta, dom spokojnej starości. Również Hotel Kacperski w Konstantynowie Łódzkim od 15 czerwca 2015 roku, to Dom Seniora „Wśród Swoich”. Kolejnym przykładem jest Hotel Buk w Rudach, który przed przekształceniem w Dom Opieki Społecznej funkcjonował jako zajazd. Przykłady można mnożyć. Domów spokojnej starości, domów seniora itp. - lokowanych w nierentownych hotelach najprawdopodobniej będzie przybywało. "Hotel jest w likwidacji. Jeszcze w tym roku powstanie tutaj dom spokojnej starości, między innymi dla osób z Niemiec. To będzie prywatna placówka (...) Nie jestem w stanie dalej prowadzić biznesu hotelowo-restauracyjnego, tak aby przynosił on zyski." - to cytat jednego z właścicieli przekształcającego swój hotel w dom seniora (e-hotelarstwo.com 2016).

W zaadaptowanych na domy spokojnej starości dworach, pałacach, pensjonatach czy hotelach za miesięczny pobyt trzeba zapłacić pomiędzy 2,5 tys. zł., a 8 tys. zł. Trudno więc dziwić się niektórym właścicielom zabytkowych rezydencji, że przebranzowali prowadzoną działalność na taką właśnie formę, która zapewnia stały dochód i pewnego rodzaju stabilizację (obserwatorfinansowy.pl 2014).

3. Przegląd literatury

Największy wpływ na powstanie niniejszego opracowania miała przemyślnie dobrana literatura przedmiotu, zarówno pozycje książkowe, jak i artykuły ze stron internetowych. Jako, że w artykule porusza się kilka aspektów dotyczących przekształceń zabytkowych rezydencji w obiekty hotelarskie jest ona zróżnicowana i interdyscyplinarna. W celu uzyskania informacji dotyczących procesu rewitalizacji posłużono się następującymi publikacjami: Wrana i Jarocka-Mikrut 2013, Rydel 2000, Murzyn-Kupisz 2010, Gawęł 2013. Dane dotyczące tematu turystyki uzyskano ze źródeł: Kruczek, Kurek, Nowacki 2006, Kruczek, Sacha 2001, Lijewski, Mikułowski, Wyrzykowski 2008, Kozak 2008, Rouba, Cudny 2011. Pozycje przedstawiające zarys historyczny to: Tondos 2000, Kozak 2008, Gawęł 2013. Strony internetowe, na których znajdują się artykuły bezpośrednio związane z analizowanymi zagadnieniami to: www.bankier.pl, www.e-hotelarstwo.com, www.e-hotelarz.pl, www.forbes.pl, www.obserwatorfinansowy.pl.

4. Podsumowanie

Z punktu widzenia ochrony dziedzictwa kulturowego najlepszym sposobem zagospodarowania i wykorzystania dworu lub pałacu jest ten, który jest identyczny lub bardzo zbliżony do pierwotnego, ale tak naprawdę każda nowa funkcja, nawet zupełnie niezgodna z charakterem danego obiektu, jest pożądana, ponieważ ratuje go przed całkowitym zniszczeniem. Nowe funkcje dworów i pałaców powinny w jak największym stopniu odzwierciedlać charakter obiektu i zachowywać jego architekturę. Rewitalizowane obiekty powinny być także dostępne dla lokalnej społeczności i realizować ich potrzeby. Dodatkowym warunkiem jest również, aby nowa funkcja przynosiła wymierne zyski właścicielowi, zachęcające i umożliwiające mu prowadzenie dalszej działalności.

Według znanego polskiego dokumentalisty i specjalisty w dziedzinie architektury dworskiej Macieja Rydla (2000), w nadawaniu nowej funkcji rezydencjom jest zachowanie i kontynuacja wartości i tradycji ziemiańskiej oraz spójność z naturą. Ubolewa on nad tym, że w Polsce nie ma ani jednego dworu z zachowaną całą infrastrukturą gospodarczą i że nowe funkcje nie mają nic wspólnego z dawną. Z drugiej jednak strony zauważa, że niemożliwe jest uratowanie wszystkich

obiektów i przywrócenie im dawnych funkcji, ale chociaż te najbardziej cenne obiekty pod względem architektury i tradycji powinny zostać zrewitalizowane tak, aby odzwierciedlały pierwotny charakter miejsca.

Duże możliwości ożywienia społeczno-gospodarczego praktycznie każdego regionu niesie ze sobą turystyka zorientowana na poznanie dziedzictwa kulturowego. Gospodarka turystyczna nie tylko przynosi zyski, ale umacnia także znaczenie kultury w danym regionie i zwiększa szansę dworów i pałaców na przetrwanie zarówno fizyczne, jak i to istniejące w świadomości mieszkańców oraz turystów (Kozak 2008). Turystyka i kultura są ze sobą związane i wzajemnie stymulują swój rozwój – kultura niejednokrotnie jest podstawą rozwoju turystyki, a ta z kolei przyczynia się do ochrony i popularyzacji dóbr kultury. Szeroko rozumiana kultura zajmuje obecnie znaczące miejsce na rynku turystycznym. W odpowiedzi na fakt, że coraz częstszym motywem podróży jest kultura oraz chcąc poprawić swoją konkurencyjność, społeczności lokalne odkrywają na nowo i wykorzystują dziedzictwo kulturowe do celów turystycznych. W wielu miejscach w kraju i na świecie kultura stała się źródłem pomysłów i inicjatyw związanych z rozwojem turystycznym. Ten trend skutecznie może przyczynić się do dalszego rozwoju lokalnego.

5. Literatura

- Gawęł I (2013) Współczesna oferta hotelowa dawnych rezydencji ziemiańskich w okolicach Słupska: 4.
<http://dom.gratka.pl/tresc/402-11576908-warminskomazurskie-jagodne-wielkie-jagodne-male.html> (pobrano 15.12.2017).
- Kozak MW (2008) Dwory, pałace i zamki – kosztowne pamiątki czy zasób w rozwój?, *Studia Regionalne i Lokalne* nr 2(32): 92.
- Kruczek Z, Kurek A, Nowacki M (2006) *Krajoznawstwo – Zarys teorii i metodyki*: 35-56.
- Kruczek Z, Sacha S (2001) *Geografia atrakcji turystycznych Polski*: 12-24.
- Lijewski T, Miłkowski B, Wyrzykowski J (2008) *Geografia Turystyki Polski*: 8-20.
- Murzyn-Kupisz (2010) Podmioty na rynku dziedzictwa kulturowego, *Studia Regionalne i Lokalne*, nr 3: 61-80.
- Rouba R, Cudny W (2011) Monitorowanie zabytkowych rezydencji funkcjonujących na rynku usług hotelarskich w Polsce w latach 2002-2011, *Ochrona Zabytków*, Tom 58, nr 1-4: 183-198.
- Rydel M (2000) Współczesne funkcje dworów polskich, *Dwór polski. Zjawisko historyczne i kulturowe*, Materiały V seminarium Stowarzyszenia Historyków Sztuki: 53-65.
- Tondos B (2000) Koniec dworu, Dwór polski. Zjawisko historyczne i kulturowe, Materiały V seminarium Stowarzyszenia Historyków Sztuki: 523-534.
- Wrana J, Jarocka-Mikrut A (2013) Nowa szansa dla obiektów zabytkowych poprzez przeprowadzenie rewitalizacji i wprowadzenie funkcji użytkowych, *Budownictwo i Architektura*, vol.12 nr 3: 271-278.
- www.bankier.pl/wiadomosc/Moda-na-zabytkowe-nieruchomosci-2413241.html (pobrano 15.12.2017).
- www.e-hotelarstwo.com/aktualnosci/inwestycje (pobrano 15.12.2017).
- www.e-hotelarz.pl/mht/?p=3012 (pobrano 15.12.2017).
- www.forbes.pl/life/travel/pod-zabytkowym-dachem/vv39ks1 (pobrano 15.12.2017).
- www.obserwatorfinansowy.pl/forma/rotator/niespokojna-przyszlosc-domow-spokojnej-starosci/ (pobrano 15.12.2017).

5. Późnobarokowe zespoły kolegiów jezuickich w Rzeczypospolitej – typy układów przestrzennych

Late Baroque Jesuit college complexes in Poland – types of spacial organisation

Klara Kantorowicz

Zakład Architektury Polskiej, Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej

Opiekun naukowy: prof. nzw. dr hab. inż. arch. Robert Kunkel

Klara Kantorowicz: klarakantorowicz@yahoo.com

Słowa kluczowe: architektura, układy funkcjonalne, Towarzystwo Jezusowe, szkoły jezuickie

Streszczenie

Okres późnego baroku w architekturze jezuickiej widoczny jest nie tylko w warstwie dekoracyjnej, ale także w sposobie kompozycji całych zespołów kolegiów. Analizując wzajemne ustawienie, relacje i kompozycję poszczególnych elementów oraz układ całości zespołów można wyróżnić kilka typów ich kształtowania. Zaczynając od będących kontynuacją wczesnobarokowych układów zamkniętych wokół dziedzińca, poprzez stadia pośrednie wykształciły się w późnym baroku kompozycje swobodne z poszczególnymi elementami projektowanymi indywidualnie.

1. Wstęp

W architekturze jezuickiej na terenie Rzeczypospolitej wyraźnie rysuje się podział na dwa okresy – epoki budowlane. Pierwszy z nich trwający od przybycia jezuitów do czasu wojen szwedzkich i powstań kozackich około połowy XVII wieku reprezentuje cechy stylistyczne wczesnego baroku. Drugi natomiast, rozpoczynający się po okresie wspomnianych wojen, obejmuje działalność budowlaną jezuitów aż do momentu kasaty zakonu. Obiekty pochodzące z tego okresu utrzymane są już w duchu późnego baroku i rokoka. Podział ten nie jest jednak widoczny tylko w warstwie dekoracji i stosowanego detalu. Nowa epoka przyniosła także zmianę w rozplanowaniu przestrzennym zespołu. Różnice te nie są tak oczywiste jak w przypadku opracowania fasad i wnętrz, ale wyraźnie rysują się nowe tendencje w projektowaniu wzajemnych powiązań pomiędzy poszczególnymi obiektami.

Nowopowstające zespoły nie były już tak silnie skupione i zamknięte, ale tworzyły kompozycje bardziej rozproszone i swobodne. Wyrażna jest tendencja do dezintegracji poszczególnych elementów zespołu. O ile kolegium właściwe – budynek klasztorny wciąż najczęściej bezpośrednio łączy się z kościołem, o tyle szkoła zaczyna odrywać się od zespołu. Powstają wolnostojące budynki szkolne niepołączone układem komunikacyjnym z klasztorem ani kościołem.

2. Elementy składowe zespołu kolegium

Aby wyróżnić stosowane w omawianym okresie typy układów przestrzenno-funkcjonalnych zespołów kolegiów należy omówić i scharakteryzować na wstępie elementy funkcjonalne, jakie je tworzyły. Jezuickie kolegia zawierały w sobie trzy podstawowe, nieodzowne funkcje: kościół, kolegium (klasztor) oraz szkołę. Ważnym elementem były także tereny rekreacyjne – niekiedy wewnętrzne, zamknięte w formie dziedzińca, czasem otwarte, połączone widokowo i funkcjonalnie z przestrzeniami publicznymi i krajobrazem. Poza powyżej wymienionymi, koniecznymi do funkcjonowania składowymi, w wielu zespołach pojawiły się również budynki gospodarcze, apteki, drukarnie, bursy muzyków, konwikty szlacheckie oraz ogrody dostarczające żywność na klasztorny stół. Dodatkowym uzupełnieniem kompozycji przestrzennej była często mała architektura w postaci figur, ogrodzeń, murków czy altan.

Kościół, jako miejsce święte, stanowił najistotniejszy komponent całego zespołu. Dlatego kompozycja i układ wszystkich elementów zespołu podporządkowane były jak najlepszej ekspozycji bryły kościoła w przestrzeni miasta. Poza kształtem posiadanej parceli głównym czynnikiem

wpływającym na ukształtowanie zespołu było dążenie do architektonicznego podkreślenia fasady kościoła oraz odpowiednie uformowanie sąsiadujących z zespołem placów i ulic.

Najczęściej bezpośrednio z kościołem połączony był budynek klasztorny kolegium właściwego. Poza mieszkaniami ojców umieszczone w nim były sale wspólne takie jak biblioteka, aula i refektarz oraz pomieszczenia je obsługujące. Ze względu na edukacyjną funkcję kolegium, koniecznym elementem zespołu były także sale szkolne. Ponieważ była to część dostępna dla osób świeckich musiała być oddzielona od kolegium właściwego, którego pomieszczenia znajdowały się za kłauzurą. Dlatego można mówić o części szkolnej, w której znajdowały się pomieszczenia wyłącznie związane z prowadzonym nauczaniem. Z czasem funkcja ta zaczęła się wyodrębniać i powstawały samodzielne budynki szkolne.

Całości zespołu dopełniały liczne dodatkowe elementy związane z funkcjonowaniem kolegium oraz dodatkową działalnością prowadzoną przez jezuitów. Z prowadzoną edukacją ściśle związane były tzw. bursy muzyków przeznaczone dla ubogiej młodzieży. Uczniowie jezuickich szkół, których rodzice nie mogli sobie pozwolić na ich utrzymanie w mieście, mieli zapewnione mieszkanie i utrzymanie w zamian za muzyczną oprawę nabożeństw i uroczystości. Bursy nie osiągały znaczących rozmiarów, były to zazwyczaj budynki średniej wielkości, w których mieszkało kilkunastu chłopców (Kochanowicz 2002)

Dla synów zamożnej szlachty powstały przy niektórych kolegiach konwikty szlacheckie. Były to swego rodzaju internaty, gdzie prowadzone były dla chłopców w nich mieszkających dodatkowe zajęcia. Po lekcjach w szkole publicznej mieszkańcy konwiktów uczestniczyli w dodatkowych zajęciach z języka francuskiego, szermierki, jazdy konnej i tańca (Bieś 2014). Z czasem jezuita podjęli decyzję o powołaniu do życia kolegiów szlacheckich na wzór innych europejskich prowincji i zakonu Pijarów (Puchowski 2007). Jednak były to niezależne jednostki organizacyjne działające na specyficznych zasadach, dlatego nie są one tutaj przedmiotem rozważań.

Niezwiązane z edukacyjną działalnością były prowadzone przy wielu kolegiach apteki. W początkowym czasie pełniły one przede wszystkim funkcję aptek wewnętrznych, prowadzonych na użytek własny zakonników i uczniów szkoły, gdzie udzielano także bezpłatnie leków ubogim i dobroczyńcom. Jezuickie apteki cieszyły się popularnością ze względu na szeroką wiedzę ojców aptekarzy, którzy prowadzili wymianę doświadczeń nie tylko w ramach prowincji i wprowadzali do leczenia preparaty z roślin pochodzących z Ameryki czy Azji.

W późniejszym okresie (od około połowy XVII wieku) apteki częściej służyły potrzebującym spoza klasztoru. Jezuici zaczęli produkować leki i odpłatnie udzielać pomocy (leków i porad medycznych) także osobom spoza zakonu. Dlatego też zaczęto lokować pomieszczenia apteczne w części kolegium łatwiej dostępnej z zewnątrz (Pietrzkiewicz-Sobczka 2006). Apteka prowadzona przy Akademii Wileńskiej, początkowo zlokalizowana w murach klasztoru, została w 1689 roku przeniesiona na parter domu stojącego na rogu ulic Świętojańskiej i Biskupiej (obecnie Uniwersyteckiej) (Jaworska i Bela 2015). Również w kolegium w Grodnie apteka została umieszczona w samodzielnym budynku. Zbudowana w 1709 roku i przebudowana w roku 1763 była usytuowana w piętrowym budynku stojącym szczytem od ulicy wybiegającej z rynku, z wejściem



Rys. 1. Napoleon Orda Grodno nad rzeką Niemnem 1873 – za kościołem widoczny budynek apteki

umieszczonym w tejże ścianie. Budynek ten był silnie wyeksponowany w całym zespole poprzez umieszczenie go w bezpośrednim sąsiedztwie kościoła (rys. 1).

W bardzo rozległym zespole kolegium w Połocku niewielki parterowy budynek apteki został zbudowany w roku 1717 na tyłach całego zespołu. Sąsiadujący ze stajniami i wozowniami budynek mieścił się tuż obok ogrodu, a wejście do niego prowadziło z podwórzka gospodarczego (rys. 2).



Rys. 2. Rekonstrukcja budynku apteki w Połocku (na podstawie elewacji przedstawionych w: Sołowiew 2012).

Przy niektórych kolegiach funkcjonowały także drukarnie, gdzie wydawano przede wszystkim książki na użytek wewnętrzny: dzieła religijne, podręczniki i traktaty pisane przez profesorów kolegiów, a także druki ulotne oraz programy do przedstawień szkolnego teatru (Obirek 1996). Z czasem drukarnie prowadzone przez jezuitów zaczęły wydawać także na użytek publiczny (np. drukarnia Warszawska od 1735), co znacznie poszerzyło zakres tematyczny wydawnictw. W zależności od potrzeb wydawano dzieła naukowe i literackie, publicystykę, czasopisma, druki urzędowe, okolicznościowe czy kalendarze.

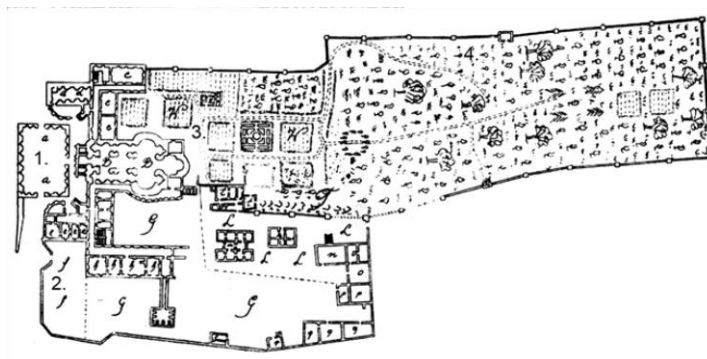
Drukarnie umieszczane były wewnątrz zabudowań o innej funkcji (najczęściej w budynku kolegium właściwego). Były to niewielkie dwa lub trzy pomieszczenia usytuowane tak, aby można było w łatwy sposób oddzielić je komunikacyjnie od części objętej klauzurą. Do pracy w drukarni zatrudniane były bowiem także osoby świeckie (Pelczar 1999). Dlatego też pomieszczenia drukarni często znajdują się na parterze obok furty klasztornej. Drukarnia w Wilnie umieszczona została w narożnym budynku nad apteką akademicką, natomiast w Połocku zajmowała część pomieszczeń parteru konwiktu.

Zespoły kolegiów poza budynkami dopełniała szeroko rozumiana mała architektura. Składały się na nią przede wszystkim ogrodzenia i murki wydzielające podwórzka kolegium o zróżnicowanej funkcji. Poza liniowymi, wytyczającymi w terenie granice, elementami w kolegiach jezuickich występowały także formy takie jak fontanny czy altany zdobiące kolegialne dziedzińce i ogrody. Z czasem mała architektura zaczęła pełnić także funkcję kompozycyjną.

Niezwykle starannie zaprojektowana była obudowa reprezentacyjnego placu przed zespołem w Krzemieńcu. Środkowa jego część ograniczona została dekoracyjnym kamiennym ogrodzeniem z wejściami z boków oraz od strony kościoła. Po obu jej stronach biegły natomiast szerokie schody łączące poziom ulicy z wyniesionym o wysokość jednej kondygnacji poziomem wejścia do kościoła. Z kolei w zespole w Drohiczyźnie bardzo ważną funkcję kompozycyjną pełniła brama-dzwonnica, która stanowiła akcent urbanistyczny i zaznaczała zespół w widoku ulicy.

Aby zespół kolegium mógł sprawnie funkcjonować konieczne były także różnego typu budynki gospodarcze. Związane były z obsługą ogrodu (magazyny), zapewnieniem ojcom możliwości przemieszczania się (stajnie, wozownie, kuźnie), czy zapewnieniem żywienia (piekarnie, spiżarnie).

Nieodłącznym elementem dopełniającym opisane powyżej zespoły były zróżnicowane pod względem funkcji i wyglądu tereny otwarte. Były to ogrody, dziedzińce rekreacyjne (zarówno dla zakonników, jak i uczniów) oraz podwórze gospodarcze. W zależności od kształtu zabudowań mogły to być przestrzenie zamknięte, odseparowane od otaczającego świata, zamknięte budynkami w formę mniej lub bardziej regularnego dziedzińca. Jednak w okresie późnego baroku częściej stosowano otwarte na ulice i krajobraz ogrody i podwórze. Na pokasacyjnym planie kolegium w Krzemieńcu widać takie niedomknięte przestrzenie podwórze, pełniące różne funkcje, ale połączone ze sobą widokowo (rys. 3).



Rys. 3. Plan założenia kolegium Krzemienieckiego wraz z ogrodami z 1787 roku (Muszyńska-Krasnowolska 1939)

3. Typy układów przestrzennych

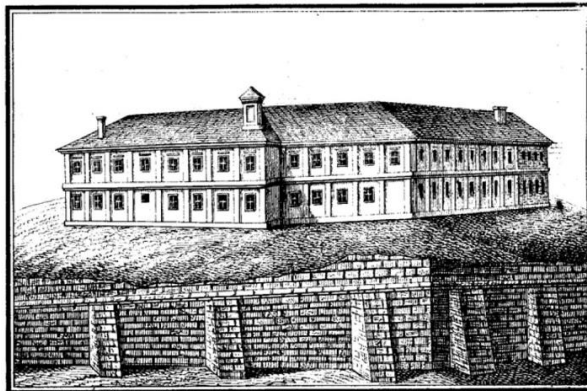
Omówione powyżej elementy były w zależności od uwarunkowań konkretnej lokalizacji (zasobów terenowych, kształtu działki, sposobu kształtowania sąsiadującej z zespołem tkanki miejskiej oraz wielkości fundacji) zestawiane w rozmaity sposób tworząc różnego typu kompozycje. Analizując zespoły budowane lub silnie przebudowywane w okresie późnego baroku, można podzielić je na kilka grup reprezentujących różne założenia kompozycyjne.

Układem będącym wyraźną kontynuacją wczesnobarokowego sposobu rozplanowania zespołu jest typ zabudowań zamkniętych wokół jednego dziedzińca. Podstawowym elementem spinającym całe założenie jest wewnętrzny dziedziniec, do którego z jednej strony dostawiona jest bryła kościoła, natomiast pozostałe jego ściany stanowią budynki o zróżnicowanych funkcjach. Mimo przestrzennej ciągłości tych budynków poszczególne funkcje zazwyczaj nie przenikają się wzajemnie - będąc połączone wizualnie stanowią osobne struktury funkcjonalne często odróżniając się odmienną wysokością czy opracowaniem elewacji.

Zespół kolegium w Krośnie powstały w latach 1657 - 1736 jest przykładem takiego właśnie rozplanowania. Budowany na przestrzeni niemal osiemdziesięciu lat zespół nie był organizmem jednorodnym. Po wzniesieniu kościoła jezuiti kolejno wymieniali budynki drewniane na murowane. W 1713 roku narysowany przez jezuitę Wojciecha Głazowicza projekt całego zespołu (z włączeniem istniejących już budynków) został zatwierdzony w Rzymie. Ostateczny kształt zespołu w ogólnym zarysie zgadza się z tym projektem, jednak nie był on ściśle zrealizowany. Jak widać na litografii z 1847 roku (rys. 4) przedstawiającej widok kolegium od strony murów, w pozornie jednorodnej bryle zespołu odróżnia się część, w której mieszczą się sale szkolne. W odróżnieniu od pozostałych budynków elewacje szkoły nie posiadają artykulacji pilastrami. Dodatkowo (co nieprawidłowo zostało narysowane na powyższym widoku) bryła szkoły wysunięta jest ku południowi poza linię kolegium.

Również kolegium w Piotrkowie Trybunalskim zorganizowane zostało wokół jednego dziedzińca. W momencie kasaty na zespół poza kościołem składało się tzw. collegium antiquum (dotykające do fasady kościoła) pełniące funkcję szkoły, sąsiadujące z nim apteka i bursa oraz gmach collegium novum wzniesiony w latach 1754 - 1769, który stał od południa (częściowo poza murami

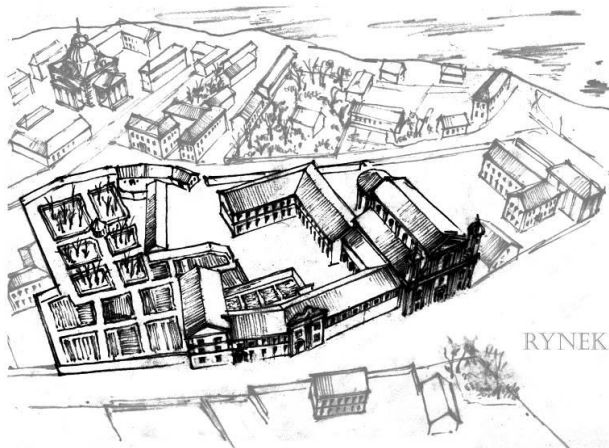
miejskimi). Wszystkie elementy składowe zespołu stanowiły czytelnie odrębne bryły o zróżnicowanym planie, kompozycji i dekoracji.



Rys. 4. Widok kolegium w Krośnie od południowego zachodu (od murów miejskich) (Przyjaciel Ludu 1847)

Kolejną grupę stanowią zespoły, w których do bryły kościoła przylegało skrzydło mieszczące kolegium i szkołę. Do tego typu rozwiązań należą kolegia w Brześciu oraz w Chojnicach. W obu zespołach budynek mieszczący kolegium i szkołę stanowi kontynuację linii fasady kościoła i jest on zbliżony w planie do litery L. W niewielkim kolegium w Chojnicach całe skrzydło jest opracowane bardzo jednolicie, bez wyodrębniania części szkolnej, która zajmowała jedynie część pomieszczeń na parterze.

W Brześciu w pierwszym, niezrealizowanym projekcie z 1692 roku część klasztorna była bardziej rozbudowana i zgodnie z wcześniejszymi wzorami zorganizowana wokół regularnych zamkniętych dziedzińców, natomiast szkoła stykająca się z jednym z podwórz stanowiła odrębną bryłę z własnym dachem dwuspadowym ustawionym szczytem do ulicy. W projekcie tym budynek szkoły stanowił silny akcent równoważący ograniczającą kolegium z drugiej strony bryłę kościoła. W zrealizowanym wariantcie kolegium zostało jednak zredukowane, a szkoła zajmowała północny koniec skrzydła będącego kontynuacją fasady kościoła. Nie odcinała się tak wyraźnie w bryle, jednak została podkreślona dodatkową kondygnacją nad poprzecznym skrzydłem mieszczącym szkolną aulę (rys. 5).

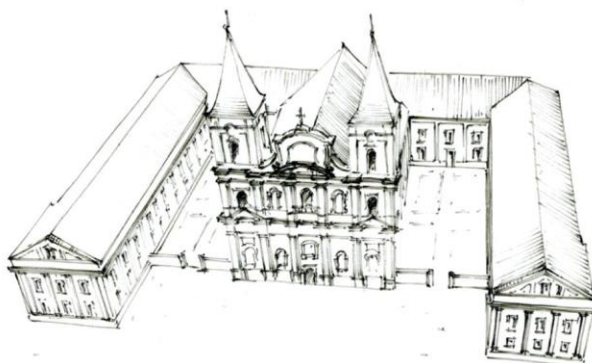


Rys. 5. Widok zrealizowanego zespołu w Brześciu rys. autora (na podstawie: Kwitnickaja 1972).

Po połowie XVII wieku stosunkowo często pojawiały się kolegia o symetrycznym układzie podstawowych elementów zespołu. Po dwóch stronach fasady kościelnej umieszczone były budynki kolegium oraz szkoły. Takie rozmieszczenie funkcji było optymalnym rozwiązaniem pod względem rozdzielenia części publicznej od mieszkalnej. Dodatkowo kompozycja taka dodawała całemu założeniu monumentalizmu podkreślając centralny element - kościół. Dlatego, tam gdzie pozwalały na to zasoby przestrzenne i uwarunkowania urbanistyczne, architekci jezuickcy dążyli do takich układów. Miejscem, gdzie powstały tego typu zespoły były parcele usytuowane w pierzejach rynków.

Jezuicki architekt Paweł Giżycki zaprojektował dwa takie symetryczne założenia zachowujące ściśle geometryczne odwzorowanie. Oba zespoły wykorzystywały ten sam zabieg polegający na wycofaniu fasady kościelnej z linii frontu całego zespołu i wprowadzeniu skrzydeł równoległych do nawy kościoła. Dzięki temu powstały półotwarte, publiczne place – przeddziedzińce kościoła, wyraźnie przestrzennie związane z zespołem. W Owruclu architekt zdecydował się na nietypowe rozwiązanie z połączeniem skrzydeł szkoły i kolegium nie przy froncie kościoła, ale w strefie prezbiterium. Przez to powstały otwarte na ulicę wewnętrzne dziedzińce wydzielone od frontu jedynie ogrodzeniem, stanowiące przestrzenną kontynuację przykościelnego placu. Taki układ budynków zapewniał także „oddech” między stosunkowo niewielką bryłą kościoła i skrzydłami zespołu, służąc jej podkreśleniu. (rys. 6).

Z kolei w Krzemieńcu ścisła geometryczna symetria budynków obowiązywała jedynie w obrębie budynków ujmujących plac przed kościołem. Ze względu na większe potrzeby przestrzenne, skrzydło klasztorne było szersze oraz dłuższe, jednak różnica ta jest właściwie niezauważalna od strony rynku (frontu zespołu).

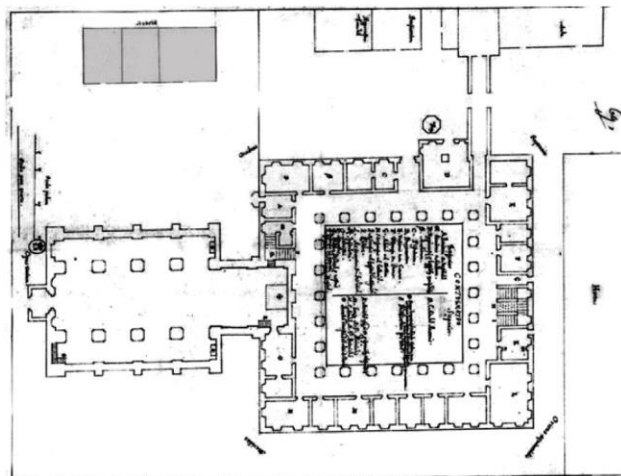


Rys. 6. Widok zespołu kolegium w Owruclu rysunek autora - próba rekonstrukcji na bazie zachowanej inwentaryzacji (Betlej 1998).

Symetryczny układ pod względem rozmieszczenia funkcji, jednak bez zachowania ścisłej geometrii, miały również zespoły w Kownie i Mińsku. Asymetryczność skrzydeł kolegium i szkoły wynikała w obu przypadkach z faktu rozciągnięcia w czasie procesu budowlanego. W zespole w Kownie krótsze (rozplanowane na planie litery L) skrzydło pierwotnie mieszczące kolegium zostało przekształcone na szkołę, natomiast nowe, dłuższe skrzydło przeznaczone było na klasztor. W Mińsku zaś zarówno szkoła jak i kolegium wysunięte zostały przed linię fasady kościoła przez co bardziej sprawiały wrażenie samodzielnych budynków aniżeli skrzydeł przyległych do świątyni. Aby uzyskać efekt wzajemnego „odpowiadania” sobie budynków, oba zostały zaopatrzone w wejściowe wieże usytuowane w osi fasady.

Dążenie do odizolowania budynków przeznaczonych dla młodzieży zaowocowało wykształceniem się układów z budynkiem kolegium połączonym z kościołem i odsuniętym od nich budynkiem szkolnym. Przykładem mogą tu być bardzo regularne założenia w Poszawszu (projekt z 1680 roku) (rys. 7) i Krasnymstawie (projekt z 1710 roku zrealizowany z niewielkimi modyfikacjami). Zamknięte wokół dziedzińca budynki klasztorne stanowiły kompozycję z bryłą kościoła, natomiast szkoła umieszczona została w odsuniętym od kolegium drewnianym budynku

(Paszenda 2010). Również w przebudowanym w początkach XVIII w. zespole kolegium w Poznaniu zdecydowano się na oddzielenie szkoły. Kupno kamienic po przeciwnej stronie ulicy pozwoliło na całkowite usamodzielnienie się budynku przeznaczonego do nauki, podczas gdy kolegium oraz wszystkie budynki towarzyszące zorganizowane zostały wokół przylegającego do kościoła dziedzińca. Rozplanowanie zespołu z odseparowaną szkołą znajdujemy także w kolegium w Samborze (projekt z 1708 roku) oraz Witebsku (projekt ok. 1690).



Rys. 7. Projekt kolegium w Poznańsku z zaznaczonym drewnianym budynkiem szkolnym (<http://gallica.bnf.fr>)

Chęć odizolowania poszczególnych budynków doprowadziła do rozpowszechnienia się układów swobodnych, z usamodzielnionymi budynkami. Różne mogło być wzajemne sytuowanie i „zagęszczenie” elementów, co znacząco wpływało na wzajemne relacje pomiędzy obiektami, a tym samym na ukształtowanie otwartych na miasto i krajobraz podwórzy (przestrzeni buforowych) o zróżnicowanej funkcji. Bardzo rozbudowane były zespoły w Słucku czy Grodnie, gdzie osobne budynki pełniące różne funkcje tworzyły bardzo skomplikowany układ. Mniejsze zespoły (jak te w Iłkukszczie, Mohylewie czy Drohiczyń) tworzyły natomiast układy prostsze, o znacznie zredukowanej liczbie elementów.

4. Wnioski

W późnobarokowych zespołach kolegiów bardzo istotnym stało się czytelne, funkcjonalne wydzielenie poszczególnych elementów składowych. Dotyczyło to zwłaszcza wyraźnego odseparowania funkcji dostępnych dla świeckich od przestrzeni przeznaczonych wyłącznie dla zakonników. W późnobarokowych zespołach chęć wydzielenia funkcjonalnego doprowadziła do rozproszenia przestrzennego i usamodzielnienia poszczególnych elementów. Nastąpiła wyraźna autonomizacja poszczególnych elementów, a przede wszystkim budynku szkolnego.

Dzięki zdekoncentrowaniu całego układu powstały przestrzenie buforowe, które przejęły funkcję rekreacyjną dawniej zamkniętych dziedzińców, sprzęgając poszczególne elementy zespołu ze sobą, ale także z najbliższym otoczeniem. Układy takie sprzyjały przestrzennym interakcjom pomiędzy wnętrzami urbanistycznymi a wnętrzami zespołów, co z kolei pozwalało na otwarcie ich na otoczenie i zainteresowanie przechodnia – widza.

5. Literatura

Betlej A (1998) Uwagi na temat działalności budowlanej jezuitów oraz Pawła Giżyckiego SJ na południowo-wschodnim pograniczu Rzeczypospolitej. *Sztuka pograniczy Rzeczypospolitej w okresie nowożytnym od XVI do XVIII wieku. Materiały Sesji Stowarzyszenia Historyków Sztuki*, Warszawa, październik 1997, 305-325.

- Bieś AP (2014) Periodyzacja obecności Towarzystwa Jezusowego na ziemiach polskich. Struktury organizacyjne oraz edukacyjno-oświatowe i pastoralne formy aktywności cz. 1. *Studia Paedagogica Ignatiana*, 17, 57-87.
- Jaworska K, Bela Z (2015) Historia apteki jezuickiej w Wilnie. *Forum Bibl. Med.* 2(16), 365-382.
- Kochanowicz J (2002) Geneza, organizacja i działalność jezuickich burs muzycznych.
- Kwitnickaja E (1972) Bielaruskie kolegiumy XVIII w. *Architekturnoje nasljedstwo*, 19, 12-26.
- Muszyńska-Krasnowolska M (1939) Kolegium pojezuickie w Krzemieńcu: monografia architektury. *Rocznik Wołyński*, T.8 - osobne odbicie.
- Obirek S (1996) Działalność kulturalna jezuitów w Rzeczypospolitej Obojga Narodów (1564-1668) próba syntezy.
- Paszenda J (2000) Kolegium jezuickie w Mińsku. *Budowle jezuickie w Polsce t. 2*, 275-304.
- Paszenda J (2010) Budynki jezuickie w Krasnymstawie. *Budowle jezuickie w Polsce t. 4*, 5-87
- Pelczar R (1999) Działalność oświatowo-kulturalna jezuitów w diecezji przemyskiej w XVI-XVIII wieku.
- Pietrkiewicz-Sobczak D (2006) O aptekach u jezuitów polskich w XVI-XIX wieku (wprowadzenie do tematu). *Zawód farmaceuty na ziemiach polskich w XIX i XX w.*, 63-78.
- Przyjaciół Ludu (1847) 5, 37.
- Puchowski K (2007) Jezuickie kolegia szlacheckie Rzeczypospolitej obojga narodów: studium z dziejów edukacji elit.
- Sołowiew A (2012) Połockij jezuickij kolegium w retrospektiwie (1581-1914): architekturno-archeologicznej ocierk.
- Szygendski W (1985) Collegium Antiquum w Piotrkowie Trybunalskim - Badania Architektoniczne.

6. Wymagania specjalne z zakresu ochrony pożarowej dotyczące oddziałów przedszkolnych

Special requirements in the field of fire protection regarding pre-school units

Powęzka Aleksandra

Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa

Powęzka Aleksandra: apowezka@sgsp.edu.pl

Słowa klucze: bezpieczeństwo pożarowe, przedszkola, przeciwpożarowe wymagania, inżynieria środowiska

Streszczenie

Złożoność i skala występujących nieprawidłowości natury techniczno-budowlanej oraz instalacyjnej i organizacyjnej mających bezpośredni wpływ na warunki bezpieczeństwa pożarowego występujące w budynku kategorii zagrożenia ludzi ZL II wymaga współpracy właścicieli budynku oraz jego użytkowników.

Obowiązkiem właściciela, zarządcy i użytkownika budynku, obiektu lub terenu jest m.in.: przestrzeganie przeciwpożarowych wymagań techniczno-budowlanych, instalacyjnych i technologicznych, wyposażenie obiektu i otaczającego go terenu w urządzenia przeciwpożarowe oraz gaśnice, a także dostosowanie do wymagań przeciwpożarowych w celu zapewnienia bezpieczeństwa osobom w nim przebywającym. Wymienione podmioty powinny również zapewnić prawidłową eksploatację oraz utrzymanie obiektu w należytym stanie technicznym zapewniającym prawidłową ochronę pożarową. Aby ochrona ta była skuteczna, konieczne jest określenie indywidualnej dla każdego budynku charakterystyki zagrożenia pożarowego, warunków ochrony przeciwpożarowej i zasad postępowania w razie powstania pożaru.

Analizie poddane zostały budynki przedszkoli, punkty przedszkolne, zespoły wychowania przedszkolnego oraz placówki przedszkolne przeznaczone na potrzeby oświaty jako obiekty użyteczności publicznej.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami lokal, w którym mają być prowadzone zajęcia w ramach punktów lub zespołu, musi znajdować się w budynku lub jego części spełniających wymagania określone w przepisach techniczno-budowlanych oraz przepisach o ochronie przeciwpożarowej dla kategorii zagrożenia ludzi ZL II lub wskazane w ekspertyzie technicznej rzeczoznawcy budowlanego oraz do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych opracowanej w trybie określonym w tych przepisach. Wiele czynników ma wpływ na rozprzestrzenianie się ognia w budynku. Rozwiązania techniczne mają za zadanie nie dopuścić do powstawania pożaru, jak również ograniczyć jego rozwój.

1. Wstęp

W mediach - oglądamy, słyszymy, czytamy o pożarach, wypadkach komunikacyjnych, katastrofach budowlanych – z zagrożeniem pożarowym mamy kontakt codziennie. Lecz czy w pełni zdajemy sobie z tego sprawę? Artykuł ma za zadanie znaleźć odpowiedzi na pytania i wątpliwości dotyczące ochrony pożarowej oddziałów przedszkolnych. Aby ochrona przeciwpożarowa była skuteczna, konieczne jest określenie indywidualnej dla każdego budynku charakterystyki zagrożenia pożarowego.

Przepisy, normy, a także wiedza techniczna pomaga wyłonić wymagania, które zapewnią zaprojektowanie obiektu budowlanego wraz z jego urządzeniami i instalacjami w sposób zapewniający bezpieczeństwo pożarowe. Jedną z ważnych dziedzin działalności człowieka, której dotyczy ochrona przeciwpożarowa, jest budownictwo.

Budownictwo jest procesem złożonym. Umożliwia budowanie bezpiecznych dla ludzi i mienia obiektów budowlanych. Niektóre, zasady tej wiedzy zostały umieszczone w aktach normatywnych. Najważniejszym jest Prawo budowlane (Dz. U. poz. 290, z późn. zm.), a także

wydane na jego podstawie przepisy wykonawcze. Podstawowe pojęcia bezpieczeństwa pożarowego budynków zebrano w warunkach technicznych (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422) oraz przepisach dotyczących ochrony przeciwpożarowej budynków (Dz. U. poz. 719) i rozporządzeniu w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. poz. 1030). Ustawa o ochronie pożarowej realizuje przedsięwzięcia mające na celu ochronę, życia, zdrowia, mienia przed pożarem lub innym miejscowym zagrożeniem.

Obowiązujące przepisy wymagają, aby budynki i urządzenia z nim związane były projektowane i wykonywane w taki sposób, aby obciążenia mogące na nie działać w trakcie budowy i użytkowania nie prowadziły do (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422):

- zniszczenia całości lub części budynku,
- przemieszczeń i odkształceń o niedopuszczalnej wielkości,
- uszkodzenia części budynków, połączeń lub zainstalowanego wyposażenia w wyniku znacznych przemieszczeń elementów konstrukcyjnych,
- zniszczenia na skutek wypadku, w stopniu nieproporcjonalnym do jego przyczyny.

Wszystkie obiekty lub pomieszczenia przeznaczane na przedszkola, niezależnie od tego jaka forma edukacji przedszkolnej będzie się w nich miała miejsce, muszą spełniać wymagania stawiane przedszkolom oraz obiektom użyteczności publicznej. Inwestor musi kolejno dokonać zgłoszenia zmiany sposobu użytkowania budynku lub pomieszczenia, dokonać zgłoszenia budowy lub robót budowlanych, uzyskać decyzję o pozwoleniu na budowę lub przebudowę i na koniec oddać budynek lub pomieszczenie do użytkowania (Brzezińska 2008). Rozporządzenie różnicuje wymagania ochrony pożarowej w zależności od ilości oddziałów zorganizowanych w przedszkolu.

2. Opis zagadnienia

W celu określenia wymagań technicznych i użytkowych wprowadza się następujący podział budynków na grupy wysokości (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422):

- **niskie (N)** – do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie,
- **średniowysokie (SW)** – ponad 12 m do 25 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie,
- **wysokie (W)** – ponad 25 m do 55 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie,
- **wysokościowe (WW)** – powyżej 55 m nad poziomem terenu.

Przeciwpożarowe wymagania techniczno-budowlane dla budynków są określane w zależności od ich przeznaczenia, wysokości i ilości składowanych materiałów. Podstawową zasadą kwalifikacji jest główne przeznaczenie budynku (przebywanie ludzi czy też proces składowania i produkcji). Z uwagi na przeznaczenie i sposób użytkowania budynki oraz części budynków dzielimy na (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422):

- mieszkalne, zamieszkania zbiorowego oraz użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi, określone jako **ZL**,
- produkcyjne i magazynowe m. in.: garaże, hydroformie, rozdzielnie elektryczne, kotłownie, węzły ciepłownicze, stacje transformatorowe, centrale telefoniczne, **PM**,
- inwentarskie, czyli służące do hodowli inwentarza, **IN**.

Kategoria zagrożenia ludzi jest umownym pojęciem określającym stopień bezpieczeństwa pod względem użytkowania lub możliwości ewakuacji ludzi przebywających w obiektach budowlanych. Wyróżnić można pięć kategorii zagrożenia ludzi. Budynki oraz części budynków, stanowiące odrębne strefy pożarowe, zalicza się do jednej lub do więcej niż jednej kategorii zagrożenia ludzi (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422):

- **ZL I** – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,

- **ZL II** – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych,
- **ZL III** – użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II,
- **ZL IV** – mieszkalne,
- **ZL V** – zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II.

Warto podkreślić, że strefy pożarowe zaliczone do więcej niż jednej kategorii zagrożenia ludzi (ZL), powinny spełniać wymagania określone dla każdej z tych kategorii. Wiąże się to również z dostosowaniem się do wyższych wymagań w częściach obiektu zaliczonych do niższej kategorii zagrożenia ludzi.

Projektanci są zobowiązani zgodnie z ustawą z dnia 24 sierpnia 1991 o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191, z późn. zm.) zapewnić zgodność projektowanych rozwiązań budowlanych z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej. Zgodność projektu z wymaganymi przepisami ochrony pożarowej w formie uzgodnienia ocenia rzeczoznawca ds. zabezpieczeń pożarowych na zasadach określonych w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. (Dz. U. poz. 2117). Uzgodnienia wymagają projekty obiektów budowlanych, do których Państwowa Straż Pożarowa ma prawo zająć stanowisko w zakresie zgodności wykonania obiektów z projektem budowlanym. Obiekty te dodatkowo wymagają uzyskania pozwolenia na budowę oraz uzyskania pozwolenia na użytkowanie. Do istotnych obiektów budowlanych wymagających uzgodnienia zgodnie z brzmieniem § 3 powyższego rozporządzenia zaliczać się będą m.in.: budynki zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I, ZL II lub ZL V. W przypadku budowy, rozbudowy, nadbudowy, przebudowy obiektu budowlanego oraz zmian związanych ze sposobem użytkowania, zapewnieniem drogi pożarowej uzgodnienie jest wymagane pod warunkiem, że wymagane jest sporządzenie projektu budowlanego ze względu na charakter robót. Wymagania dotyczą warunków ochrony pożarowej. Dodatkowo na wniosek projektanta lub inwestora rzeczoznawca może uzgodnić projekty innych obiektów budowlanych niż te wymienione w rozporządzeniu (Dz. U. poz. 2117).

3. Przegląd literaturowy

Przedszkola są zaliczane do kategorii zagrożenia ludzi ZL II. Przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się podobnie jak szpitale, żłobki, domy opieki. Ustawa o zmianie ustawy o systemie oświaty (Dz. U. poz. 827, z późn. zm.) dopuszcza utworzenie przedszkola z oddziału przedszkolnego wchodzącego w skład zespołu, w ramach którego działa szkoła podstawowa.

Jeżeli przedszkole jest zorganizowane w budynku należącym do **kategorii ZL II** można wówczas założyć, że sposób użytkowania obiektu nie zmienia się. W takim przypadku nie jest wymagane zgłoszenie zmiany sposobu użytkowania. Natomiast dobrze jest posiadać opinię rzeczoznawców ds. zabezpieczeń pożarowych, sanitarno-higienicznych oraz bhp, która stwierdzi zgodność warunków wskazanych w art. 71 ustawy Prawo budowlane z rzeczywistymi (Kiestrzyn 2010).

Zgłoszenie zmiany sposobu użytkowania budynku lub jego części będzie wymagane jeżeli przedszkole zostanie założone w budynku zaliczanym **do kategorii ZL III**, do których zalicza się budynki i pomieszczenia użyteczności publicznej niezaklasyfikowane do ZL I i ZL II. W szczególności są to szkoły oraz inne pomieszczenia np. w remizach czy ośrodkach kultury zaliczone do ZL, biblioteki. Podobnie będzie z założeniem przedszkola w budynku mieszkalnym ZL IV lub budynku zamieszkania zbiorowego ZL V (Kociołek 2016).

Pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nie przeznaczone do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się będą zaliczane do **kategorii ZL I** np. świetlice w remizie lub w ośrodku kultury. Ze względu na podobne wymagania dotyczące stref pożarowych, klas odporności ogniowej, warunków ewakuacji nie będzie pociągało za sobą konieczności zgłaszania zmiany sposobu użytkowania. Jedynie należy zdobyć zgodę rzeczoznawców w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w zależności od planowanych robót budowlanych (Kociołek 2016).

Placówki przedszkolne zaliczamy do kategorii zagrożenia ludzi ZL II. Na tej podstawie określamy klasę odporności pożarowej, która zależy również od wysokości budynku:

- **A** - wysokościowe,
- **B** - niskie, średniowysokie, wysokie.

Dopuszcza się obniżenie wymaganej klasy odporności pożarowej w budynku ZL II o jednej kondygnacji nadziemnej do poziomu D oraz C dla budynku o 2 kondygnacjach nadziemnych, gdy poziom stropu nad pierwszą kondygnacją znajduje się na wysokości do 9 m nad poziomem terenu.

Ściany oddzielenia pożarowego placówek przedszkolnych powinny posiadać odpowiednią klasę odporności ogniowej zależną od klasy odporności pożarowej budynku. Dopuszcza się wypełnienie otworów materiałem przepuszczającym światło tj. luksfery, cegła szklana itp. Powierzchnia wypełnionych otworów nie powinna przekraczać 10% powierzchni ścian. W tego rodzaju ścianach nie dopuszcza się stosowania okien.

Projektując strefy pożarowe placówek przedszkolnych, należy zachować poniższe dopuszczalne powierzchnie podane w tab.1.

Tab. 1. Dopuszczalne powierzchnie strefy pożarowej dla placówek przedszkolnych.

Źródło: Opracowanie własne

Kategoria zagrożenia ludzi	Dopuszczalne powierzchnie strefy pożarowej w m ²			
	w budynku o jednej kondygnacji nadziemnej (bez ograniczenia wysokości)	w budynku wielokondygnacyjnym		
		niski (N)	średniowysoki (SW)	wysoki i wysokościowy (W) i (WW)
1	2	3	4	5
ZL II	8 000	5 000	3 500	2 000

Dopuszcza się powiększenie stref pożarowych z wyłączeniem placówek w wielokondygnacyjnych budynkach wysokich i wysokościowych (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422):

- przy zastosowaniu stałych urządzeń gaśniczych tryskaczowych lub samoczynnych urządzeń oddymiających uruchamianych za pomocą systemu wykrywania dymu **o 100%**,
- przy jednoczesnym zastosowaniu ww. urządzeń **o 200%**.

Jeżeli strefa pożarowa lokalu przedszkolnego przekracza 750 m² w budynku wielokondygnacyjnym, powinna być zapewniona możliwość ewakuacji ludzi do innej strefy pożarowej na tej samej kondygnacji.

Strefy pożarowe zaliczane do więcej niż jednej kategorii zagrożenia ludzi, powinny spełniać wymogi dla każdej z tych kategorii. Jeżeli w obiekcie przedszkolnym wydzielone są pomieszczenia kategorii ZL III i ZL I wówczas elementy tego pomieszczenia należy projektować w klasie odporności ogniowej wymaganej dla danej klasy pożarowej budynku.

Piwnice od lokalu przedszkolnego należy oddzielić stropami i ścianami w klasie REI 60 i zamknąć drzwiami EI 30. Dodatkowo drzwi powinny zostać zabezpieczone przed omyłkowym zejściem dzieci wraz z personelem pracującym do piwnicy na poziomie -1 w przypadku ewakuacji. Natomiast jeżeli w obiekcie mamy wyjście na strych lub poddasze należy zamontować drzwi lub kłapę wyjściową EI 15(budynek niski) lub EI 30 (budynek średniowysoki i wyższy) (Kiestrzyn 2010).

By nie doszło do utraty życia i zdrowia w wyniku zaniku napięcia należy zasiląć instalację elektryczną z 2 niezależnych, samoczynnych źródeł oraz wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe i ewakuacyjne). Przeciwożarowy wyłącznik prądu należy stosować w strefach pożarowych placówek przedszkolnych o kubaturze przekraczającej 1 000 m³ i umieszczać

w pobliżu głównego wejścia do budynku lub złącza. Dodatkowo powinien być odpowiednio oznakowany. Polskie przepisy narzucają nam obowiązek wyposażenia obiektu budowlanego w urządzenia piorunochronne (Kiestrzyn 2010).

Dopuszcza się prowadzenie przedszkola w lokalu znajdującym się w użytkowym budynku szkoły lub w jego części, które nie spełniają wymogów kategorii zagrożenia ludzi ZL II, jeżeli lokal: użytkuje nie więcej niż 25 dzieci; znajduje się na pierwszej kondygnacji naziemnej budynku; posiada co najmniej 2 wyjścia na zewnątrz (drzwi wyjściowe z lokalu oraz inne drzwi lub okno umożliwiające ewakuację dzieci bezpośrednio na przestrzeń otwartą); wyposażony został w gaśnice o skuteczności gaśniczej co najmniej 21A (Dz. U. poz. 827, z późn. zm.) (Kociołek 2016).

Dodatkowo elementy wyposażenie, wystroju oraz okładziny podłogowe muszą być co najmniej trudno zapalne. W strefie pożarowej, w której znajduje się lokal nie mogą występować inne lokale, w których są prowadzone przedszkola, inne formy wychowania przedszkolnego, ani lokale w których jest sprawowana opieka nad dziećmi do lat 3 (Dz. U. z 2016 r., poz.157).

W lokalu i na drogach ewakuacyjnych prowadzących z lokalu na zewnątrz budynku nie występują warunki zagrażające życiu ludzi w odniesieniu do wymagań kategorii ZL III.

Jeżeli w lokalu znajdującym się w budynku szkoły lub jego części prowadzone jest przedszkole dla większej ilości dzieci niż 25 wówczas lokal musi znajdować się na pierwszej kondygnacji naziemnej budynku i stanowić zwarty zespół przylegających do siebie i powiązanych funkcjonalnie pomieszczeń. Ponadto lokal musi znajdować się w strefie pożarowej wykonanej z elementów nierozprzestrzeniających ognia oraz być wyposażony w gaśnice zgodnie z wymaganiami określonymi w przepisach. Do wyposażenia lokalu stosuje się gaśnice o skuteczności gaśniczej co najmniej 21A. Stałe elementy wyposażenie i wystroju wnętrz, okładziny podłogowe są trudno zapalne. W strefie pożarowej nie występują inne lokale przeznaczona do prowadzenia przedszkola. W lokalu i na drogach ewakuacyjnych prowadzących z lokalu nie istnieją warunki będące podstawą do uznania budynku za zagrażający życiu ludzi. Dodatkowo lokal jest oddzielony od pozostałej części budynku ścianami wewnętrznymi o klasie odporności ogniowej co najmniej EI 30. Otwory wyposażone w urządzenia zapewniające samoczynne zamykanie otworu w razie pożaru. Zamknięcia otworów muszą spełniać wymóg szczelności i izolacyjności w czasie nie krótszym niż 30 min. Pomieszczenie lokalu przedszkola musi posiadać co najmniej 2 wyjścia ewakuacyjne, przy czym jednym z nich są drzwi wyjściowe z pomieszczenia, a drugim inne drzwi lub okno umożliwiające bezpośrednie wprowadzenie dzieci na przestrzeń otwartą. Natomiast pomieszczenia lokalu, w którym może przebywać więcej niż 30 osób, posiada co najmniej 2 wyjścia ewakuacyjne prowadzące bezpośrednio na zewnątrz pomieszczenia. Wyjścia są oddalone od siebie o co najmniej 5 m. Szerokość drzwi w świetle ościeżnicy wynosi 0,9 m a ich wysokość 2 m. W przypadku zastosowania drzwi dwuskrzydłowych nieblokowane skrzydło drzwiowe powinno posiadać szerokości 0,9 m. Dopuszcza się aby jedno z wyjść stanowiło wyjście na drogę ewakuacyjną wewnątrz budynku pod warunkiem, że warunki ewakuacji są zgodne z przepisami dotyczącymi kategorii zagrożenia ludzi ZL III, a długość dojścia ewakuacyjnego z tych pomieszczeń nie przekracza 20 m (Hetman 2015; Kiestrzyn 2010; Kociołek 2016).

Rozporządzenie MEN wymaga również, aby **pomieszczenia stołówki, szatni oraz sali gimnastycznej** z których korzystają dzieci, znajdujące się poza lokalem przedszkola znajdowało się na pierwszej kondygnacji naziemnej budynku. Warunki ewakuacji z pomieszczenia są zapewnione jak dla ZL III, na drodze ewakuacji nie ma schodów, przejście dzieci odbywa się drogami ewakuacyjnymi przez szkołę. Z każdego miejsca na drodze tego przejścia ma być zapewniona możliwość ewakuacji bezpośrednio na zewnątrz budynku lub do sąsiedniej strefy pożarowej lub do pomieszczenia stołówki, szatni oraz sali gimnastycznej lub lokalu spełniającego wymagania dla przebywania w nim większej ilości niż 25 dzieci. Długość drogi ewakuacyjnej nie może przekraczać 20 m. Jeżeli droga ewakuacyjna nie spełnia wymogów (klatka schodowa i poziome drogi ewakuacyjne) oraz występują na niej schody to długość drogi ewakuacyjnej nie może przekraczać 10 m. Z pomieszczeń stołówki, szatni oraz sali gimnastycznej zapewnione są warunki ewakuacji zgodne z wymaganiami ZL II wówczas przejście dzieci przez szkołę odbywa się drogami ewakuacyjnymi, w obszarze których są spełnione wymagania określone w przepisach dla kategorii ZL III (w przypadku pomieszczenia zlokalizowanego na pierwszej kondygnacji). Natomiast gdy ww.

pomieszczenia zlokalizowane są na kondygnacji wyższej przejście dzieci przez szkołę odbywa się drogami ewakuacji, w którym są spełnione wymagania dla ZL II (Kiestrzyn 2010; Kociołek 2016).

W przypadku braku możliwości w spełnieniu wymogów wynikających z przepisów w zakresie ochrony przeciwpożarowej należy uzgodnić rozwiązania zamiennie w porozumieniu z rzeczoznawcą budowlanym i ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych. Następnie ekspertyzę uzgadnia się w formie postanowienia z Komendantem Wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej (Borowski 2017).

4. Podsumowanie

Artykuł zwraca uwagę na pewne aspekty związane z profilaktyką pożarową pod kątem wymogów technicznych, ochrony przeciwpożarowej i działań ratowniczo-gaśniczych. Rozmyślenia te należy traktować jako próbę zwrócenia uwagi na regulacje ustawowe w tym zakresie.

Rozporządzenie MEN dopuszcza prowadzenie punktów przedszkolnych lub zespołów wychowania przedszkolnego w lokalach znajdujących się w budynkach ZL lub ich części innych niż odpowiadające wymaganiom bezpieczeństwa dla ZL II.

Przy projektowaniu przedszkoli uwzględnić należy możliwość zapewnienia dla obiektu ilości wody do celów przeciwpożarowych. Każdy budynek zawierający strefę pożarową ZL II wymaga doprowadzenia drogi pożarowej oraz zastosowania hydrantów wewnętrznych (Dz. U. poz. 1030). Hydranty DN 25 stosujemy na każdej kondygnacji budynku innego niż tymczasowy, niski i średniowysoki w strefie pożarowej ZL II o powierzchni większej niż 200 m². Natomiast hydranty DN 52 przy wejściu do pomieszczeń magazynowych lub tymczasowych o powierzchni ponad 200 m² i gęstości obciążenia ogniowego większej 500 MJ/m² (budynek niski i średniowysoki).

5. Literatura

- Borowski T (2017) Wymagania z zakresu ochrony przeciwpożarowej w obiektach przeznaczonych do różnych form wychowania przedszkolnego. Poradnik Interesanta Komendy Miejskiej Państwowej Straży Pożarnej.
- Brzezińska A (2008) Przedszkole publiczne wymagania budowlane cz. II, Serwis oświata.abc.com.pl.
- Hetman A (2015) Projektowanie dróg ewakuacyjnych w budynkach. Inżynier budownictwa.
- Kiestrzyn A (2010) Bezpieczeństwo pożarowe w projektowaniu budynków i obiektów budowlanych - podstawy. Poradnik projektanta. Invest Plus Sp. z o.o.
- Kociołek K (2016) Poradnik inspektora ochrony przeciwpożarowej, TARBONUS Sp. z o.o.
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191, z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r., poz. 290, z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 4 lutego 2011 r. o opiece nad dziećmi w wieku do lat 3 (Dz. U. z 2016 r., poz. 157).
- Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o zmianie ustawy o systemie oświaty oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 827, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. poz. 1030).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. poz. 719).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgodnienia projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. poz. 2117).

7. Zdegradowane przestrzenie przemysłowe a jakość życia mieszkańców

Destroyed industrial spaces and quality of life the citizens

Kinga Cichocka

Katedra Historii i Teorii Architektury, Wydział Budownictwa i Architektury, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. arch. Zbigniew Paszkowski

Cichocka Kinga: kinga.b.cichocka@gmail.com

Słowa kluczowe: architektura, rewitalizacja, dobrostan, środowisko zbudowane.

Streszczenie

W przestrzeni miast istnieją nieużytkowane i zdegradowane obiekty przemysłowe, które w wyniku przemian gospodarczych straciły swoje znaczenie i funkcję. W sąsiedztwie tych obiektów toczy się jednak normalne życie miasta, dla którego obecność przestrzeni i obiektów zdegradowanych ma istotne znaczenie jakościowe.

Opuszczona i zniszczona zabudowa poprzemysłowa jest przyczyną postępującej degradacji kolejnych obszarów miejskiej przestrzeni publicznej. O jakości życia mieszkańców miast stanowią aspekty społeczne, w tym m.in. kwestie bezpieczeństwa, ładu przestrzennego, estetyki, dostępu do zieleni i miejsc wypoczynku. Każdy z przywołanych przykładów negatywnie oddziałuje i stanowi zagrożenie dla sąsiednich przestrzeni. Jednak dzięki dobrze zaplanowanej rewitalizacji obszary zdegradowane mogą stać się szansą na poprawę jakości życia mieszkańców i na kształtowanie bezpiecznego środowiska życia.

1. Wstęp

Pojęcie jakości życia według Światowej Organizacji Zdrowia (WHOQOL Group 1995) to poczucie jednostki co do jej stanu fizycznego, psychicznego i pozycji społecznej rozpatrywane w sześciu wymiarach: fizycznym, psychologicznym, niezależności, relacji społecznych, środowiska i w wymiarze duchowym. Rozwijając aspekt środowiska WHO wymienia następujące czynniki: środowisko domowe, wolność i bezpieczeństwo fizyczne, zadowolenie z pracy, zasoby finansowe, opieka zdrowotna i socjalna oraz możliwość wypoczynku. Elżbieta Niezabitowska zwraca uwagę, że „Po zaspokojeniu podstawowych potrzeb bezpieczeństwa człowiek oczekuje od środowiska zbudowanego nie tylko piękna i wygody, ale także spełnienia wielu innych specyficznych potrzeb nazywanych ogólnie behawioralnymi.” (Niezabitowska 2005).

W zależności od przyjętej definicji oraz od ukierunkowania badań, jakość życia można rozpatrywać pod kątem wielu czynników, ale przede wszystkim dziedziny będące w ośrodku zainteresowania badaczy to: środowisko przyrodnicze, zdrowie, ekonomia, przestrzeń, relacje społeczne.

2. Czynniki przestrzenne wpływające na jakość życia

Naukowców zajmujących się architekturą interesuje przede wszystkim przestrzeń w mieście rozumiana jako środowisko zbudowane czyli „wydzielony obszar przestrzeni miejskiej, wytworzony w wyniku procesu budowlanego – obiekty kubaturowe zawierające różne funkcje wraz z ich najbliższym otoczeniem czyli infrastrukturą komunikacyjną, założeniami zielonymi, terenami sportowo-rekreacyjnymi” (Ujma-Wąsowicz i Bielak 2012). Na tak określoną przestrzeń mają jednak wpływ pozostałe dziedziny interesujące naukowców. W zakresie środowiska przyrodniczego wpływ przestrzeni jest oczywisty; jest to możliwość kontaktu z przyrodą - czyli tereny rekreacji, parki, skwery i place, ogrody, możliwość relaksu i wyciszenia, uprawiania sportu i aktywnego wypoczyniania oraz funkcje ochronne miejskiej zieleni jak ochrona przed hałasem i nadmiernym nasłonecznieniem. Zajmując się zdrowiem, bierze się pod uwagę przede wszystkim czynniki wpływające na stan zdrowia mieszkańców, generowane przez środowisko miasta - czyli

zanieczyszczenie powietrza, uciążliwość transportu, hałas ruchu ulicznego i przemysłu oraz zatłoczenie. Ukształtowana przestrzeń to także ekonomia rozumiana jako materialna wartość obiektów, zainwestowane środki i możliwość wsparcia finansowego dalszych inwestycji w sferę publiczną. Przestrzeń ma swój znaczny udział w tworzeniu relacji społecznych, w tym w nawiązywaniu i ułatwianiu utrzymywania relacji międzyludzkich, a szczególnie sąsiedzkich, we wspieraniu życia rodzinnego, w oferowaniu różnorodnych możliwości spędzania wolnego czasu i prowadzeniu interesującego stylu życia (Czepkiewicz i Jankowski 2015).

W dziedzinie architektury bezpośredni wpływ na odbiór przestrzeni ma układ przestrzenny ulic, placów, przestrzeni publicznych, półpublicznych i prywatnych, związane z tym poczucie bezpieczeństwa, a więc uciążliwości życia nocnego, przestrzenie zamknięte i otwarte, również opresyjne (Czyński 2008), kwestie dostępu i podziału przestrzeni. Są to także: możliwość przemieszczania się czyli skuteczny transport oraz estetyka otoczenia.

3. Materiał i metody

Jakość życia można badać na dwa sposoby: subiektywnie – przez ocenę z perspektywy jednostki oraz obiektywnie - na podstawie opisu, który unika ocen oraz badania odwołującego się do opinii (Zadrozniak 2012). W opracowaniu zastosowano metodę opisową na podstawie dwóch przykładów zdegradowanych przestrzeni przemysłowych z terenu Szczecina. Na podstawie danych Krajowej Mapy Zagrożeń Bezpieczeństwa przeanalizowano liczbę przestępstw w okolicy dawnych zakładów oraz zidentyfikowano przestrzenne czynniki zagrożeń (Czarnecki i Siemiński 2004). Dla badanego obszaru przeprowadzono także analizę SWOT, z której wynikają wytyczne do rewitalizacji opisanych fragmentów Szczecina.

4. Dawny browar Rückforth

Założona w 1790 roku na gruntach poza granicami miasta gorzelnia do 1885 roku składała się z zespołu budynków murowanych i drewnianych, a w latach 1885-1894 przeszła gruntowną przebudowę. W tym czasie browar znajdował się już w sąsiedztwie powstałego w połowie XIX wieku dworca kolejowego. Istniejące zabudowania produkcyjne powstały w czasie przebudowy zakładu w latach 1911-1919. Budynki biurowe zostały włączone do koncernu Rückforth'a około 1918 roku i przebudowane w latach 30-tych XX wieku.



Gen.-Dir.-Gebäude des Rückforth-Konzerns, Stettin, Oberwiek 5

Rys. 1. Budynki biurowe około roku 1939, źródło: www.fotopolska.eu

W czasie II wojny światowej zabudowania uległy znacznemu zniszczeniu, a po 1945 roku zostały zaadaptowane i użytkowane do lat dziewięćdziesiątych XX wieku jako zakłady galwanotechniczne i poligraficzne.



Rys. 2. Współczesny widok ul. Kolumba. Po lewej stronie elewacja budynków biurowych. Zdjęcie własne.

Analizując czynniki przestrzenne, zabudowania dawnego browaru położone są wzdłuż ruchliwej ulicy miejskiej prowadzącej m.in. do dworca PKP, w bezpośrednim sąsiedztwie chodnika. Ulica Kolumba ma szerokość zaledwie około 14 m, w tym dwie jezdnie z torami tramwajowymi i dwa wąskie chodniki. Poprzemysłowa zabudowa o wysokości 1-5 kondygnacji jest mocno wyeksploatowana, a elewacje znajdują się w niedostatecznym stanie technicznym, z przymocowaną dużą liczbą reklam, szyldów i banerów. Na granicy strefy publicznej i zakładu znajduje się wysoki na około 3 m mur z dwoma bramami. Dostęp do budynków biurowych zamknięty jest stalową bramą i pilnowany przez ochronę. Ulica pozbawiona jest zieleni, jedyne drzewa i niewielki trawnik znajdują się na terenie niedostępnym dla mieszkańców, za murem zakładu.

Zabytkowa zabudowa architektury przemysłowej znajdująca się w zespole urbanistycznym dawnych zakładów produkcyjnych posiada walory historyczne i jest świadectwem minionych czasów. Na elewacjach znaleźć można oryginalne detale architektoniczne związane z istnieniem browaru Rückforth.

Badając aspekty społeczne w kontekście ukształtowania przestrzeni można wyciągnąć konkretne wnioski. Wąska ulica, pozbawiona usług i atrakcji wzdłuż swego przebiegu, z wysoką zabudową, powoduje odczucie stłoczenia, a ze względu na słabe oświetlenie wieczorem i nocą jest określana jako niebezpieczna i położona w niecieszącej się dobrą sławą części miasta. Duże natężenie ruchu pojazdów kołowych i szynowych stanowi zagrożenie dla pieszych, ponieważ brak segregacji ruchu pieszego od kołowego. Jest to również przyczyną nadmiernego hałasu i zanieczyszczenia powietrza, ale jednocześnie świadczy o bliskim dostępie do komunikacji publicznej. Parkowanie wzdłuż ulicy, przy krawężniku daje wrażenie zawężenia przestrzeni chodnika, co m.in. przyczynia się do niewielkiego ruchu pieszych. Bezpośrednie sąsiedztwo przestrzeni publicznej i prywatnej powoduje brak dystansu - przejazd bramny pomiędzy budynkami biurowymi jest zamknięty stalową bramą, dodatkowo kontrolowany przez ochronę, izolując w ten sposób użytkowników budynku biurowego, a ograniczając swobodę dostępu dla użytkowników przestrzeni publicznej. Nieuporządkowana przestrzeń powoduje wrażenie chaosu, oznaki agresji w przestrzeni publicznej (graffiti i dzikie plakatowanie) wywołują negatywne emocje, a wysoki poziom dewastacji zniechęca do dbałości o otoczenie. Nie ma możliwości kontaktu z przyrodą ani miejsc wypoczynku, ponieważ jedyna przestrzeń zielona znajduje się za murem browaru, niedostępna dla okolicznych mieszkańców.

Przedstawione aspekty wywołują konflikty wynikające z konieczności godzenia różnych funkcji, stylów życia i interesów (zamknięcie - otwarcie przestrzeni, funkcje mieszkaniowe i usługowe, ruch pieszy-kołowy), ale jednocześnie jest to przeplatanie się zróżnicowanej zabudowy, pożądane w tkance miejskiej. Podejmowane są również próby ożywienia kulturalnego okolicy –

w podwórku browaru, za murem, organizowane są imprezy plenerowe, a w budynku pofabrycznym funkcjonuje alternatywny klub muzyczny.



Rys. 3. Widok dziedzińca browaru oddzielonego murem od ulicy i chodnika. Widoczny natłok reklam. Zdjęcie własne.

Dla badanego obszaru przeprowadzono także analizę SWOT, z której wynikają wytyczne do rewitalizacji opracowanego fragmentu Szczecina. Dzięki sąsiedztwu z dworcem PKP oraz wygodnemu dojściu i dojazdowi dla mieszkańców oraz przyjezdnych istnieje szansa na przyciągnięcie ludzi wprost w ulicę Kolumba, a adaptacja browaru na różnorodne funkcje umożliwi stanie się atrakcją turystyczną. Wykorzystanie tożsamości kulturowej miejsca całego zespołu zabudowy przemysłowej, w tym renowacja ciekawych elementów architektury browaru może pozwolić na wytworzenie przestrzeni unikalnej w skali miasta, co jednocześnie polepszy środowisko życia dla mieszkańców i być może przyciągnie nowych chętnych do zamieszkania i spowoduje ożywienie oferty usług i handlu. Ponieważ władze miasta interesują się ocaleniem zabudową tej części Szczecina, istnieje możliwość pozyskania finansowania dla rewitalizacji, a także znaczna przebudowa układu drogowego, w tym wyprowadzenie ruchu samochodowego poza ul. Kolumba (na teren PKP), wprowadzenie parkowania na zapleczu browaru, od strony terenu PKP oraz poszerzenie chodników z odsunięciem ich od okien zabudowy mieszkaniowej – wówczas ciągi komunikacyjne mogą się stać trasami spacerowymi.

Wśród szczegółowych wytycznych wskazać można przeprowadzenie analizy nasłonecznienia i przesłaniania, z których może wynikać możliwość nadbudowy parterowych budynków, wprowadzenie nowych form zagospodarowania, co spowoduje uporządkowanie przestrzeni oraz zlikwiduje natłok reklam, wyraźne rozgraniczenie przestrzeni publicznej od prywatnej, odpowiednie oświetlenie ulicy oraz podświetlenie elewacji, zwiększenie dostępności terenów zielonych i stworzenie miejsc do rekreacji, wprowadzenie zieleni w niewielkich formach małej architektury. Ważne będzie także zaangażowanie miejscowej społeczności w proces przekształcania ulicy i browaru, co stworzy pozytywny klimat społeczny do zmian i wzmocni poczucie odpowiedzialności za wspólną przestrzeń.

5. Dawny młyn parowy / olejarnia

Młyn parowy został założony 1837 roku przez Paula Gutike, na Północ od ówczesnych granic Szczecina, w pobliżu nabrzeża Odry. Obecna zabudowa powstała po pożarze młyna, po roku 1867. Z barek cumujących na Odrze węgiel transportowano taśmociągami nad drogą, a zboże tunelem pod drogą. W 1910 na miejscu młyna powstała olejarnia, co wiązało się z przebudową wnętrza

i niewielką rozbudową zakładu. Po II wojnie światowej w zakładzie produkowano olej, następnie szczotki, a od połowy lat 90 obiekt jest nieużytkowany.



Rys. 4. Widok olejarni w 1940 roku. Źródło: encyklopedia.szczecin.pl

Współcześnie zabudowa olejarni położona jest wzdłuż ruchliwej i wąskiej ulicy miejskiej o szer. około 14,0 m. W pasie drogowym przebiegają dwie jezdnie, dwa chodniki w bezpośrednim sąsiedztwie ulicy oraz użytkowane tory tramwajowe. Duży ruch pojazdów generuje uciążliwości – hałas i zanieczyszczenie powietrza.



Rys. 5. Współczesny widok ul. Dębogórskiej i położonych przy niej zabudowań dawnej olejarni. Nieczynne sklepy w parterach sąsiednich kamienic. Zdjęcie własne.

Budynki olejarni o bardzo dużej kubaturze i znacznej wysokości są mocno wyeksploatowane, nieużytkowane ulegają degradacji, a ze względu na stwarzane zagrożenie objęte zakazem wstępu na teren poprzemysłowy. W granicach dawnej olejarni oraz w jej sąsiedztwie znajduje się nieuporządkowana zieleń, która w sposób chaotyczny porasta wolne przestrzenie.

Jednocześnie jest to obszar mający potencjał historycznego, dużego i ciekawego przestrzennie miejsca z możliwością adaptacji i wykorzystania do różnorodnych funkcji.

Rozpatrując aspekty społeczne, ulica Dębogórska jest postrzegana jako niebezpieczna i położona w omijanej części miasta, do czego przyczynia się m.in. słabe oświetlenie ulicy wieczorem i nocą, niewielki ruch pieszzy związany z brakiem usług i atrakcji wzdłuż ulicy oraz nieuporządkowana przestrzeń. Zabudowa przemysłowa jest zdewastowana, pozbawiona okien, na granicy strefy publicznej i olejarni znajduje się wysoki mur – wszystkie te elementy zniechęcają do dbałości o otoczenie. Bezpośrednie sąsiedztwo przestrzeni publicznej i prywatnej powoduje brak dystansu i odczucie dyskomfortu. Duże natężenie ruchu pojazdów kołowych i szynowych stanowi zagrożenie dla pieszych, ze względu na brak segregacji ruchu pieszego od kołowego. Ponieważ brakuje użytkownika i gospodarza miejsca, nie ma możliwości wykorzystania przestrzeni dawnej olejarni i zieleni na jej terenie przez okolicznych mieszkańców.



Rys. 6. Widok muru wzdłuż ulicy Dębogórskiej – stan obecny. Zdjęcie własne.

Po przeprowadzeniu analizy słabych i mocnych stron oraz zagrożeń i szans można przedstawić wytyczne do rewitalizacji zabudowy dawnej olejarni. Adaptacja olejarni daje możliwość wykorzystania tożsamości kulturowej miejsca. Otwarcie przestrzeni dookoła obiektu przez rozbiórkę muru wzdłuż ulicy i zagospodarowanie tego terenu jako otwartego dla przechodniów pozwoli wyraźnie rozgraniczyć przestrzeń publiczną od prywatnej i wprowadzić przestrzeń pośrednią. Ciągi komunikacyjne rozwiązane jako trasy spacerowe, uporządkowanie przestrzeni, nowe formy zagospodarowania, zwiększenie dostępności terenów zielonych i stworzenie miejsc do rekreacji przyciągnie miejscową społeczność i pozwoli zaangażować w proces przekształceń.

6. Podsumowanie

Najbardziej lubiane przestrzenie miejskie „charakteryzują się łądem przestrzennym, są otwarte i czyste, posiadają walory historyczne i kulturowe” (Flor 2010). Rewitalizacja zdegradowanych przestrzeni przemysłowych może wpłynąć na stworzenie ważnego miejsca na mapie miasta wpisując się w politykę zrównoważonego rozwoju (Turek 2013), na sferę publiczną wokół zabudowy, a szczególnie jej bezpieczeństwo dla różnych grup użytkowników, na udostępnienie mieszkańcom zieleni z poszanowaniem zastanego środowiska naturalnego oraz na budowanie więzi międzyludzkich w przestrzeni miejskiej – czyli na poprawę jakości życia w sąsiedztwie przestrzeni przemysłowych. Pozytywne przykłady rewitalizacji zabudowy przemysłowej coraz liczniej są realizowane zarówno na świecie, jak i w Polsce. Jednym z najbardziej znanych przykładów polskich jest osypana nagrodami adaptacja XIX wiecznych Zakładów Izraela Poznańskiego w Łodzi na

centrum handlowo-rekreacyjne Manufaktura czy przebudowa browaru w Poznaniu na centrum kulturalno-handlowe Stary Browar.

7. Literatura/ bibliografia

- Czepkiewicz M, Jankowski P (2015) Analizy przestrzenne w badaniach nad jakością życia w miastach. Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny, rok LXXVII – zeszyt 1: 101-117.
- Czarnecki B, Siemiński W (2004) Kształtowanie bezpiecznej przestrzeni publicznej: 170-187.
- Czyński M (2008) Architektura, stres i potrzeba bezpieczeństwa. Przestrzeń i Forma, nr 10: 153-162.
- Flor D (2010) Architektura a budowanie więzi społecznych – kształtowanie przestrzeni w oparciu o podstawy psychologii środowiskowej. Budownictwo i Architektura 6: 5-12.
- Niezabitowska E (2005) Architektura a środowisko zbudowane: Środowisko zbudowane w służbie człowieka. Człowiek-potrzeby-środowisko. Materiały pokonferencyjne. Jubileuszowe Sympozjum Naukowe, Katowice: 132.
- Turek A (2013) Rewitalizacja obiektów przemysłowych na cele mieszkaniowe. Problemy Rozwoju Miast 10/1: 71-86.
- Ujma-Wąsowicz K, Bielak M (2012) Urbanistyczne aspekty kształtowania środowiska zbudowanego dla użytkowników grupy wiekowej 50+: Czasopismo Techniczne. Architektura: R. 109: 271-273.
- WHOQOL Group (1995). The World Health Organisation quality of life assessment. Position paper from the world health organisation. Soc. Sci. Med.; 41: 1403-1409.
- Zadrozniak M (2012), Jakość życia w mieście: EkoMiasto#Społeczeństwo: 22-30.

8. Kolorowy świat Las Vegas – architektura, która przyciąga wzrok

The colorful world of Las Vegas - an architecture that catches the eye

Alicja Świtalska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Budownictwa i Architektury Zakład Geometrii Wykreślnej i Perspektywy

Opiekun naukowy: dr hab. inż. arch. Piotr Arlet

Świtalska Alicja: alicja.switalska@zut.edu.pl

Słowa kluczowe: kasyna, imitacja, replika architektury, rozrywka, hotele

Streszczenie

Artykuł ukazuje wybrane przykłady architektury w mieście Las Vegas oraz jego sąsiedztwie, położonych w stanie Nevada, w hrabstwie Clark, w Stanach Zjednoczonych. Przedstawione zostały wyniki badań nad wpływem jaki architektura wywiera na odbiór „stolicy rozrywki”. W opisywanym obszarze występuje różnorodność formy. W odbiorze miasta przeważają hotele kasynowe o dużej skali, głównie zlokalizowane przy bulwarze the Strip. W innym fragmencie miasta odnotować należy niskie kapliczki ślubne, które nadają spokojniejszego i przyjaznego charakteru okolicy.

1. Wstęp

Miasto Las Vegas położone jest w stanie Nevada, w hrabstwie Clark, w Stanach Zjednoczonych. Słynie ono przede wszystkim z hazardu, luksusowych hoteli i zakupów. Co chwila napotkać można kolejne kasyno, zapraszające gości do wejścia. Po przekroczeniu progu człowiek znajduje się w świetle, gdzie czas płynie inaczej. Nie wiadomo, czy jest środek dnia czy nocy. Wszystkie atrakcje są dostępne całą dobę, każdego dnia roku.

Przyjęta nazwa Las Vegas nie dotyczy tylko samego miasta, odnosi się do większego obszaru. Obszar metropolitalny Las Vegas Valley zawiera takie jak: Las Vegas, North Las Vegas i Henderson, oraz obszary niemunicipalne: Summerlin South, Paradise, Spring Valley, Sunrise Manor, Enterprise, Winchester, and Whitney.

Las Vegas Valley słynie głównie kasyn. Nie wszystkie kasyna znajdują się w mieście Las Vegas. Odwiedzający stolicę rozrywki mogą nawet nie wiedzieć, iż znajdują się w Paradise, a nie w samym mieście Las Vegas. Przykładem może być tutaj Las Vegas Strip, inaczej zwany „the Strip”, odcinek o długości 6,8 km, który częściowo znajduje się w Paradise oraz Winchester. Jest on częścią Las Vegas Boulevard, głównej drogi Las Vegas Valley.

Architektura kasyn różni się od siebie. Nie ma tu harmonijnej spójności, za to można w kilak minut „przejszć z Rzymu do Paryża”. Nikt od Las Vegas nie oczekuje spokojnej zabudowy, wręcz przeciwnie, jest to stolica rozrywki i właśnie w ten sposób jest to miasto odbierane.

Wyobrażenie o kulturze określonego miejsca wiąże się z jego rozpoznawalnością i najważniejsze jest, żeby poznało go jak najwięcej osób. W różny sposób kreuje się znajomość miejsc. Zaoczne wyobrażenie o kulturze miejsca, bardzo różni się od naocznego jego poznania. Osoby, które były w określonych miejscach zazwyczaj mają skojarzenia z zabudową, która zrobiła na nich wrażenie. Natomiast znajomość miejsc, w których nie byli wiąże się zazwyczaj z wiedzą z mediów, w szczególności z telewizji i internetu. (Czekiel-Świtalska 2010)

2. Cel artykułu i prowadzone badania

Celem artykułu jest przedstawienie wybranej architektury w mieście Las Vegas oraz wpływu, jaki wywiera ona na odbiór tego miejsca. Badania dotyczące odbioru miasta, zróżnicowano ze względu na turystów oraz stałych mieszkańców miasta i okolic.

Przeprowadzone zostały analizy dotyczące również kwestii przyjaznej przestrzeni, w których główne pytania dotyczyły problemu czy miasto jest odbierane jako pozytywne czy też negatywne dla osób przyjezdnych.

Badania do artykułu były prowadzone w formie obserwacji własnych, analizy literatury i fotograficznej oraz wywiadów środowiskowych, ze szczególnym naciskiem na turystów oraz mieszkańców Las Vegas i pobliskich miejscowości. Wywiady prowadzone były w maju 2017 roku.

3. Las Vegas – pierwsze wrażenia kontra życie w mieście

Pierwsze skojarzenie wywołane przyjazdem do Las Vegas to różnorodność formy. Napotkać można srebrne wieżowce o wygiętych elewacjach Vdara Hotel & Spa, złoty drapacz chmur Trump International Hotel Las Vegas, nowoczesne kształty Encore i Wynn, budynek na kształt cyrku, czyli Circus Circus Las Vegas, baśniowy zamek Excalibur Hotel and Casino (rys. 1), czy stylizowane na włoską Wenecję The Venetian Resort Hotel Casino. Każdy z wymienionych budynków ma całkowicie inną stylistykę.

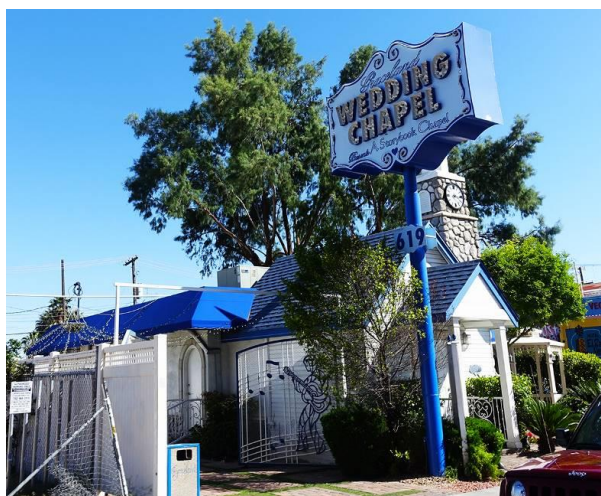
Przejeżdżając ulicami miasta zobaczyć można szereg kapliczek ślubnych, przypominających małe kościoły (rys. 2). I w tym wypadku różnią się one między sobą: jeden z przykładów to: białe ściany z niebieskim, spadzistym dachem i kamienną wieżą, inny to: kaplica na wzór romańskich kościołów, kolejny: w stylu dzikiego zachodu, albo jeszcze inny: z różowymi dodatkami i wizerunkiem Elvisa.

Niektórzy mieszkańcy Las Vegas i okolic uważają, że miasto zbyt szybko się rozwija. W wywiadach można było usłyszeć opinie, że kiedyś miasto było bardziej przyjazne oraz iż obecnie wszystkiego jest za dużo (w odniesieniu do nowych inwestycji). Owe opinie sprowadzają się przede wszystkim do osób starszych, można wysnuć wniosek, że ciężko im się przyzwyczaić do zmieniającego się otoczenia. Osoby młodsze, w przedziale wiekowym 40 - 45 zamieszkujące najbliższą okolicę miasta, w kilku przypadkach mówiły, że nie przepadają za samym Las Vegas, rozumianym jako centrum rozrywki, i do samego miasta przyjeżdżają tylko wtedy, kiedy muszą. Nie lubią spędzać swojego wolnego czasu w sercu hazardu. Inne osoby, w różnym przedziale wiekowym lubiły spędzać swój wolny czas w kasynach. Zdarzają się sytuacje, że po pracy w hotelu-kasynie, osoby takie swój czas spędzają w kasynach, grając na automatach lub przy stołach. Starsze osoby, na emeryturze również w ten sposób zażywają rozrywki.

Z wywiadów przeprowadzonych z osobami przyjezdnymi wysnuć można następujące wnioski: odwiedzający nastawieni na rozrywkę, celowo wybierający Las Vegas na odpoczynek odbierają miasto pozytywnie, przeważnie prowadzone nocne życie spełnia ich oczekiwania. Przyjemnie spędzają czas w kasynach, duży wybór miejsc i ich różnorodność sprawia, że pobyt w mieście jest interesujący i nie nudzi się. W opiniach osób, które na rozrywkę nastawione były w mniejszym stopniu i nie uczestniczyły w grach hazardowych, usłyszeć można było, że w tym otoczeniu czuły się nieswojo, odbierały je negatywnie. Zarazem jednak wszechobecny luksus budził podziw, a oryginalność powodowała zdumienie. Brakowało też tożsamości miejsca, poprzez sprowadzenie do jednej przestrzeni symboliki z całego świata. Ciężko było wskazać co jest najbardziej charakterystyczne w Las Vegas przez obecność różnorodnych symboli, takich jak: paryskiej wieży Eiffela, egipskiej piramidy wraz ze Sfinksem, elementów zaczerpniętych z Wenecji i Rzymu, czy Statuy Wolności. (Szpakowska-Loranc 2014; Barreiro León 2016)



Rys.1. Excalibur Hotel and Casino, Las Vegas, Stany Zjednoczone. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska



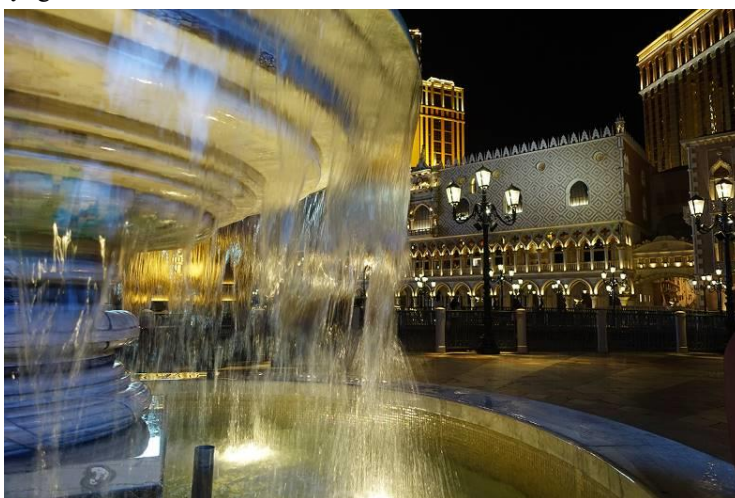
Rys. 2. Kapliczka ślubna, Las Vegas, Stany Zjednoczone. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska

4. Charakterystyka poszczególnych hoteli-kasyn

The Venetian Resort Hotel Casino położony jest przy bulwarze Las Vegas Strip w Paradise. Zaprojektowany został przez firmę KlingStubbins i stanął w miejscu dawnego Sands Hotel. Koszt inwestycji wyniósł 1,5 miliarda dolarów. Początek budowy nastąpił 14 kwietnia 1997 roku, a otwarcie miało miejsce 13 maja 1999 roku. Podczas uroczystości znana aktorka Sophia Loren dołączyła do właściciela obiektu, aby ochrzcić pierwszą zmotoryzowaną gondolę.

Szczególną uwagę w tym wypadku należy zwrócić na plac przed wejściem, z fontannami i kanałem z wodą, po którym poruszają się gondole. Jest on stylizowany – tak jak i wnętrze – na włoską Wenecję. Znajdując się na placu ma się wrażenie przebywania w miejscu przyjaznym i urokliwym, skala miasta wydaje się być mniejsza niż w rzeczywistości.

Na rysunku nr 3 widać fragment fontanny na placu oraz elewacji The Venetian Resort Hotel Casino, za to na rysunku nr 4 można oglądać ten sam plac w widoku z wnętrza, z widokiem na kopię Dzwonnicy świętego Marka.



Rys. 3. Plac przed wejściem do The Venetian Resort Hotel Casino. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska

The Venetian ma wysokość 145 metrów, składa się z 36 kondygnacji. Inspiracją do projektu była Wenecja, z której zaczerpnięto najbardziej znane obiekty, i tak powstały repliki symboli tego miasta, takich jak: Palazzo Ducale, Piazza San Marco, Piazzetta di San Marco, Lew z kolumny

weneckiej, kolumna Świętego Teodora, Dzwonnica świętego Marka i most Rialto. (Wikipedia: The_Venetian_(Las_Vegas) 2017)

Z czym kojarzy się miasto? Miasta i miejsca kojarzą się z ich kulturą. Kultura ta często kojarzy się z charakterystyczną zabudową, ale nie zawsze. (...) Architektura i zagospodarowanie przestrzeni jest istotnym czynnikiem w umocnieniu kultury miejsca, miasta, państwa. To właśnie ona tworzy klimat miejsca, oferuje ciekawe funkcje, które przyciągają ludzi. (Czekiel-Świtalska 2010) W przypadku The Venetian, jak i innych miejsc w Las Vegas, które imitują znane miasta i miejsca, rodzi się pytanie: co jest tożsamością Las Vegas? Czy repliki znanych miejsc w dużym zagęszczeniu, w jednym miejscu, mogą tworzyć tożsamość miejsca? Czy celem stworzenia The Venetian było „przeniesienie” osób zwiedzających do Wenecji, czy stworzenie wyjątkowego miejsca samego w sobie? Jest to miejsce bez wątpienia przyjazne, o dystynktywnym klimacie. W odpowiedzi na poszukiwanie tożsamości Las Vegas, można zauważyć, że jest nią mieszanica różnych stylów, z różnych epok i to właśnie tworzy charakter tego miejsca. Jest to kraina kolorów i kontrastów, która w ten sposób jest właśnie odbierana przez osoby tam przyjeżdżające.



Rys. 4. Widok na plac przed wejściem The Venetian Resort Hotel Casino, Paradise, Nevada, Stany Zjednoczone Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska



Rys. 5. Wnętrze The Venetian Resort Hotel Casino, Paradise, Nevada, Stany Zjednoczone Źródło: Zdjęcie Frankie Antonio Cruz



Rys. 6. Wnętrze Caesars Palace, Paradise, Nevada, Stany Zjednoczone. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska

Kolejnym przykładem wyjątkowych wnętrz jest superluksusowy Caesars Palace, położony przy Las Vegas Strip w Paradise. Jest to jeden z najbardziej prestiżowych hoteli kasynowych na świecie oraz jeden z największych i najbardziej znanych obiektów w okolicy Las Vegas. Budowa Caesars Palace, którego projektu podjął się Jay Sarno, rozpoczęła się w 1962 roku. Pierwotnie hotel miał 14 pięter, 680 pokoi i zajmował powierzchnię 138.000 m². Oficjalne otwarcie hotelu miało miejsce 5 sierpnia 1966 roku. Trzy lata później Stuart i Ramon S. Perlmanowie wykupili hotel i zaczęli od powiększenia areny do niego należącej. Następnie, w 1973 roku do budowy szesnastopiętrowego budynku podległego Caesars Palace została zakontraktowana korporacja Del Webb; w następnym roku projekt wart 8 milionów dolarów został ukończony. Na początku lat 90. zdecydowano o modernizacji Caesars Palace, w 1992 roku otworzono The Forum Shops at Caesars - luksusowe centrum handlowe. W późniejszym czasie resort powiększył się o Plażę oraz Colosseum. W 2005 roku otwarta została 46-piętrowa wieża Augustus, projektu Bergman Walls Associates.

Wnętrza fragmentu tego hotelu-kasyna, a dokładniej Forum Shops, wyglądają jak ciąg włoskich uliczek z fontannami i ekskluzywnymi sklepami. Nad głowami zwiedzających rozciąga się projekcja błękitnego nieba z delikatnymi chmurami, co przedstawione zostało na ilustracji numer 6. Nawet jeżeli nie ma się w planach zakupów, zwiedzanie tego centrum handlowego stanowi swojego rodzaju rozrywkę. (Wikipedia: Caesars_Palace 2017; Gray 2015)

Wynn i Encore (Rys. 4) zlokalizowane są przy ulicy Las Vegas Strip w Paradise. Są to siostrzane budynki o wysokościach 187 i 192 metry. Kompleks ten posiada sumarycznie 4750 pokoi i jest uważany za jeden z najbardziej luksusowych na świecie. Należy do Steve'a Wynn'a, inwestora budowlanego, specjalizującego się w budowie kasyn w Las Vegas.



Rys. 7. Widok Wynn i Encore, Las Vegas, Stany Zjednoczone. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska



Rys. 8. Kwiatowa rzeźba "Karuzela", autorstwa Prestona Bailey w Wynn, Las Vegas, Stany Zjednoczone. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska

Kontrakt na projekt oraz budowę Wynn został podpisany w 2002 roku z Marnell Corrao Associates. Architektem wnętrz w tym projekcie był Roger Thomas. Koszt budowy wyniósł 2,7 miliardów dolarów, co za tym idzie, była to najdroższa inwestycja w Stanach Zjednoczonych finansowana przez prywatnego inwestora. 28 kwietnia 2005 roku odbyło się oficjalne otwarcie Wynn Las Vegas. W tym momencie był to najwyższy budynek hotelowym na ulicy Strip i utrzymał ten rekord przez dwa lata.

Prace nad kolejnym obiektem rozpoczęto 28 kwietnia 2006, a koszt budowy Encore Suites at Wynn Las Vegas wyniósł 2.3 miliardy dolarów. Początkowo obiekt miał być rozszerzeniem Wynn, ostatecznie stał się oddzielnym kompleksem, jednak współpracującym ściśle z Wynn i połączonym

z nim promenadą handlową. Kasyno znajduje się na 6.900 m², powierzchnia handlowa wynosi 2.500 m². (wikipedia: Encore_Las_Vegas 2017, Steve_Wynn 2017, Wynn_Las_Vegas 2017;Irazaba 2007)

5. Podsumowanie

Las Vegas zachwyca swą różnorodnością i luksusem. W różnych częściach miasta widać wznoszące się wysokościowce, będące hotelowymi kasynami, w innych rejonach niską zabudowę kapliczek ślubnych. Architektura różnie wpływa na odbiór miasta, dla osób zwiedzających wzbudza bardziej pozytywne emocje, ze względu na oczekiwania, jakie mieli wybierając się do stolicy rozrywki; dla mieszkańców może być mniej atrakcyjna, a wręcz uciążliwa. Widać dynamikę formy, przejeżdżając ulicami oczom ukazują się coraz to ciekawsze i bardziej kolorowe konstrukcje. Bez wątpienia Las Vegas jest charakterystycznym miejscem, które dzięki replikom znanych, historycznych obiektów, hoteli stylizowanych na przeróżne style jest pełne kontrastów. Nie wszyscy zwiedzający przybywają tutaj, aby zagrać w kasynie. Część osób pragnie zobaczyć właśnie repliki znanych budowli, żeby w kilka minut przenieść się z Paryża z wieżą Eiffela do Wenecji i popłynąć gondolą wśród sklepowych uliczek.

Znak "Welcome to Fabulous Las Vegas" (Rys. 9) jest punktem rozpoznawczym stolicy rozrywki. Konstrukcja z 1959 roku, projektu Betty Willis oddaje charakter tego miejsca: świecące czerwone litery, kolorowe lampki – po takim przywitaniu, można się spodziewać, iż wkracza się w świat rozrywki i nocnego życia. (Wikipedia: Welcome_to_Fabulous_Las_Vegas_sign ; Venturi i in. 2013; Rudd i in. 2010; Rohit Raj I in. 2012)

Skojarzenie z kulturą miejsca może być ukształtowane przez imprezy jakie odbywały się i odbywają w danym mieście lub ich formą władzy. (Czekiel-Świtalska 2010) A co, jeżeli całe miasto kojarzy się z imprezą, nocnym życiem i grą w kasynach? Tak właśnie jest z Las Vegas. Jest ono wszystkim znane, przeważnie z filmów, co za tym idzie, jest bardzo rozreklamowane i każdy posiada swoje wyobrażenie o tym miejscu, które można skonfrontować z rzeczywistością tylko poprzez przyjazd do Las Vegas.



Rys. 9. Znak Las Vegas, Stany Zjednoczone. Źródło: Zdjęcie Alicja Świtalska

6. Literatura

- Barreiro León B (2016) Ciudades teóricas posmodernas: Las Vegas, X Congreso online sobre Turismo y Desarrollo / VI simposio virtual Internacional Valor y Sugestión del Patrimonio Artístico y Cultural
- Czekiel-Świtalska E (2010) Tożsamość miejsca a kultura zagospodarowania. Identity of place and culture of urban development. „Architectus” nr 2(28), Wrocław 2010
- Gray M (2015) A Hospitable World? Organising work and workers in hotels and tourist resorts, srt.175-194
- https://en.wikipedia.org/wiki/Caesars_Palace dostęp: 10.12.2017
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Wynn_Las_Vegas dostęp: 10.12.2017

- https://en.wikipedia.org/wiki/Welcome_to_Fabulous_Las_Vegas_sign dostęp: 10.12.2017
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Encore_Las_Vegas dostęp: 10.12.2017
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Steve_Wynn dostęp: 10.12.2017
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/The_Venetian_\(Las_Vegas\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/The_Venetian_(Las_Vegas)) dostęp: 10.12.2017
- Irazaba C. (2007) Kitsch is dead, long live kitsch: the production of hyperkitsch in Las Vegas, *Journal of Architectural and Planning Research* 24:3 (Autumn, 2007)
- Rohit Raj, Ar. Partha Sarathi Mishra (2012) Exploring Identity
- Rudd D, Mills R, Racic S (2010) Evolution and development of metro-casinos, *Journal of Management and Marketing Research*
- Szpakowska-Loranc, E. (2014) Architectural pop-narratives. *Przestrzeń i Forma* 22/3. Wyd. SFERA, str. 47-58
- Venturi R, Scott Brown D, Izenour S (2013), *Uczyć się od Las Vegas, Zapomniana symbolika formy architektonicznej*, Kraków, Wydawnictwo Karakter, ISBN: 978-83-62376-22-3

9. Rola piękna w architekturze współczesnej w kontekście teorii klasycznej

The role of beauty in contemporary architecture in the context of classical theory

Kinga Cichocka

Katedra Historii i Teorii Architektury, Wydział Budownictwa i Architektury, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. arch. Zbigniew Paszkowski

Słowa kluczowe: estetyka, motyw piękna, projektowanie architektoniczne.

Streszczenie

Współczesną architekturę można postrzegać przez pryzmat piękna - na podstawie tego, jak owo piękno rozumieli teoretycy klasyczni. Starożytni Grecy wyróżnili motywy estetyczne, które wskazywały różne konteksty piękna. Wymienione w tekście motywy odnosi się do architektury przełomu XX i XXI wieku, najpierw w ujęciu ogólnym, a następnie do współczesnych konkretnych obiektów. Współcześnie forma i kształt powstających obiektów wynika z poczucia estetyki autora, nie zaś ze stosowania kanonu estetycznego. Pojedyncze motywy piękna są jednak reprezentowane w konkretnych realizacjach.

1. Rozważania o pięknie - czyli sposób na miarę piękna

Pięknu poświęcono wiele rozważań i próbowano je na różne sposoby zdefiniować. Sięgając do klasycznych tekstów, Platon pisał, że piękno ma trzy rodzaje: to, co jest godne pochwały, to, co celowe i trzecie - przynoszące pożytek (Tatarkiewicz 1985). Odnosił także piękno do miary: „Przecież zachowanie miary i proporcji jest zawsze pięknem i cnotą... Jeśli jedną ideą nie zdołamy uchwycić dobra, to ujmijmy je trzema: piękna, proporcji i prawdy.” Dodał także, że poczucie piękna jest wyrazem pokrewieństwa człowieka z bogami (Tatarkiewicz 1985).

Arystoteles pisał, że pięknem jest tylko to, co jest zarazem dobrem i przyjemnością. Współcześnie znaleźć można między innymi i taką definicję: „Piękno: to, czego się nie chce zmieniać.” (pl.wikiquote.org 2016).

Niektórzy estetycy przekonują, że pojęcie piękna jest nieokreślone i dlatego nie można się nim zajmować w sposób naukowy. Trudno uchwycić i opisać to, co wiąże się z odczuciem, indywidualnym przeżyciem i opiera się na subiektywnych kryteriach oceny. A jednak od starożytności historia piękna rozwija się bez przerwy.

Tab. 1. Zestawienie motywów starożytnej teorii piękna. Opracowanie własne.

symmetria	eurytmia
jedność elementów	przeciwieństwo elementów
podłoże zmysłowe	podłoże duchowe
piękno bezwzględne	piękno względne
piękno samo w sobie	piękno moralne

Według Władysława Tatarkiewicza przewodnimi motywami starożytnej teorii piękna były pitagorejskie: symmetria, czyli piękno polegające na proporcji i układzie części oraz miara – piękno polegające na mierze i liczbie. Później pojawił się motyw eurytmii czyli subiektywnej harmonii, w którym piękno zależy od tego, jak układ rzeczy jest postrzegany przez człowieka. I na koniec motyw Plotyna, który określał piękno jako prostą jakość, a nie proporcję i układ.

Pojawia się również motyw jedności, gdzie piękno polega na spójności oraz przeciwstawnym motyw Heraklita – piękno powstaje z zestawienia przeciwieństw.

Kolejne motywy dotyczyły podłoża piękna: sensualizm dostrzegał źródło piękna w zmysłach, a spirytualizm akcentował duchowe podłoże piękna.

Równolegle do wcześniejszych pojawił się temat relatywizmu – piękno jest względne oraz motyw idealizmu – istnieje piękno bezwzględne.

Rozróżnić można trzy motywy dotyczące wartości piękna: epikurejski – piękno jest bezużyteczne, motyw moralizmu – piękno, jeśli ma wartość, to tylko natury moralnej oraz motyw autonomii piękna – wartość piękna leży w nim samym (Tatarkiewicz 1985).

Poszczególne motywy zwracają uwagę na piękno z różnej perspektywy i do dzisiaj nie tracą na aktualności – w kontekście tych motywów można oceniać dzieła sztuki, w tym dzieła architektury. Jednocześnie pojedyncze motywy przenikają się wzajemnie i mają przestrzenie wspólne.

Symmetria nie jest tożsama z pojęciem symetrii jako lustrzanego odbicia, nie jest też prostą równowagą elementów ani optycznego ciężaru części budynku, ale wyraża się w harmonijnych relacjach poszczególnych części.

W starożytności symmetria oznaczała uporządkowanie poszczególnych elementów i odpowiednie ich proporcje. Ponieważ celem artystów greckich „... było nie tyle subiektywne zadowolenie widza, ile obiektywna doskonałość dzieła” (Tatarkiewicz 1985), poszukiwali doskonałych proporcji, aby ustalić kanon piękna. Architekci w Grecji wypracowali więc matematyczny wzorzec, który - jak wierzyli - nie został wymyślony przez nich, ale odszukany w świecie przyrody i przeniesiony na pole sztuki projektowania i budowania. Stosowanie kanonu zapewniało wznoszonym obiektom uniwersalne piękno.

Jak pisze Władysław Tatarkiewicz, „nie ma dwóch greckich świątyń, które byłyby identyczne” (Tatarkiewicz 1985). Kanon był stosowany powszechnie, ale w wypadku każdego obiektu dopracowywano odchylenia modułu ze względu na korekty optyczne wyglądu elewacji, co dawało poszczególnym budynkom rys swobody i indywidualności. Piękne było to, co ludzkie oko spostrzegało jako idealnie pionowe, poziome i równoległe – choć w rzeczywistości był to wynik zabiegów przeciwdziałających deformacjom optycznym. Pojawia się w tym miejscu motyw eurytmii, dzięki której klasycy greccy zwrócili uwagę na postrzeganie obiektu przez człowieka – piękne było to, co miało proporcje piękne dla kogoś, a nie relacje piękne same w sobie. Oznaczało to, że każda rzecz ma odpowiedni dla siebie, stosowny kształt. Witruwiusz zastosował do architektury definicję „Eurytmia polega na pięknym kształcie budowli i na właściwym widoku wytworzonym przez zestawienie poszczególnych jej członów” (Tatarkiewicz 1985). Było to indywidualne piękno stosowności.

Do końca epoki starożytnej ścierały się motywy *symetrii* i *eurytmii*. Naturalnym wynikiem tych kilkunastowiecznych estetycznych dyskusji był kompromis, do którego doszedł Witruwiusz – „o pięknie decyduje zarówno obiektywna miara, jaki subiektywne warunki widzenia” (Tatarkiewicz 1985).

Z tematem eurytmii wiąże się kolejny motyw - piękno względne, które według Platona było pięknem rzeczy realnych i istot żywych. Ten relatywizm piękna polegał na uczynieniu z człowieka „miary wszech rzeczy”. Odkrywanie piękna, zarówno w drugim człowieku, jaki w otaczającym świecie, zależy od wrażliwości odbiorcy. Kryteria estetyczne są inne według każdego człowieka i nie istnieje przepis na stworzenie dzieła, które będzie piękne dla wszystkich bez wyjątku. W rozprawie *Dialexeis* nieznany autor obrazowo przedstawił względność piękna: „gdyby ktoś kazał wszystkim ludziom na jeden stos złożyć rzeczy brzydkie, które oni za takie uważają, a zabrać z tego stosu rzeczy piękne, które oni za takie mają, to nic by nie pozostało na stosie, lecz wszyscy by wszystko rozebrali; bo nie wszyscy mają takie samo zdanie.” (Tatarkiewicz 1985).

Według Platona pięknem bezwzględny było piękno linii prostej czy koła, płaszczyzn i brył „piękne zawsze i samo dla siebie”, polegające na liczbie i mierze. (Tatarkiewicz 1985) Tu łączy się motyw idealizmu z pojęciem *symmetrii*, która również oparta była o wartości matematyczne.

Motywy piękna bezwzględnego i względnego były tematem dyskusji estetyków do końca starożytności.

Do najstarszych kwestii estetyki należą dwa uzupełniające się motywy: jedności – istotą piękna jest jedność oraz motyw przeciwieństw – piękno powstaje z przeciwieństw. O ile pierwszy temat jest zrozumiały, o tyle motyw przeciwieństw nie polega na kontrastowaniu elementów, ale na harmonijnym uzupełnianiu się przestawnych sił. Heraklit z Efezu podawał przykład łuku i liry jako przedmiotów, w których działają rozbieżne siły powodując pożądane działanie. W taki sposób należałoby odnieść ten przykład do dzieł architektury, szczególnie w zakresie konstrukcji, która polega na równoważeniu sił – także przez ich przeciwstawianie. Oba motywy można podsumować stwierdzeniem, że piękne całości powstają zarówno z elementów podobnych, jak z przeciwieństw.

Pojęcie piękna odbieranego zmysłowo lub duchowo dzieliło filozofów starożytnych, zmuszając do zajęcia stanowiska w tej kwestii. Zwolennicy piękna zmysłowego definiowali je jako sprawiające przyjemność oczom i uszom. Z kolei niektórzy Grecy, m.in. Platon, uważali zmysłowe podłoże piękna za złe, traktując je jako doświadczenie zmierzające tylko do dostarczenia przyjemności, przelotne doznanie niegodne sprawdzania trwałej wartości piękna. Ten motyw łączy się z pięknem względnym, bo opiera się na subiektywnej reakcji odbiorcy.

Starożytni Grecy bardzo szeroko rozumieli pojęcie piękna, obejmując tym wyrazem wartości estetyczne, moralne i poznawcze. Koncepcja piękna duchowego wiązała je ściśle z człowiekiem, zwracając uwagę na wyraz duszy. Platon uważał, że piękno jest zawsze dobrem, a najwyższym pięknem jest idea. Motyw piękna duchowego można utożsamić z pięknem moralnym.

Motyw piękna samego w sobie dotykał wartości rzeczy, które cenimy dla nich samych, a nie dla ich użyteczności. Rzeczy piękne mogą być pożyteczne, ale ich użyteczność nie jest celem, a skutkiem. Cytując za Markiem Aureliuszem „*Wszystko, co piękne, jakiegokolwiek ono jest, jest piękne z siebie i samo przez się nim być przestaje, a pochwała nie tworzy jego części. To, co chwalimy, nie staje się przez to ani gorsze, ani lepsze. A mówię to i o tym, co zwyczajnie nazywa się pięknem, na przykład o dziełach natury i sztuki*” (Tatarkiewicz 1985). Obiektywne piękno jest cechą trwałą.

Kilka wieków po filozofach greckich, w dziele „Dziesięć ksiąg o architekturze” rozważania techniczne, historyczne i estetyczne przedstawił Marek Witruwiusz Pollion – Rzymianin, inżynier praktyk o humanistycznym wykształceniu. Wyróżnił sześć czynników kompozycji architektonicznej: *ordinatio* – liczbowe uporządkowanie, *dispositio* – właściwe rozmieszczenie elementów jakościowych, *distributio* – ekonomia budowli, *symmetria*, *eurytmia* oraz *decor* – stosowność. Trzy ostatnie według Tatarkiewicza dotyczą piękna: „symetria stanowi obiektywne uwarunkowanie piękna, eurytmia – uwarunkowanie psychologiczne, a decor – społeczne.”

Dla pełnego obrazu pojęciowego powinno się jeszcze wspomnieć o zaletach, które wyróżnił Witruwiusz: optycznych – to, co podoba się wzrokowi (widok, kształt, *venustus* – piękno, *elegantia* i *effectus* – działanie na człowieka), matematycznych – wyrażonych w stosunku, liczbie, mierze (proporcja, moduł, zgodność elementów, odpowiedniość części, układ, zestawienie) oraz społecznych – społeczne uwarunkowania dobrej architektury (wypróbowanie, powszechne uznanie).

Zalety optyczne to zalety zmysłowe, a zalety matematyczne – racjonalne. Starożytni teoretycy wiedzieli, że architektura podoba się, bo daje widzowi bezpośrednie, wzrokowe zadowolenie lub odbiorca rozpoznaje w niej trafne rozwiązanie.

2. Pojęcia teorii klasycznej w odniesieniu do współczesnej architektury

Patrząc na architekturę współczesną przez pryzmat teorii klasycznej, która odnosiła się do matematycznych kanonów, trudno wykreślić proporcje rządzące obiektami z przełomu XX i XXI wieku, uznawanymi za piękne. *Symmetria* rozumiana jako doskonałe proporcje wyrażone modułem i liczbą współcześnie bardzo rzadko, jeśli gdziekolwiek, jest stosowana. Wymiary poszczególnych elementów są określane przez projektanta według jego idei, która nie posługuje się jedną miarą odniesioną do każdej części budynku.

Eurytmia, której zasady stosowali starożytni architekci do korygowania budowli ze względu na optyczne wrażenia odbiorcy, również nie znajduje współcześnie zastosowania. Tym bardziej, że coraz rzadziej obiekty architektoniczne są realizowane jako część szerokich założeń urbanistycznych, a miejsc, z których budynek może być oglądany, jest wiele i trudno byłoby zapobiec optycznym zniekształceniom widoków. Wprawdzie dokonuje się korekty np. elewacji ze względu na nieodpowiedni styk materiałów lub elementu, który wygląda zbyt „wiotko” w stosunku do wysokości, ale zmiany te służą raczej zadowoleniu autora z dzieła. W związku z „poprawkami” optycznymi nanoszonymi w projektach raczej trudno mówić o stosowaniu eurytmii w XXI wieku – przynajmniej w sposób świadomy.

Piękno względne – to pojęcie chyba najlepiej ze starożytnych motywów pasuje do współczesnej architektury, a szerzej do całej kultury i społeczeństwa. Koncepcja postmodernistycznego świata jako zasadę przyjęła „człowieka jako miarę wszech rzeczy”. Jednostka stanowi prawa, wyznacza sobie cele, odpowiada za siebie, ma możliwość łamania wszelkich granic, ale również definiuje piękno na podstawie indywidualnych upodobań. Relatywizm piękna pozwala na osobistą ocenę obiektów architektury, której dokonuje człowiek w zetknięciu z materią budowlaną przez posiadanie subiektywnego zdania, wyrażanie swojej opinii (coraz bardziej publicznie) czy wzięcie udziału w plebiscycie „na budynek, który jest naj...”.

Hiromu Arakawa jest autorem myśli „*Nie istnieje coś takiego jak doskonałość. Świat nie jest doskonały. I dlatego jest piękny.*” Warto postawić pytanie, czy udało się w historii architektury stworzyć dzieło doskonałe? Na tyle doskonałe, by wzbudzało zachwyt każdego człowieka? Czy doskonałość jest dzisiaj równoznaczna z pięknem?

Piękno to pojęcie względne, ale wśród obiektów architektury można wskazać takie, które w powszechnym odbiorze określone zostają jako piękne. Czy oznacza to, że współcześnie istnieje piękno bezwzględne? Dla starożytnych Greków piękne były figury geometryczne, przede wszystkim koło i trójkąt o stosunku boków 3:4:5. W czasach dzisiejszych powstają budowle, w których czyta się zasady geometrii – najbardziej widoczne jest zastosowanie koła – ale nie oznacza to automatycznie kwalifikowania architektury jako tej, której piękno jest bezwzględne i nie podlega dyskusji.

Motyw piękna bezwzględnego powiązać można współcześnie z pięknem samym w sobie, które nie zależy od pełnionej funkcji, jest trwałe i obiektywne. W naszych czasach nie ma obiektów bezwzględnie pięknych ani obiektywnie pięknych. Podobnie było w starożytności, choć ówczesni architekci uważali, że stosując kanon tworzą obiekty bliskie doskonałości.

Motyw jedności określony jako piękna całość we współczesnej architekturze zalicza się do subiektywnych odczuć. Mimo indywidualnej percepcji i wartościowania istnieją obiekty, które przez znaczną większość ludzi odbierane są jako piękna kompozycja poszczególnych elementów – można je zaliczyć do grupy dzieł, w których pojawia się motyw jedności.

Współczesne dzieła architektury reprezentują często nowatorskie rozwiązania konstrukcyjne, przekraczające wcześniejsze osiągnięcia, ale nadal bezpieczne. Uzupełnianie się przeciwstawnych sił, jeżeli potraktować motyw przeciwieństw jako powiązany przede wszystkim z konstrukcją budynku, bardzo często występuje w obiektach przełomu XX i XXI wieku.

W zasadzie piękno zmysłowe, sprawiające przyjemność oczom, nie istnieje jako takie w konkretnym budynku – staje się dopiero takie w naszych oczach. Trudno zatem przyznać, że motyw piękna zmysłowego, łączący się z subiektywnym odczuwaniem, pojawia się dokładnie „w” obiektach nam współczesnych. Można raczej mówić, że istnieją dzieła architektury, które powodują doznania przyjemne. Większość ludzi, podobnie jak w wypadku motywu jedności, ocenia je jako sprawiające radość oczom, ale nie jest to cała społeczność.

Motyw piękna o podłożu duchowym rozumiany w najwyższej formie jako idea, jest obecny w nowożytnej architekturze w wielu obiektach. Architekci przedstawiają idee, które są w różnym stopniu czytelne w ich dziełach. Są to np. kwestie energooszczędności, ekologii, maksymalnego wykorzystania lokalnych warunków terenu, systemów inteligentnych instalacji, znalezienia najlepszej odpowiedzi na potrzeby użytkowników, dopasowania bądź nie do historycznego kontekstu, opływowych kształtów budynków wysokościowych, itd. Jeśli ideę pojmować w sposób szeroki, to każdy obiekt architektoniczny jest piękny.

Jeżeli jednak pojęcie piękna duchowego odnieść do piękna w duszy, to należy uznać, że taka architektura dzisiejszych czasów, która wywołuje w nas odczucia pozytywne i „upiększa” nas wewnątrz, niesie w sobie motyw piękna.

Wiele mówi się o architekturze współczesnej, ale raczej nie w kontekście piękna w niej zawartego, ile częściej o nowatorskich rozwiązaniach konstrukcyjnych, ciekawej, czasem zadziwiającej bryle lub o znanym projektancie, tzw. star architekcie. Współcześnie, w dobie pluralizmu wartości, teorie estetyczne nie są powszechnie obecne i stosowane w projektowaniu architektonicznym. Forma i kształt powstających obiektów wynika z poczucia estetyki autora oraz licznych uwarunkowań zewnętrznych definiujących formę architektoniczną. Istotne motywy piękna są jednak rozpoznawalne – przede wszystkim motyw piękna względnego, piękna wynikającego z przeciwieństw, a także piękna jedności. Piękno o podłożu duchowym i zmysłowym jest udziałem aktualnych odbiorców, a zależy przede wszystkim od ich indywidualnej percepcji. Przypomnieć należy przytoczony w tekście pogląd starożytnych, że architektura podoba się z dwóch względów: daje bezpośrednie, wzrokowe zadowolenie widzowi lub odbiorca rozpoznaje w niej trafne rozwiązanie (Tatarkiewicz 1985).

3. Wybrane przykłady architektury współczesnej

Przestrzeń może przybierać różne formy. Przestrzeń użytkowa przybiera formę obiektu architektonicznego, który ma konkretne przeznaczenie, kształt i znaczenie. Oprócz tego wywołuje u odbiorcy emocje, uczucia i przypomina o wartościach (Jałowicki 2010). „Piękno jako odczucie percepcyjne związane z obserwacją otaczającego nas świata jest nam ludziom dobrze znane. [...] Najpełniej zdefiniować można piękno w architekturze przez subiektywną analizę jej przykładów, które uznamy za godne tej cechy” (Paszkowski 2017). W dalszej części tekstu przedstawiam kilka obiektów, do których odnoszę kryteria piękna według starożytnych – oczywiście jest to subiektywny wybór

i osobista ocena, ale są to budowle, które sprawiły mi przyjemność w momencie ich odkrywania.

Wykonałam poniższe zdjęcie, bo zaintrygował mnie widoczny w bocznej uliczce nowoczesny obiekt bezceremonialnie doklejony do zabytkowej substancji Palazzo della

Ragione w Mediolanie. Nie miałam czasu dokładnie się przyjrzeć, ale konstrukcja była ciekawa i została w mojej pamięci. Znacznie później na jednym z wykładów prof. Paszkowskiego dowiedziałam się, że zewnętrzna klatka schodowa została zaprojektowana przez arch. Marco Dezzi



Rys. 1. Mediolan. Palazzo Della Ragione. Źródło: fot. autorki, 2007.

Bardeschi i zrealizowana w 2007 roku. Projekt stanowi przykład „konserwacji bez selekcji” z wyraźnym zróżnicowaniem elementów dodanych współcześnie.

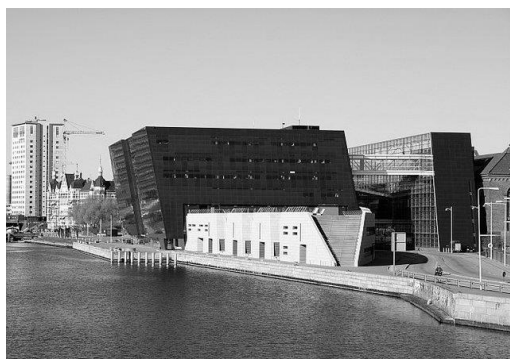
Z takiej perspektywy jak na prezentowanym powyżej ujęciu obiekt widziany jest przez wielu turystów, których wzrok zabłądzi w boczną przestrzeń głównego traktu spacerowego łączącego mediolański plac katedralny z popularnym parkingiem autokarowym. Wydaje się, że autor dobudowy nie wziął pod uwagę, z jakiego punktu widzenia większość odbiorców będzie oglądała klatkę schodową, ale raczej nie zastosował korekty optycznej proporcji, a więc nie stosował zasad eurytmii. Z pewnością obiekt można oceniać w kategorii piękna względnego, bo budzi mieszane odczucia u widzów.

Kolejnym przykładem jest budynek Akademii w Malmo – z elewacją w kolorze wody. Woda, odbijając kolor budynku, pogłębia wrażenia falowania okładziny turkusowej barwy. Podobnie załamania elewacji, odbijając światło w różne strony, urozmaicają dość długą i prostą fasadę. Trudno dostrzec w obiekcie zasady *symetrii* jako modułu matematycznego lub *eurytmii* jako optycznej zasady korygowania wrażeń wizualnych, ale mimo tego braku, obecny jest motyw piękna zmysłowego, wywołującego przyjemne odczucia.



Rys. 2. Malmo. Po prawej stronie Budynek Akademii. Źródło: fot. autorki, 2009.

Budynek przedstawiony poniżej to Biblioteka Królewska w Kopenhadze, nazywana „czarnym diamentem” (w krótkim czasie obiekt doczekał się indywidualnego określenia).



Rys. 3. Kopenhaga Źródło: <http://kolumber.pl/photos/show/72000>.

Proporcje obiektu, harmonijnie wpisujące się w istniejące historyczne otoczenie, dynamika kształtów oraz wyraziste, czarne elewacje pochylone w kierunku wody wywołują emocje u mieszkańców i turystów. Przejazd ulicą między budynkami tak blisko położonymi daje wrażenie, że przejeżdża się przez wnętrze budynku (wlot ulicy widoczny jest na fotografii). Jest to motyw piękna przez jedność – zwarta bryła, a jednak przejezdna, wpuszczająca do „wnętrza” postronne osoby podróżujące ulicą – odbierana przez większość jako piękna w całości.

Mimo, że już w drugiej połowie XIX wieku architektura „*poddana została zasadzie funkcjonalności*” (Bogdan 1992), powstają współcześnie obiekty piękne. Przestrzeń architektoniczna oddziałuje na ludzi przez formę, materiał, kolor, oświetlenie i nasłonecznienie; oddziałuje na każdego człowieka, nawet tego, który pozornie nie zwraca uwagi na poszczególne elementy tworzące zurbanizowane środowisko życia.

Dlaczego uznaję przedstawione powyżej budowle za piękne? Może przez kontekst otoczenia, może przez atmosferę, w jakiej miałam okazję odbierać obiekty, a może przez ogólnie panujący ład zawierający się kompozycji elewacji, w proporcjach, uporządkowanej przestrzeni otaczającej tę zabudowę. Architektura tych obiektów jest piękna w mojej osobistej ocenie, bo piękno uznaję za cechę subiektywną.

Nie ma współcześnie teorii architektury powszechnie uznawanej i widocznej w realizowanych obiektach. Ale teoria klasyczna architektury oraz przymioty piękna, które były tematem rozważań filozofów greckich, są aktualne także dzisiaj. Możemy czerpać z przemysłów starożytnych i uczyć się od nich definiowania piękna. Jako podsumowanie przemysłów estetycznych niech posłuży cytat z filmu *Stowarzyszenie Umarłych Poetów*: „*Medycyna, prawo, finanse czy technika to wspaniałe dziedziny, ale żyjemy dla poezji, piękna, miłości*” (pl.wikiquote.org 2016).

4. Literatura

- Bogdan M (1992) Piękno Formy i odpowiedniości w architekturze. Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, seria Architektura, z. 19.
<https://pl.wikiquote.org/wiki/Pi%C4%99kno>, 23.08.2016 r.
Jałowiecki B (2010) Społeczne wytwarzanie przestrzeni, Wydawnictwo Naukowe. Paskowski
Z (2017) Piękno architektury sakralnej. Przestrzeń i Forma nr 29: 9-20.
Scholar, Warszawa 2010, s. 23-24.
Tatarkiewicz W (1985) Historia estetyki, t. I.

10. Geometria wykreślna na przestrzeni lat oraz jej wykorzystanie

Descriptive geometry over the years and its use

Alicja Świtalska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Budownictwa i Architektury. Zakład Geometrii Wykreślnej i Perspektywy

Opiekun naukowy: dr hab. inż. arch. Piotr Arlet

Świtalska Alicja: alicja.switalska@zut.edu.pl

Słowa kluczowe: nauka, odwzorowania, definicje geometrii

Streszczenie

Artykuł pokazuje jak zmieniały się definicje geometrii na przestrzeni lat, i jak obecnie opisuje się geometrię wykreślną. Zarysowana została historia od początku rozwoju geometrii, następnie geometrii jako nauki, z uwzględnieniem rozwoju geometrii wykreślnej w Polsce, ze szczególną uwagą zwróconą na postać profesora Kazimierza Bartela. Zaznaczona została również sylwetka Gasparda Monge'a, twórcy geometrii wykreślnej.

Przedstawione zostały opinie architektów, konstruktorów i innych osób o zawodach wymagających technicznie, na temat wykorzystanie wiedzy uzyskanej podczas nauki geometrii wykreślnej, które zostały zebrane podczas wywiadów. Na podstawie obserwacji własnych opisane zostały problemy studentów zaczynających naukę na kierunkach technicznych.

1. Definicje geometrii i geometrii wykreślnej od 1781 roku

Geometria wykreślna służy do przedstawiania trójwymiarowej rzeczywistości na dwuwymiarowej płaszczyźnie za pomocą rzutów. Jest ona nauką wykładaną na uczelniach technicznych, pomagającą studentom w rozwijaniu wyobraźni przestrzennej oraz uczącą odwzorowywania elementów i konstrukcji w postaci rzutowej, dwuwymiarowej.

Poniżej przedstawione zostało, jak definicje geometrii w polskich wydaniach, zmieniały się na przestrzeni lat. Pierwsza z nich pochodzi z 1781 roku i umieszczona została w Zbiorze potrzebniejszych wiadomości, co sugeruje, że już w tamtym czasie w Polsce geometria uważana była za naukę istotną.

Geometria, nauka własności, które zawiera w sobie przeciąg, albo rozciągłość każdej rzeczy. Geometria elementarna zastanawia się nad prostymi liniami i cyrkulem, albo okręgiem. Transcendentalis, ma za cel figury rozmaite. Sublimis, nowe rachunki i wynalazki, coraz się wzmagające. (Krasicki 1781)

Geometria «gałąź matematyki zajmująca się badaniem figur geometrycznych i zależności między nimi» (Drabik 1999)

Geometria 1. «dział matematyki zajmujący się badaniem figur geometrycznych i zależności między nimi» 2. «lekcja w szkole mająca za przedmiot tę naukę» 3. «zespół parametrów określających kształt i układ jakichś elementów» 4. «układ powiązań» (Słownik języka polskiego 2017)

Poniżej podane zostały słownikowa oraz encyklopedyczna definicja geometrii wykreślnej:

Geometria wykreślna «dział geometrii zajmujący się metodami graficznego przedstawiania na płaszczyźnie figur przestrzennych» (Słownik języka polskiego 2017)

Geometria wykreślna, dział geometrii poświęcony rzutowaniu figur przestrzennych na płaszczyznę, zwaną rzutnią, za pomocą równoległych lub przecinających się w jednym punkcie prostych rzutujących. (Encyklopedia 2017)

2. Historia rozwoju geometrii i geometrii wykreślnej na świecie i w Polsce

Geometria powstała w starożytności. W swych początkach była zbiorem przepisów wykonywania pomiarów przedmiotów materialnych. Pierwsze próby formułowania twierdzeń geometrii pojawiły się w VI wieku p.n.e. w starożytnej Grecji, głównie przez Talesa z Miletu. Cała

wiedza w starożytności do czasów Euklidesa (365 – 300 p.n.e.) m. in. z zakresu algebry geometrycznej, ale też stereometrii i planimetrii została usystematyzowana przez niego w jednej z pierwszych prac teoretycznych z matematyki, czyli dziele „Elementy” (grec. „Stoicheia geometrias”). Praca ta była pierwszą znaną próbą aksjomatycznego podejścia do geometrii (w odróżnieniu od ujęcia tradycyjnego nazwanego geometrią syntetyczną) i była podstawowym podręcznikiem geometrii aż do XIX wieku stanowiąc swoisty i gruntowny wykład. Euklides wyróżnił pięć pewników płaszczyzny, do których należą:

- I. Można rysować odcinek linii prostej łączący dowolne dwa punkty.
- II. Każdy odcinek linii prostej może być przedłużony w nieskończoność w linii prostej
- III. Biorąc pod uwagę dowolny odcinek linii prostej, można narysować okrąg, którego długość odcinka jest promieniem, a jeden punkt końcowy środkiem.
- IV. Wszystkie kąty proste są przystające.
- V. Jeżeli narysowane są dwie linie, które przecinają trzecią w taki sposób, że suma kątów wewnętrznych z jednej strony jest mniejsza niż dwa kąty proste, to dwie linie nieuchronnie muszą przecinać się wzajemnie na tej stronie, jeśli są dostatecznie rozciągnięte. Ten postulat jest równoważny z tak zwanym postulatem równoległym (Postulat ten nie może zostać udowodniony jako twierdzenie, chociaż próbowało tego wielu) (Mathworld 2017)

To w „Elementach” opisana została klasyczna odmiana geometrii, nazwana później geometrią euklidesową. Opisowała ona przestrzeń euklidesową, której jednowymiarowa część nazwana została prostą euklidesową, dwuwymiarowa zaś płaszczyzną euklidesową, obydwie znane jako przestrzenie afiniczne w odróżnieniu od przestrzeni liniowych, zwanych przestrzeniami unitarnymi. Pierwotnie uprawiano ją jedynie na płaszczyźnie i w przestrzeni trójwymiarowej wiążąc ją ze światem fizycznym, który miała opisywać, nie dopuszczając w ten sposób możliwości badania innych odmian geometrii. „Elementy” były niezwykle popularnym dziełem – książkę tą przetłumaczono na ogromną ilość języków, zaś większą liczną wydań pochwalić może się jedynie Biblia. Euklides usystematyzował ówczesną wiedzę matematyczną w postaci aksjomatycznego wykładu. Zachowały się również, choć już mniej przełomowe dzieła Euklidesa dotyczące bezpośrednio geometrii, lecz już jedynie w przekładach łacińskich „Data” i „De divisionibus”

Przez setki kolejnych lat w dziedzinie geometrii nie stworzono żadnego znaczącego postępu. Niezwykle istotne rozwoju geometrii było opublikowanie w 1637 roku przez Kartezjusza pracy „La géométrie”, co zapoczątkowało rozwój geometrii analitycznej. W pracy tej Kartezjusz wprowadził do geometrii metody algebraiczne. Początki geometrii wykreślnej datuje się dopiero na XVIII wiek. Za pojęciem geometrii wykreślnej kryły się ówczesnie wszelkie metody graficznego przedstawiania figur przestrzennych na płaszczyznach. W tym samym czasie kształtowała się również intensywnie geometria rzutowa, której pewne twierdzenia, do których zaliczyć można twierdzenie Desargues’a (należąca, podobnie jak twierdzenie Pascala do twierdzeń dualnych – niedających się potwierdzić ani obalić bez przyjęcia dodatkowych założeń) znane były już wcześniej. Do dalszego rozwoju geometrii ogromny wkład wniósł niemiecki matematyk Bernhard Riemann, który w 1854 roku dzięki użyciu metod geometrii różniczkowej ogłosił nową teorię. Zaproponował zastąpienie pojęcia płaszczyzny pojęciem powierzchni oraz pojęcia prostej pojęciem linii geodezyjnej (Narasimhan 2010)

Geometria w Polsce jako pomiar ziemi była rozwinięta przed zaborami i w tamtych czasach nie oddzieliła się definitywnie jeszcze od geodezji, zwanej wówczas miernictwem. Geometria wykładana była w szkołach wyższych, jej znajomość obowiązywała geodetów. Geometria należała do tzw. siedmiu sztuk wyzwolonych i wykładana była w europejskich, średniowiecznych uniwersytetach.

Rzeczypospolita Obojga Narodów była państwem rolniczym, co za tym idzie potrzebne były pomiary gruntów w terenie. Stanisław Grzepski (1524 - 1570), profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego, w 1566 opublikował po polsku pozycję, która wyszła naprzeciw potrzebom kraju, a mianowicie: Geometria, to jest Miernicka Nauka po Polsku krótko napisana z Greckich i z Łacińskich ksiąg. Na potrzeby tej pracy autor stworzył elementarną, polską terminologię geometryczną. W Krakowie wydał on pierwszy w Polsce podręcznik geodezji oraz miernictwa.

W 1631 roku ks. Jan Brożek założył na Uniwersytecie Jagiellońskim Katedrę Geometrii. Józef Naronowicz-Narowski w latach 1655 – 1659 stworzył obszerną pozycję w języku polskim

Księgi nauk matematycznych, która niestety nigdy nie została wydana całościowo, przez co nie było szeroko rozpowszechnione. Pierwszy tom tego dzieła zawiera: wykład arytmetyki, drugi natomiast: miernictwa i kartografii, a trzeci: budownictwa, fortyfikacji oraz perspektywy.

Pod mecenatem króla Jana III Sobieskiego, Stanisław Solski napisał trzy tomy: Geometra Polski, to jest nauka rysowania... (1683 – 1686) - czyli praktyczny kurs miernictwa razem z opisem instrumentów, w tym patentów Solskiego. Architekt Polski, ... z 1690 roku, zajmował się budownictwem oraz konstrukcją maszyn budowlanych takich jak: młyny, tartaki, wiatraki i inne. Te pozycje do XIX wieku były najpopularniejszymi polskojęzycznymi książkami w zadanym zakresie.

Adam Adamandy Kochański (1631 - 1700), matematyk i mechanik, filozof i fizyk, w 1685 roku ogłosił wykreślną metodę rektyfikacji okręgu, czyli wyprostowania okręgu; wprowadził do matematyki nową metodę obliczeniową tzw. konstrukcję Kochańskiego.

Za twórcę geometrii wykreślnej uznaje się wybitnego francuskiego matematyka i inżyniera Gasparda Monge'a (...). W 1799 roku Monge wydał w Paryżu *Géométrie descriptive*, w której stworzył bardzo udaną syntezę rzutów prostokątnych na dwie prostopadłe rzutnie: poziomą i pionową, z konstrukcjami platońskimi, wykonywanymi tradycyjnie przy pomocy elementarnych przyrządów kreślarskich. (Arlet 2009)

Gaspard Monge urodził się 9 maja 1746 roku w Beaune, jako najstarszy syn Jacquesa Monge'a (1718-1775) i Jeanne Rousseau (1711-1773). Miał dwóch braci, Louis (1748-1827) i Jean (1751-1813). Pomimo trudnych warunków ekonomicznych rodziny, dzieci zostały wysłane do Oratorians Collège w Beaune, gdzie ukończyły szkołę podstawową i średnią z doskonałymi wynikami. W 1762 roku, w wieku 16 lat, Gaspard ukończył studia z filozofii, matematyki i fizyki w college'u i kontynuował je w Oratorian College de La Trinité w Lyonie. W ciągu kilku miesięcy zaprezentował takie zdolności, że został mianowany profesorem fizyki. Powrócił do Beaune w 1764 roku, gdzie był bezrobotny, dopóki nie został zobligowany, aby sporządzić szczegółowy plan swojego rodzinnego miasta. Zrobił to na tyle dobrze, że pułkownik de Vigneaux, zaproponował mu przyjęcie do pracy w szkole jako kartograf, przygotowywanie planów umocnień i robienie architektonicznych modeli. (Wisniak 2013)



Rys. 1. Gaspard Monge Źródło: Wikipedia https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/Gaspard_monge_litho_delpech.jpg.

Za pierwszą polską wyższą szkołą techniczną można uznać Szkołę Aplikacyjną, która powstała w 1809 roku w Warszawie i była wzorowana na podobnej francuskiej w twierdzy w Metz. Działała w gmachu dawnego Collegium Nobilium (...) z przerwą (1812-1820) aż do wybuchu Powstania Listopadowego. Placówka kształciła głównie oficerów na potrzeby artylerii i korpusu inżynierów. (...) z paryskiej Ecole Polytechnique oddelegowano do Warszawy matematyka Joachima Liveta. Wykładał on geometrię wykreślną dla polskich elewów prawdopodobnie już na początku 1809 roku, jeszcze przed rozpoczęciem w kwietniu zwycięskiej wojny z Austrią. (...) Z grona

uczniów w mundurach wyróżniał się Franciszek Sapalski (1791 - 1838). Ten dwudziestoletni, młody człowiek z własnej inicjatywy przetłumaczył teorię geometrii wykreślnej na język polski i przedłożył swoje opracowanie Towarzystwu Przyjaciół Nauk do oceny już w roku 1812. (...) trafił do Paryża, do Ecole Polytechnique. Tam przeżył krwawy zmierzch epopei napoleońskiej, w latach 1813-1815. (...) Od 1816 roku nasz bohater mieszka w Rzeczypospolitej Krakowskiej, gdzie zostaje pierwszym profesorem geometrii wykreślnej na Uniwersytecie Jagiellońskim. Tu w 1818 wydaje rozprawę Teoria Stereotomii, czyli Geometrii wykreślnej. Dług wobec swojej Alma Mater spłaca wydając w Warszawie podręcznik dla podchorążych Geometria wykreślna z zastosowaniem do perspektywy, cieniów, gnomoniki, kamieniarstwa, ciesiołki i innych konstrukcji, wypracowana dla u Sytku szkoły wojskowej aplikacyjnej (1822). Prace Sapalskiego udostępniły rodakom geometrię wykreślną w języku ojczystym mniej więcej w tym samym czasie, jak dokonali tego Rosjanie, a o dwie dekady wcześniej niż np. Niemcy. W dobie zaborów, geometrią wykreślną zajmowało się wielu wybitnych uczonych polskich. (Arlet 2009)

Kazimierz Bartel, urodzony w 1882 roku, był najwybitniejszym uczonym w zakresie geometrii w Polsce w XX wieku. Został asystentem mianowanym przez prof. Mieczysława Łazarskiego w Katedrze Geometrii Wykreślnej, a w 1913 roku objął w niej kierownictwo. Początkowa praca naukowa Kazimierza Bartela skupiała się na geometrii syntetycznej, a następnie jego zainteresowanie ukazało kierunek perspektywy. W 1928 roku ukazało się dwutomowe, wybitne dzieło Perspektywa malarska, które było efektem długiego i wyczerpującego podejścia do tematu. Profesor jest również autorem podręczników do geometrii wykreślnej.

3. Opinie osób pracujących w zawodzie architekta lub konstruktora o geometrii wykreślnej

Przeprowadzone zostały badania w formie wywiadów z osobami pracującymi w zawodzie architekta, konstruktora lub pokrewnych, gdzie wykorzystuje się wiedzę techniczną oraz wyobraźnię przestrzenną. W wywiadach tych powtarza się opinia, iż nauka geometrii wykreślnej dała zdolność rozwiązywania problemów przestrzennych, uruchamiając zdolność wyobraźni przestrzennej. Zdaniem pani architekt pracującej w jednej z warszawskich firm architektonicznych, nauka geometrii wykreślnej pomaga w rozumieniu skomplikowanych form architektonicznych, co za tym idzie, w rozwiązywaniu problemów projektowych. Rozmowa ze szczecińskim konstruktorem zaowocowała podsumowaniem, że umiejętności zdobyte podczas nauki geometrii wykreślnej wykorzystuje on w codziennej pracy. Uważa, że nauka tego przedmiotu wypracowała w nim przestrzenne postrzeganie konstrukcji, a bez rozumienia przestrzennego danego zagadnienia, praca konstruktora nie jest możliwa. W innym wywiadzie zauważono, że zdolności nabyte podczas uczęszczania na kurs geometrii wykreślnej przydają się w codziennym życiu. Przykładem było tu uzupełnienie luki w stropie (Rys. 2), przy czym ankietowany stwierdził, że problemy tego typu rozwiązuje bez trudności dzięki rozwiniętej wyobraźni przestrzennej.

Podsumowując wypowiedzi osób ankietowanych, w nauczaniu przedmiotu geometrii wykreślnej najważniejsze jest zrozumienie zagadnień w formie przestrzennej, i dopiero odwzorowanie ich na rzutniach – w przypadku rzutów Monge'a, lub rzutni – w przypadku rzutów cechowanych. Poprzez dokładne zrozumienie danego zadania rozwijana jest wyobraźnia przestrzenna studentów oraz zdolność do radzenia sobie z problemami przestrzennymi. Same rozwiązywanie konkretnych zadań bez pełnego zrozumienia zagadnienia w formie przestrzennej nie przyniesie tak dobrych efektów.

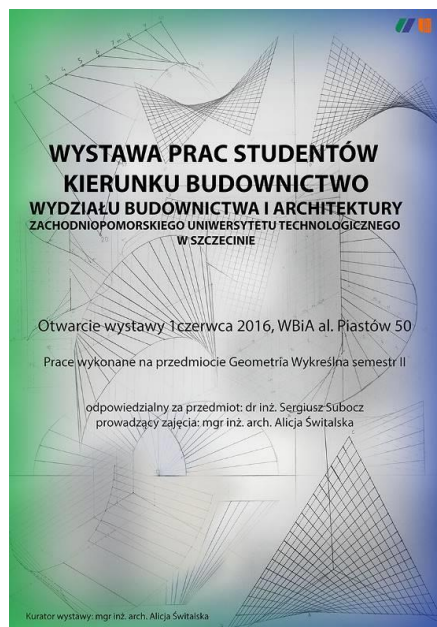
4. Zaangażowanie studentów w przedmiot – wystawa

Poziom zrozumienia przedmiotu przez studentów jest bardzo zróżnicowany. Na obu kierunkach, na których autorka prowadzi lub prowadziła zajęcia z geometrii wykreślnej, czyli: Architektura i Urbanistyka oraz Budownictwo, studenci w różnym stopniu i tempie przyswajali podawane wiadomości. Część studentów miała problemy ze zrozumieniem elementów w przestrzeni. Można określić, że występuje u nich brak wyobraźni przestrzennej, gdyż pomimo dużego zaangażowania i poświęcania większej ilości czasu nie byli w stanie zrozumieć podstawowych zagadnień z przedmiotu. Jednakże większość osób uczestnicząca w zajęciach wykazywała

zrozumienie przedmiotu i umiała się posługiwać rzutniami. Potrafili również przedstawić zagadnienia przestrzennie oraz przenieść je na dwa wymiary.



Rys. 2. Uzupełnienie luki w stropie, źródło: zdjęcie autorki.



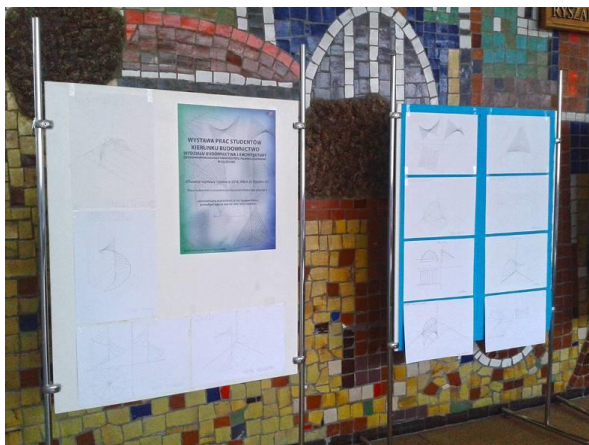
Rys. 3. Plakat Wystawy prac studentów kierunku Budownictwo, Wydziału Budownictwa i Architektury, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, źródło: plakat autorki.

Ciekawym i angażującym doświadczeniem była Wystawa prac studentów kierunku Budownictwo, Wydziału Budownictwa i Architektury, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, której otwarcie miało miejsce pierwszego czerwca 2016 roku. Wystawa odbyła się na Wydziale Budownictwa i Architektury. Kuratorem wystawy była autorka niniejszego artykułu. Prace przedstawione na wystawie wykonane zostały na przedmiocie Geometria Wykreślna, na drugim semestrze pierwszego roku. Tematyką wystawy były powierzchnie

prostokreślne. Na każdej pracy zostały one przedstawione w trzech rzutach oraz w aksonometrii. Przykładowymi powierzchniami pokazanymi na wystawie były: paraboloida hiperboliczna, helikoida, konoida. Powierzchnia prostokreślna jest to powierzchnia zbudowana z prostych, wychodzących z krzywej, nazywanej kierownicą, w kierunku tworzącej.

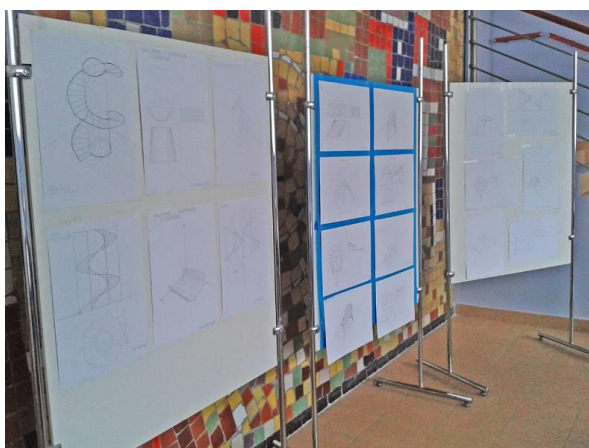
Zainteresowanie wystawą wśród studentów było bardzo duże. Znaczna ilość osób uczestnicząca w zajęciach chciała brać w niej udział. Zostały jednak zaprezentowane wybrane, najlepsze prace. Studenci również chętnie podjęli się organizacji przedsięwzięcia. Taka forma urozmaicenia zajęć sprawia, że zaangażowanie w przedmiot staje się większe, a prezentowany temat lepiej przygotowany, co spowodowane jest dodatkową motywacją w formie prezentacji swoich prac przez publiką.

Rys. 4. Prace na Wystawie prac studentów kierunku Budownictwo, Wydziału Budownictwa



i Architektury, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Źródło: zdjęcia autorki.

Rys. 5. Prace na Wystawie prac studentów kierunku Budownictwo, Wydziału Budownictwa i Architektury, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Źródło:



zdjęcia autorki.

5. Podsumowanie

Zagadnienia geometrii były znane już w starożytności, początkowo jako zbiór przepisów wykonywania pomiarów przedmiotów materialnych. Już w VI wieku p.n.e. pojawiły się pierwsze próby formułowania twierdzeń geometrii, natomiast wiedza na ten temat została usystematyzowana przez Euklidesa i była podstawowym podręcznikiem geometrii aż do XIX wieku.

W nauczaniu przedmiotu geometrii wykreślnej najważniejsze jest zrozumienie zagadnień w formie przestrzennej oraz następnie odwzorowanie ich na rzutniach lub rzutni. Daje to najlepsze efekty przy rozwijaniu wyobraźni przestrzennej studentów oraz zdolności do radzenia sobie z problemami przestrzennymi.

Dzięki nauce geometrii wykreślnej w zawodach technicznych jak i w codziennym życiu, problemy przestrzenne są łatwiejsze do rozwiązania. Rozwinięta zdolność widzenia przestrzennego pozwala na tworzenie skomplikowanych, przeróżnych konstrukcji.

6. Literatura

- Krasicki I (1781) Zbior potrzebniejszych wiadomosci, porządkiem alfabetu ułożonych. Tom I. Za Przywileiem. W Warszawie i Lwowie 1781. Nakładem i Drukiem Michała Grölla, Księgarza Nadwornego J.K. Mci, w Marywili pod Nro 24. Przedruk przez Bibliotekę Narodową Wydawnictwo artystyczne i filmowe, Warszawa 1979. Reprint
- Mała Encyklopedia kultury antycznej A – Z (1983), Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa 1983
- Drabik L, Grzegorzewicz M, Klosińska A, i in. (1999) Mały słownik języka polskiego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999
- Słownik języka polskiego PWN (2017) <https://sjp.pwn.pl/sjp/geometria;2461361.html>, dostęp 28.12.2017
- Encyklopedia PWN (2017) <https://encyklopedia.pwn.pl/encyklopedia/geometria%20wykre%C5%9Blna.html>, dostęp 28.12.2017
- Arlet J, Arlet P (2009), 200 lat geometrii wykreślnej w Polsce, Przestrzeń i forma, nr 11/2009
- Wisniak J, (2013) Gaspard Monge, Revista CENIC Ciencias Químicas, Vol. 44, pp 164-178, 2013
- Narasimhan R (2010) Bernhard Riemann Remarks on his Life and Work, Milan Journal of Mathematics 78(1): 3-10
- <http://mathworld.wolfram.com/EuclidsPostulates.html>, dostęp 28.12.2017

11. Kryteria mechaniki pękania betonu jako narzędzia określające propagację zarysowań

The criterions of concrete's fracture mechanic as tools which specify the propagation of cracks

Bernatowicz Anna

Katedra Konstrukcji Budowlanych i Architektury, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Marta Kosior – Kazberuk, prof. PB

Bernatowicz Anna: krajewskaanna0@gmail.com

Słowa kluczowe: materiał kruchy, model obciążenia, kierunek propagacji

Streszczenie

Mechanika pękania jest obecnie przedmiotem zainteresowań wielu badaczy. Dzieje się tak, ponieważ w przypadku materiałów kruchych lub quasi – kruchych, a do takich zaliczamy beton, zniszczenie na skutek pęknięcia może nastąpić wcześniej niż wskazywałyby na to parametry wytrzymałościowe. Ze względu na konieczność projektowania trwałych budowli, parametry mechaniki pękania powinny być więc uwzględniane i analizowane. Wartości te są określane przez kryteria, wśród których wyróżniane są trzy grupy: energetyczne, naprężeniowe i odkształceniowe. Każde z wymienionych kryteriów charakteryzuje inne parametry, są to odpowiednio: energia pękania, współczynnik intensywności naprężeń oraz *CTOD* (krytyczne rozwarście wierzchołkowe szczeliny). Wartości te obliczane są według wzorów analitycznych opracowanych na podstawie badań doświadczalnych. Ich przegląd przedstawiono w niniejszej pracy. Zaprezentowano również dodatki do wzorów podstawowych i nowe kierunki badawcze w dziedzinie analizy kryteriów mechaniki pękania.

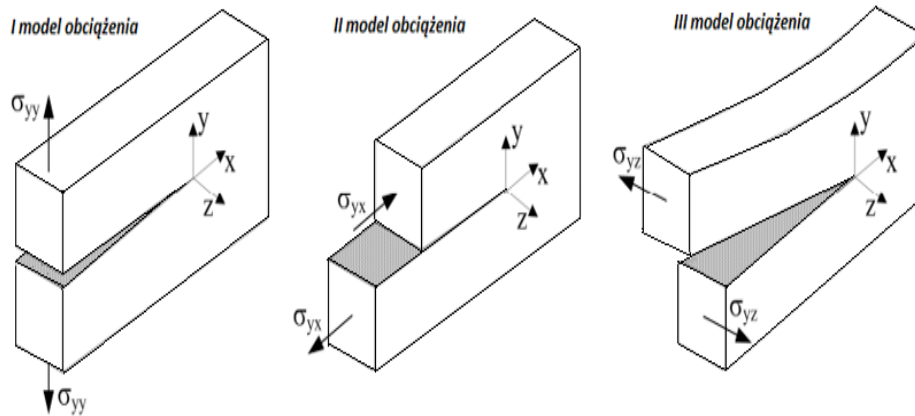
1. Wstęp

Tradycyjne obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji nie zakładają osłabienia materiału na skutek powstających pęknięć. Takie podejście nie jest do końca precyzyjne, uwzględnia ono co prawda istnienie marginesu błędu w postaci współczynników bezpieczeństwa, ale wartości te są jedynie szacunkowe. Dokładniejszą charakterystykę materiału i koncentracji naprężeń wokół szczeliny powodującej w rezultacie zniszczenie elementu uzyskujemy dzięki parametrom mechaniki pękania (Kowalewski i in. 2017). Są to wartości, które charakteryzują opisane w literaturze i potwierdzone badaniami naukowymi kryteria. Pierwsze kryterium mechaniki pękania opracował w 1920 roku A.A. Griffith. Zakłada ono określenie odporności materiału na pęknięcie wyrażonej za pomocą parametru G_c (energia pękania). Od tego czasu powstało wiele dodatków i uzupełnień do teorii z pierwszej połowy XX wieku. Griffith zakładał bowiem w swoich rozważaniach jedynie płaski stan odkształceń lub płaski stan naprężeń, w zależności od geometrii próbki, przy idealnie sprężystej pracy materiału (German 2011). Ograniczenia te sprzyjały dalszym badaniom nad tym zagadnieniem i powstawianiu zupełnie nowych kryteriów mechaniki pękania, czemu została poświęcona niniejsza praca.

2. Podstawowe założenia mechaniki pękania

Zasadniczo kryteria mechaniki pękania możemy podzielić na trzy grupy w zależności od interpretacji fizycznej. Są to kryteria energetyczne, naprężeniowe oraz odkształceniowe. Każde z nich opisuje inne parametry mechaniki pękania, dzięki którym można charakteryzować odporność materiału na zarysowania i określać kierunki propagacji szczelin (Seweryn 2004). Wyróżnione zostały trzy modele pękania w zależności od orientacji przyłożonego obciążenia i powstających w wyniku jego działania naprężeń. Stany te zostały przedstawione na rys. 1. Kryteria mechaniki pękania odnoszą się do poszczególnych modeli obciążeń lub ich kombinacji w przypadku złożonych

stanów naprężeń. W badaniach materiałów kruchych z matrycą cementową stosuje się najczęściej I model obciążenia (czyste rozciąganie) (Golewski 2015; Prokopski 2007). Model II i III są rzadziej stosowane, chociaż ostatnio pojawia się coraz więcej publikacji na ten temat. Przypadki ścinania podłużnego i poprzecznego nie mogą być bowiem pominięte w kompleksowej analizie generalnego modelu 3D mechaniki pęknięcia materiału (Golewski i Sadowski 2017).



Rys. 1. Podstawowe modele obciążenia elementów osłabionych szczeliną stosowane w analizie parametrów mechaniki pęknięcia (kolejno I, II i III model obciążenia) (Golewski 2015).

Kryteria mechaniki pęknięcia wykorzystywane są do rozważań analitycznych zagadnień propagacji zarysowań i zniszczenia materiału na skutek pęknięcia. Nie bez znaczenia pozostaje również znajomość struktury materiału. W przypadku betonu, który przy narastających uszkodzeniach zachowuje się jak materiał anizotropowy (Perkowski 2000) znaczenie z punktu widzenia mechaniki pęknięcia mają również wymiar i rodzaj kruszywa, porowatość oraz stosowane dodatki i domieszki. Znaczący wpływ na odporność betonów na pęknięcie wyżej wymienionych parametrów wykazali w swoich pracach m.in. Golewski i Sadowski (Golewski i Sadowski 2006; Golewski i Sadowski 2007) oraz Konkol i Prokopowicz (Konkol i Prokopski 2011).

3. Kryteria energetyczne

Podstawę do wszystkich rozważań badaczy na temat kryteriów mechaniki pęknięcia stanowi wspomniana już we wstępie teoria Griffith'a. Oparta jest ona na bilansie elektrycznym, który zakłada, że zainicjowane pęknięcie w kruchym materiale, a za taki uznajemy beton, zacznie propagować w momencie, gdy energia konieczna do powstania nowych powierzchni pęknięcia (oznaczana jako W lub U_0) będzie mniejsza od wyzwolonej, w wyniku narastającego obciążenia, sprężystej energii odkształcenia (ΔU_e). Bilans energetyczny tarczy ze szczeliną przedstawiony został na rys. 2. oraz opisany wzorem (1), z którego wynika wartość energii pęknięcia opisana zależnością (4) (Prokopski 2007; German i Biel – Gołaska 2004).

$$U = W + \Pi \quad (1)$$

gdzie:

W – energia powierzchniowa obu powierzchni pęknięcia, obliczana według wzoru (2);

Π – zmiana energii sprężystej tarczy osłabionej szczeliną o długości $2a$, obliczana w płaskim stanie naprężeń według wzoru (3).

$$W = 4a\gamma \quad (2)$$

w którym:

a – długość połowy szczeliny;

γ – jednostkowa energia powierzchniowa (stała materiałowa).

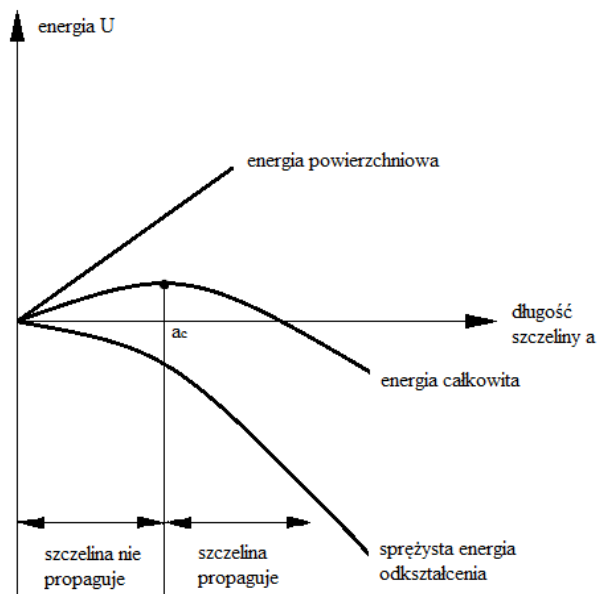
W przypadku płaskiego stanu odkształceń wzór (3) należy pomnożyć przez wyrażenie: $(1 - \nu^2)$.

$$\Pi = -\frac{\pi\sigma^2 a}{E} \quad (3)$$

Przy I modelu pęknięcia betonu (czyste rozciąganie), długości pęknięcia równej $2a$ oraz wartości naprężeń σ , po scałkowaniu równań (2) i (3) otrzymujemy zależność (4) opisującą wartość energii pęknięcia w płaskim stanie naprężeń. W przypadku płaskiego stanu odkształceń wzór (4), tak jak we wzorze na zmianę energii sprężystej należy pomnożyć przez wyrażenie: $(1 - \nu^2)$.

$$G = \frac{\pi\sigma^2 a}{E} \quad (4)$$

Wobec powyższych zależności kryterium energetyczne mechaniki pęknięcia wyraża się zależnością (5). Mnożnik $\frac{1}{2}$ zastosowano w celu określenia warunku propagacji pęknięcia dla jednej powierzchni pęknięcia. Rozwój pęknięcia powoduje spadek energii sprężystej (ΔU_e) (Prokopski 2007).



Rys. 2. Bilans energetyczny tarczy ze szczeliną według teorii Griffith'a, gdzie a_c oznacza krytyczną długość pęknięcia (Prokopski 2007).

$$\frac{1}{2} \frac{d(\Delta U_e)}{da} \geq \frac{1}{2} \frac{dU_0}{da} \quad (5)$$

Griffith w swojej teorii nie uwzględnił powstających w strefie wierzchołków szczeliny odkształceń plastycznych, których istnienie przeanalizował Irwin. Wykazał on, że w przypadku dużych elementów, dla których wpływ stosunkowo małej strefy plastycznej nie jest istotny, założenia kryterium energetycznego można uznać za poprawne (Prokopski 2007).

4. Kryteria naprężeniowe

Problemy inżynierskie koncentrują się głównie na działających obciążeniach i powstających w związku z nimi naprężeniach. Wobec tego w 1957 roku Irwin opracował założenia, które dały początek nowemu kryterium mechaniki pękania określanemu jako kryterium naprężeniowe (Anderson 2017). Głównym parametrem tej teorii jest współczynnik intensywności naprężeń oznaczany jako K_I , K_{II} , K_{III} w zależności od modelu obciążenia, odpowiednio I, II lub III. Współczynnik intensywności naprężeń określany jest także mianem odporności materiału na pęknięcie. Zgodnie z kryterium naprężeniowym uznaje się, że materiał zacznie w niekontrolowany sposób pękać lub zainicjowana szczelina będzie propagować, gdy współczynnik intensywności naprężeń przekroczy wartość krytyczną. Właściwość tą dla I schematu obciążenia opisuje zależność (6). Analogicznie formuluje się to kryterium dla II i III modelu obciążenia (Anderson 2017).

$$K_I \geq K_{Ic} \quad (6)$$

gdzie:

K_{Ic} – krytyczna wartość współczynnika intensywności naprężeń w warunkach I modelu obciążenia;
 K_I – wartość współczynnika intensywności naprężeń w warunkach I modelu obciążenia.

Poszczególne wartości K nie określają kierunku propagacji zarysowania, chociaż w przypadku złożonych stanów naprężeń, gdy znane są wartości K_I i K_{II} zakłada się, że szczelina propaguje w takim kierunku, aby maksymalizować wartość współczynnika K_I . Z kryterium naprężeniowego można określić również wartość krytycznego obciążenia (Seweryn 2004). W przypadku betonu największą odporność na pęknięcie wykazuje on w warunkach II, a najniższą w warunkach I modelu obciążenia (Golewski 2010).

Główny parametr kryterium naprężeniowego (WIN) dla tarczy osłabionej szczeliną poddanej czystemu rozciąganiu wyraża wzór (7), a jego związek z kryterium energetycznym określono w zależności (8) (Anderson 2017).

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \quad (7)$$

gdzie:

σ – naprężenia w wierzchołku szczeliny;
 a – długość połowy szczeliny.

$$G = \frac{K_I^2}{E} \quad (8)$$

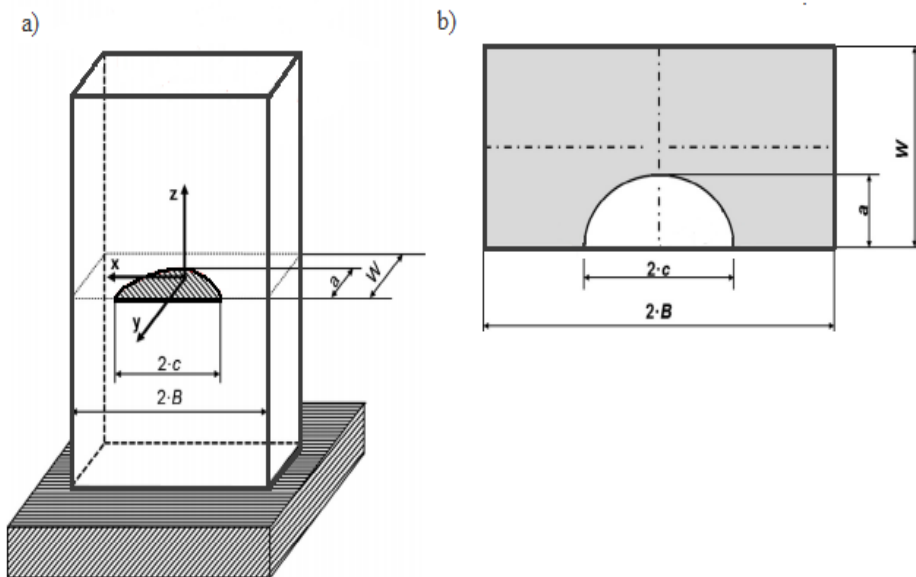
w którym:

E – moduł Younga.

Wzór (7) wskazuje na to, że wartość współczynnika intensywności zależy od długości szczeliny i wartości obciążeń, a konkretniej powstających w wyniku ich działania naprężeń w otoczeniu wierzchołka pęknięcia. Późniejsze badania wykazały, że również nie bez znaczenia jest położenie i kształt zainicjowanej wstępnie szczeliny oraz wymiary próbki co wyraził poprzez funkcję podatności $f(a/W)$ Prokopski (Prokopski 2007), a uszczegółowili Kolitsch i inni, co przedstawiono w zależności (9) oraz na rys. 3. (Kolitsch, Gänser, Reinhard 2017).

$$K_I = \sigma \cdot Y \cdot \left(\frac{a}{c}, \frac{a}{W}, \frac{a}{B} \right) \sqrt{\pi a} \quad (9)$$

Geometria wierzchołka szczeliny również ma duży wpływ na wartość współczynnika intensywności naprężeń. Warunkuje ona bowiem koncentrację naprężeń w tym miejscu. Zgodnie z założeniami teoretycznymi, w przypadku karbów V – kształtnych wartości naprężeń w ich wierzchołkach dążą do nieskończoności. W przypadku karbów zaokrąglonych znaczenie ma wielość promienia krzywizny oraz kształt karbu (np. paraboliczny, hiperboliczny). Wówczas wzór (10) opisuje uogólniony współczynnik intensywności naprężeń dla karbu ostrego w warunkach I modelu obciążenia (Kazberuk 2007).



Rys. 3. Oznaczenie wymiarów próbki osłabionej pół eliptyczną szczeliną (Kolitsch, Gänser, Reinhard 2017)

$$K_I^V = \frac{\sigma_{\max} \sqrt{2\pi}}{R_I \rho^{-\lambda}} \quad (10)$$

gdzie:

σ_{max} – wielkość naprężeń w wierzchołku karbu;

R_I – współczynnik wygładzenia naprężeń obliczany z wzorów aproksymacyjnych;

ρ – promień zaokrąglenia szczeliny;

λ – wykładnik osobliwości zależny od kąta karbu;

5. Kryteria odkształceniowe

Kolejną grupę kryteriów mechaniki pęknięcia stanowią te, które bazują na odkształceniach badanych materiałów. Głównym parametrem jest tu $CTOD_c$ (critical crack tip opening displacement, czyli krytyczne rozwarcie wierzchołkowe szczeliny). Wartością, która także jest określana w ramach tego kryterium jest $CMOD_c$ (critical mouth opening displacement). Rozumie się przez nią krytyczne rozwarcie wlotu pęknięcia, bądź karbu. W ramach kryterium odkształceniowego mechaniki pęknięcia zakłada się, że pęknięcie zostanie zainicjowane lub zacznie propagować wtedy, gdy rozwarcie szczeliny osiągnie wartość krytyczną (δ_c), co wyrażono w zależności (11). Schemat rozwarcia wierzchołkowego szczeliny zilustrowano na rys. 4. Kryterium to opisuje także przypadki złożonych stanów naprężeń (kombinacji modeli obciążenia). Wówczas opisuje je wzór (12). Z zależności tej nie wynika jednak kierunek propagacji szczeliny, stąd stosowanie tego kryterium nie jest popularne (Seweryn 2004).

$$\delta \geq \delta_c \quad (11)$$

gdzie:

δ – wielkość rozwarcia szczeliny;

δ_c – krytyczna wielkość rozwarcia szczeliny.

$$\left(\frac{\delta_I}{\delta_{Ic}} \right)^{n_1} + \left(\frac{\delta_{II}}{\delta_{IIc}} \right)^{n_2} + \left(\frac{\delta_{III}}{\delta_{IIIc}} \right)^{n_3} = 1 \quad (12)$$

gdzie:

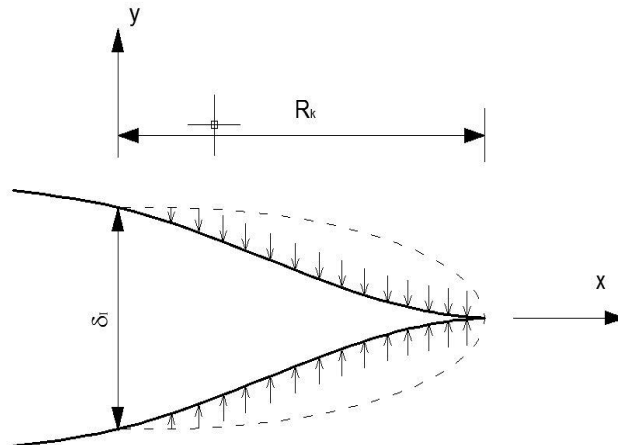
$\delta_I, \delta_{II}, \delta_{III}$ – wielkości rozwarcia szczeliny odpowiednio przy I, II i III modelu obciążenia;

$\delta_{Ic}, \delta_{IIc}, \delta_{IIIc}$ – krytyczne wielkości rozwarcia szczeliny odpowiednio przy I, II i III modelu obciążenia,

n_1, n_2, n_3 – wyznaczane doświadczalnie stałe materiałowe.

Rozwiązania analityczne tego kryterium bazują na modelach pasm plastyczności, które podczas obliczeń sprowadzane są do zadań sprężystych. Założenie to jest poprawne nie tylko w przypadku próbek z wstępnie zainicjowanymi szczelinami, ale także tych, które osłabiono karbami V – kształtnymi (Savruk i Kazberuk 2010).

Ze względu na analizę strefy plastycznej tworzącej się w wierzchołku szczeliny (karbu), a co za tym idzie, wymagane znacznie bardziej skomplikowane obliczenia analityczne, kryterium odkształceniowe badane jest często doświadczalnie. Wykorzystuje się wówczas tensometry, które odczytują powstające w wyniku narastających obciążeń odkształcenia, a w przypadku zniszczenia próbki – wartość krytyczną rozwarcia pęknięcia.



Rys. 4. Schemat rozwarcia wierzchołkowego szczeliny, gdzie: δ_l oznacza rozwarcie szczeliny w warunkach I modelu obciążenia, a R_k to długość strefy kohezyjnej (plastycznej) (Seweryn 2004)

6. Podsumowanie i wnioski

Przytoczone w niniejszej pracy trzy główne kryteria mechaniki pękania: energetyczne, naprężeniowe oraz odkształceniowe pozwalają w kompleksowy sposób przeanalizować propagację zarysowań i zniszczenie na skutek pęknięcia elementów z betonu. Interpretacja fizyczna zaprezentowanych wzorów analitycznych nie zawsze przewiduje kierunek rozwoju szczeliny. Z pomocą przychodzą tu jednak badania doświadczalne. Przewidywanie to jest szczególnie trudne w przypadku złożonych stanów naprężeń i próbek o niestandardowych kształtach. Wzory analityczne wymagają wówczas wprowadzenia wielu dodatków uwzględniających powstające osobliwości. Uzupełnienia te oparte są na formułach aproksymacyjnych, co zachęca do dalszych badań nad nimi. Ze względu na niejednorodną strukturę betonu (materiał heterogeniczny), a także jego liczne kompozyty, które są powszechnie stosowane (np. fibrobetony) parametry mechaniki pękania powinny być dalej badane na zróżnicowanych próbkach, aby opracowywać kolejne oryginalne kryteria lub tworzyć uniwersalne modele matematyczne. Według prognoz rozwoju budownictwa i inżynierii materiałowej na najbliższe lata materiały konstrukcyjne, w tym beton, oraz zagadnienia trwałości budowli w dalszym ciągu będą stanowiły jeden z głównych przedmiotów zainteresowań badaczy, więc temat kryteriów mechaniki pękania jest jak najbardziej aktualny (Czarnecki i in. 2017).

7. Literatura

- Anderson TL. (2017) Fracture mechanics: fundamentals and applications, CRC press
- Czarnecki L i in. (2017) Idee kształtujące innowacyjne wyzwania techniki budowlanej.
- W poszukiwaniu paradygmatu rozwoju budownictwa, Materiały budowlane 7: 28–33
- German J (2011) Podstawy mechaniki pękania, wyd. Politechniki Krakowskiej
- German J, Biel – Gołaska M (2004) Podstawy i zastosowanie mechaniki pękania w zagadnieniach inżynierskich, Instytut Odlewnictwa
- Golewski GL (2015) Procesy pękania w betonie z dodatkiem krzemionkowych popiołów lotnych, wyd. Politechnika Lubelska
- Golewski GL (2010) Współczynnik intensywności naprężeń jako podstawowy parametr oceny odporności na pęknięcie kompozytów betonowych, Drogownictwo 1: 31–35
- Golewski GL, Sadowski T (2007) Analiza uszkodzeń betonów na mineralnych kruszywach naturalnych i łamanych z wykorzystaniem metod mikroskopii skaningowej, Inżynieria Materiałowa 28.1: 30–35

- Golewski GL, Sadowski T (2017) The fracture toughness the K_{IIIc} of concretes with F fly ash (FA) additive, *Construction and Building Materials* 143: 444–454
- Golewski GL, Sadowski T (2006) Wpływ uziarnienia kruszywa grubego na charakter uszkodzeń i pęknięcia betonów wapiennych, *Drogownictwo* 8: 272–275
- Kazberuk A (2007) Koncentracja naprężeń wokół owalnego otworu, *Acta mechanica et automatica* 1.2: 25–30
- Kolitsch S, Ganser HP, Reinhard P (2017) Approximate stress intensity factor solutions for semi-elliptical cracks with large a/W and c/B under tension and bending, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*: 1–11
- Konkol J, Prokopski G (2011) Morfologia przełomu oraz odporność na pękanie betonów modyfikowanych dodatkiem popiołu fluidalnego lub metakaolinitu, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 58/3/III: 321–330
- Kowalewski i in. (2017) Mechanika pęknięcia na tropach awarii konstrukcji i defektów materiałowych, *Materiały konferencyjne z XXIII Seminarium: „Nieniszczące badania materiałów*: 39–74
- Perkowski Z (2000) Opis odkształcalności betonu z uszkodzeniami, *Zeszyty Naukowe. Budownictwo/Politechnika Śląska* 89: 163–170
- Prokopski G (2007) Mechanika pęknięcia betonów cementowych, *Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej*
- Savruk M, Kazberuk A (2010) O pewnych zagadnieniach mechaniki pęknięcia ciał z ostrymi i zaokrąglonymi krawędziami V, *Acta mechanica et automatica* 4.3: 113–123
- Seweryn A (2004) Modelowanie zagadnień kumulacji uszkodzeń i pęknięcia w złożonych stanach obciążeń, wyd. Politechniki Białostockiej

12. Wpływ powłok antykorozyjnych na korozję wewnętrzną studni i komór kanalizacji sanitarnej

The influence of anticorrosion coatings on internal corrosion of wells and sanitary sewerage chambers

Jakub Kozicki

Katedra Technologii i Systemów Inżynierii Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Lech Dzienis

Jakub Kozicki: jkozicki@wobi.pl

Słowa klucze: kanalizacja sanitarna, rehabilitacja, techniki bezwykopowe

Streszczenie

Stan infrastruktury w dużych miastach jest coraz większym problemem zarówno pod względem technicznym i jej zmęczeniem eksploatacyjnym. Tradycyjne metody wymiany często nie mają zastosowania.

Z pośród wielu problemów związanych z eksploatacją sieci kanalizacji sanitarnej jest korozja studni i komór. Na te problemy wpływają przede wszystkim czynniki związane z parametrami chemicznymi ścieków, a także agresywnością wód gruntowych.

W kontekście przeciwdziałania na korozję kwaśną i ługową na rynku jest wiele technologii, które z powodzeniem wykorzystują przedsiębiorstwa kanalizacyjne.

1. Wstęp

Do najpopularniejszych technik w rehabilitacji komór i studni kanalizacji sanitarnej zaliczamy renowację chemią budowlaną oraz laminację powłokami na bazie żywic poliestrowych i winyloestrowych. W 2015 roku na rynku pojawiła się innowacyjna technologia renowacyjna natrysku odśrodkowego polimocznikiem.

Dobierając technologię rehabilitacji komór i studni należy każdy przypadek traktować indywidualnie, ponieważ każda z wspomnianych metod pomimo swoich wielu zalet posiada także pewne ograniczenia.

Wodociągi Białostockie Sp. z o.o. w realizacjach inwestycyjnych zastosowała wiele technik renowacyjnych studni i komór kanalizacji sanitarnej analizując aspekty techniczne i ekonomiczne danego problemu.

W listopadzie 2017 roku zaczęto renowację komór kanalizacji sanitarnej na kolektorze DN2000mm, co będzie wymagało bardzo dużego doświadczenia Wykonawcy, a także dużych nakładów finansowych Inwestora.

2. Ocena stanu technicznego studni i komór w kanalizacji sanitarnej

Ocena stanu technicznego jest warunkiem *sine qua non* w kontekście doboru odpowiedniej technologii zabezpieczenia komór i studni kanalizacji sanitarnej. Dobierając technologię rehabilitacji komór i studni zawsze należy znać jaki skład chemiczny oraz pH medium przepływającego przez studzienki i komory. Z punktu widzenia bezpieczeństwa konstrukcji na czynnych sieciach kanalizacji sanitarnej należy zbadać czy postępująca korozja nie naruszyła zbrojenia.

W celu lokalizacji nieszczelności studzienek należy wykonać próbę wodną, a także poddać na oddziaływanie wód gruntowych (Weismann 2001). Te zabiegi pozwolą zdiagnozować, a w rezultacie zastosować odpowiednie czynności zapobiegawcze eksfiltracji ścieków do środowiska oraz infiltracji wód gruntowych do sieci.

3. Metody przeciwdziałania korozyjnego na studnie i komory kanalizacji sanitarnej

Najbardziej popularnymi metodami obecnymi na rynku w rehabilitacji komór i studni sieci kanalizacji sanitarnej to:

- Metoda renowacji zaprawami mineralnymi;
- Metoda natrysku odśrodkowego polimocznikiem;
- Laminacja powłokami poliestrowymi i winyloestrowymi;
- Panele GRP wraz z iniektowaniem.



Rys. 1. Skorodowana komora betonowa kanalizacyjna źródło: fot. własna autora 2017

Metoda renowacji zaprawami mineralnymi polega na oczyszczeniu skorodowanej powłoki betonowej, a w następnej fazie przygotowanie podłoża pod zaprawę. W przypadku występowania przecieków na oczyszczonych powierzchniach stosuje się iniekcje z użyciem żywicy poliuretanowej. Wykonanie warstwy czepnej wykonuje przy pomocy szczotki lub pędzla, a następnie rozprowadza się warstwę naprawczą silnie dociskając ją do podłoża. W przypadku nakładania gładzi można wykonać dopiero po 24 godzinach od pełnego wyschnięcia warstwy naprawczej

Metoda natrysku odśrodkowego polimocznikiem polega w początkowym etapie na czyszczeniu powierzchni wewnętrznych poprzez piaskowanie lub przy użyciu wody ciśnieniem w zakresie 400-1500bar. Przed przystąpieniem do natrysku należy przygotować podłoże. Podłoże powinno być nieodkształcające się, wolne od tłuszczów smarów, środków antyadhezyjnych. Otulinę betonową wokół stali należy odkuwać ze skorodowanego betonu, a następnie pręty zabezpiecza antykorozyjnie. Po reprofilacji kinety i uzupełnieniu ubytków i pracach wykończeniowych wykonuje się aplikację natrysku odśrodkowego o ciśnieniu 180-240bar (Coatreno 2016). Obciążenie konstrukcji ściekami może nastąpić po około 15 sekundach po aplikacji powłoki (Rys.2).

Metoda laminacji powłokami poliestrowymi i winyloestrowymi polega na aplikacji maty z systematycznie ukierunkowanych włókien szklanych nasączonych żywicą poliestrową lub winyloestrową, w zależności od rodzaju składu chemicznego ścieków. Przed laminacją powierzchnia powinna być oczyszczona i osuszona (Kulickowski 2010 i in.).

Maty nasączone żywicami poliestrowymi mają zakres odporności Ph 5-10, a winyloestrowymi Ph 2-14. W rehabilitacji studni i komór sieci kanalizacji sanitarnej lub jej zabezpieczenia przed korozją wewnętrzną najbardziej istotnym jest dobór rodzaju żywicy w odniesieniu do Ph medium transportowane przez tą sieć.

Metoda Rehabilitacji panelami GRP z wypełnieniem insektem polega na zamontowaniu wyprofilowanego panelu w studni rehabilitowanej. Technologia ta poprzez wylanie insektu pomiędzy panelem a rehabilitowaną studnią co wzmacnia przede wszystkim wzmacnia ją konstrukcyjnie, a panel zabezpiecza od wewnątrz przed korozją.



Rys. 2. Studnia kanalizacyjna zabezpieczona fabrycznie polimocznikiem źródło: Coatreno Sp. z o.o. 2017



Rys. 3. Studnia zrehabilitowana panelem GRP z wypełnieniem iniekcyjnym i wzmocniona zbrojeniem źródło: fot. własna autora 2017.

4. Korozja studni i komór sieci kanalizacji sanitarnej

Studnie oraz komory z materiałów betonowych i murowanych narażone są na korozję wewnętrzną oraz zewnętrzną. Brak odpowiedniego zabezpieczenia antykorozyjnego może być przyczyną utraty stateczności co w rezultacie może przyczynić się nawet do katastrofy budowlanej.

Korozja zewnętrzna może być spowodowana agresywnością gruntu lub wody gruntowej. Patrząc pod względem chemicznym grunt składa się z dużej ilości związków chemicznych takich jak: węglanów wapnia, siarczanów magnezowych i krzemowych, krzemianów aluminowo-żelazowych oraz wodorotlenków i tlenków aluminowo-żelazowych (Kuliczkowski 2001).

Związki te w gruncie zachodzą w reakcję chemiczną z betonem co powoduje korozję studni i komór sieci kanalizacji sanitarnej. Proces ten może być przyspieszony jeżeli występuje woda gruntowa. Z racji tego, że związki chemiczne są wypłukiwane w miejscu ich naturalnego powstawania, należy zwrócić uwagę na fakt mniejszego wpływu własności gruntu, a na agresywność wody gruntowej (Bolt 2012 i in.).

Zasadniczo wyróżniamy dwa procesy korozyjne. Pierwszym jest ługowanie przy przepływie wody przez beton lub omywania powierzchni betonu wodą, a drugim korozja kwasowa. Ługowanie jako proces wypłukiwania z betonu wodorotlenku wapniowego oraz składników stwardniałego zaczynu cementowego mocno działa na osłabienie wytrzymałości konstrukcyjnych studni i komór.

Korozja kwasowa związana jest z działaniem kwasów lub kwaśnych roztworów soli na strukturę betonu. Wymiana jonów między elementami betonowymi a środowiskiem gruntowo-wodnym definiuje ten proces. Szybkość postępowania procesu jest zależna od stężenia substancji agresywnych (Madryas 2002 i in.).

Korozja wewnętrzna często nazywana siarczanową w sieci kanalizacji sanitarnej jest spowodowana wieloma przyczynami. Najbardziej narażone są studnie rozprężne kanalizacji tłocznej, gdzie do czynienia mamy z czystym H_2S . W wyniku odkładającego się osadu dennego tworzą się warunki beztlenowe w wyniku czego także powstaje H_2S i w procesach mikrobiologicznych przechodzi w H_2SO_4 co destrukcyjnie działa na studnie i komory sieci kanalizacji sanitarnej. Takie zjawisko może być spowodowane brakiem samooczyszczania sieci oraz brakiem odpowiedniej eksploatacji. Nie bez znaczenia jest w ostatnim czasie odłączenie kanalizacji deszczowej od kanałów ogólnospławnych co potęguje proces korozyjny w obliczu zwiększania BZT₅ oraz zmniejszeniem prędkości przepływu (Kuliczkowski 2001).

5. Problemy eksploatacyjne wpływające na wybór technologii zabezpieczenia w wybranych inwestycjach.

W 2016 roku Wodociągi Białostockie Sp. z o.o. wykonały renowację sieci kanalizacji sanitarnej w Lesie Pietrasze wraz z renowacją studni kanalizacyjnych w technologii chemii budowlanej w pełnej klasie ekspozycji XA3 oraz z zabezpieczeniem matą szklaną nasączoną żywicą poliestrową (Rys. 4). Powodem takiego doboru była analiza składu chemicznego ścieków a także pH poniżej 4. Na okoliczność prac odbiorowych przeprowadzono badania „pull-off” z wynikami od 1,6Mpa do 1,8Mpa. Przeprowadzono także próbę ciśnieniową z wynikiem pozytywnym. Problematicznym tematem było przepompowywanie ścieków na czas realizacji, ponieważ chwilowy zrzut wód popłucznych z procesu uzdatniania wody w SUW Pietrasze w Białymstoku dawał przepływ w rurociągu około 2000m³/h.

W 2017 roku Wodociągi Białostockie Sp. z o.o. zrealizowała inwestycje polegającą na wymianie studni rozprężnej DN2000mm wraz zabezpieczeniem antykorozyjnym matami szklanymi nasączonymi żywicami winyloestrowymi. Powodem takiej decyzji była zaawansowana korozja siarczanowa a także utrata stateczności konstrukcji studni (Rys. 5).

Na okoliczność włączonych do studni rozprężnej zabezpieczenie antykorozyjne z zastosowaniem żywicy winyloestrowych. Na tak duże stężenie czystego H_2S oraz niskie pH żywica winyloestrowa była jak najbardziej uzasadnionym wyborem.

W roku 2017 firma Coatreno Sp. z o.o. na zlecenie Wodociągów Bydgoskich zrealizowała inwestycje polegającą na rehabilitacji studni koszarowej z zabezpieczeniem antykorozyjnym natryskiem odśrodkowym polimocznikiem aromatycznym (Rys. 7)



Rys. 4. Zrehabilitowana studnia DN1200mm źródło: fot. własna autora 2016.



Rys. 5. Skorodowana studnia rozprężna DN2000mm źródło fot. własna autora (2016).



Rys. 6. Studnia DN2000mm z zabezpieczeniem matą szklaną nasączoną żywicą winyloestrową. źródło: fot. własna autora (2017).



Rys. 7. Zrehabilitowana studnia koszowa z zabezpieczeniem polimocznikiem.

6. Wnioski

1. Zabezpieczenie antykorozyjne studni oraz komór kanalizacji sanitarnej przedłuża żywotność tych obiektów.
2. Biorąc pod uwagę lokalizację posadowienia w miejscach trudnodostępnych jest to prawdziwa alternatywa dla metod wykopowych.
3. Analizując aspekty ekonomiczne można jednoznacznie stwierdzić iż rehabilitacja studni i komór w technologiach bezwykopowych jest bardziej korzystna pod względem finansowym.
4. Pod względem realizacyjnym wykorzystanie technik bezwykopowych znacznie skraca czas wykonania.
5. Technologia natrysku odśrodkowego polimocznikiem w ocenie autora wyznacza nowe trendy na rynku powłok antykorozyjnych.
6. Brak możliwości wymiany wykopem otwartym komór i studni stwarza niewątpliwie możliwości bezwykopowego zabezpieczenia a także poprawy wytrzymałości konstrukcyjnej studni i komór sieci kanalizacji sanitarnej.
7. W kontekście częstych nasadzeń zieleni i drzew technologie bezwykopowe są jedynymi możliwymi metodami do poprawy stanu komór i studni sieci kanalizacji sanitarnej.
8. Minimalizacja w zakresie przepompowywania ścieków na czas inwestycji to znaczący plus tak pod względem technologicznym jak i pod względem ekonomicznym na korzyść technologii bezwykopowych.
9. Ewentualne roszczenia a także sprawy sądowe w kontakcie zastosowania technik bezwykopowych sprowadzają się praktycznie do minimum
10. Wymiana skorodowanych i nie nadających się do użytkowania komór i studni sieci kanalizacji sanitarnych pod względem pompowania wód gruntowych, a także związanych z tym czasochłonnością procesu są bezdyskusyjnie na korzyść zastosowania technik rekonstrukcyjnych w technologiach bezwykopowych.
11. Wodociągi Białostockie Sp. z o.o. jako zamawiający korzystający ze środków publicznych jest zobligowany do bilansowania kosztów i podejmując decyzje zawsze musi się kierować

interesem publicznym. Przytoczone w artykule realizacji inwestycyjne są tego konsekwencją.

12. Wobec rozwijającej się infrastruktury miasta Białystok wykorzystanie bezwykopowych technik rehabilitacyjnych coraz częściej nie jest alternatywa lecz jedynym rozwiązaniem.

7. Literatura

- Bolt A, Burszta-Adamiak E, Gudelis-Taraszkiewicz K, Suligowski Z, Tuszyńska A (2012) Kanalizacja, projektowanie, wykonanie, eksploatacja. Seidel- Przywecki Sp. z o.o. Warszawa 2012: 356.
- Coatreño Sp. z o.o Materiały reklamowe (2016): 4-7.
- Dokumentacja powykonawcza Wodociągów Białostockich Sp. z o.o. (2016).
- Dokumentacja powykonawcza Wodociągów Białostockich Sp. z o.o. (2017).
- Kuliczkowski A, Kuliczkowaka E, Kuliczkowski P i in. (2010) Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska. Seidel- Przywecki Sp. z o.o. Warszawa 2010: 421-423.
- Kuliczkowski A (2001) Rury kanalizacyjne.(tom I) Własności materiałowe. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce 2001: 188-189, 247-250.
- Madryas C, Kolonko A, Wysocki L (2002) Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002: 351.
- Weismann D (2001) Komunalne przepompownie ścieków. Seidel- Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2001: 291.

13. Budowa sieci kanalizacji sanitarnej metodą mikrotunelowania

Construction of a sanitary sewage system by microtunneling

Jakub Kozicki

Katedra Technologii i Systemów Inżynierii Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Lech Dzienis

Jakub Kozicki: jkozicki@wobi.pl

Słowa klucze: kanalizacja sanitarna, techniki bezwykopowe

Streszczenie:

Problemem XXI wieku jest starzejąca się infrastruktura kanalizacyjna. Budowana w ubiegłym stuleciu sieć kanalizacji sanitarnej była z materiałów gorszej jakości co ma swoje konsekwencje w dzisiejszym użytkowaniu. Ekstytucja ścieków do gruntu powoduje zanieczyszczenie środowiska, zaś infiltracja może zaburzać procesy oczyszczania na oczyszczalni ścieków oraz wpływać na układ kanał-ośrodek gruntowy. Z punktu widzenia budowy nowych kolektorów jednym z istotnych elementów jest aspekt ekonomiczny ich wykonania. Budowa sieci kanalizacji sanitarnej w technologii bezwykopowej a zwłaszcza mikrotunelowania ma coraz częściej zastosowanie w terenach mocno zurbanizowanych oraz przy dużych głębokościach ich posadowienia.

1. Wstęp

W branży sanitarnej stosowane są różne technologie bezwykopowej budowy. W zależności od długości odcinków oraz warunków gruntowo-wodnych stosuje się różne technologie. Każda stosowana technika powinna być analizowana na wielu płaszczyznach. Inwestorzy realizujący przedsięwzięcia związane z budową nowych kanałów sanitarnych powinni mieć na uwadze nie tylko aspekty czysto ekonomiczne ale także uwarunkowania techniczne oraz społeczne. W metodach bezwykopowych praktycznie jedynym wykopem jest początkowy i końcowy.

2. Materiały stosowano do budowy sieci kanalizacji sanitarnej w technologiach bezwykopowych

Obecnie na rynku jest dostępna duża różnorodność materiałowa do budowy kanałów sanitarnych w technikach bezwykopowych. Do najbardziej popularnych należą rury kamionkowe, GRP oraz żelbetowe w wykładzinami odpornych na środowisko kwaśne. Bardzo ważnym aspektem jest ich przeznaczenie pod względem chemicznym transportowanych ścieków.

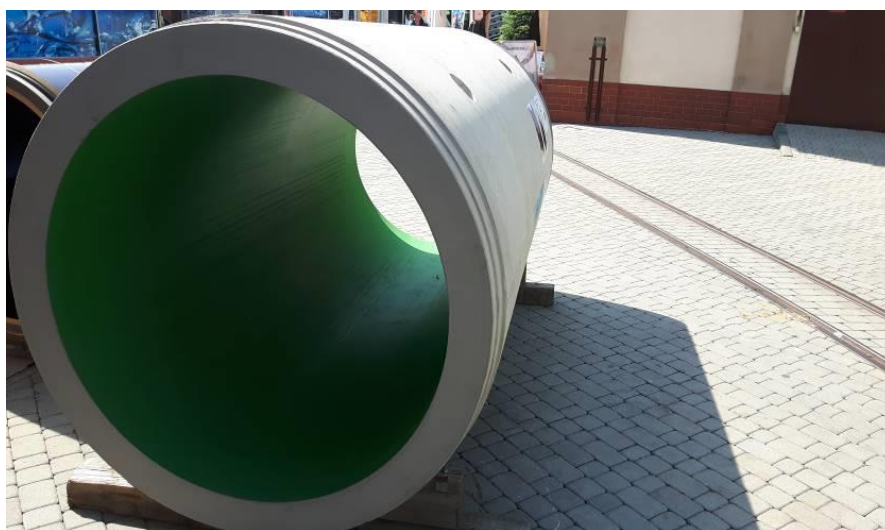
Rury kamionkowe są jednymi z najpopularniejszych rur stosowanych w budowie sieci kanalizacji sanitarnej w technikach bezwykopowych (Naylor 2012). Surowcem z którego zbudowane są rury gliny czyli produkty naturalne powstałe z procesu wierzenia skał a ich skład może być zróżnicowany. Szamot czyli produkt pozyskiwany recyklingu ceramiki po zmieleniu dodawany do gliny. W celu zabezpieczenia wewnętrznego i zewnętrznego często glazuruje się szkliwem składającym się z mieszanek dolomitu, ilu czy kwarcu (Rys 1). Mają bardzo dobre właściwości nośne. Bardzo dobra odporność antykorozyjna i chemiczna. W rurach najnowszej generacji zastosowano bardzo dobre uszczelnienie co gwarantuje brak infiltracji wód gruntowych do wnętrza kanału i ekstytucji ścieków do środowiska. Rury kamionkowe posiadają małą chropowatość, odporność naścieranie (Madryas i in. 2002).

Rury żelbetowe wykonywane są z prętów stalowych i wysokiej jakości betonu (Inżynieria 2009). Duża wytrzymałość na ściskanie powyżej 50Mpa, lecz słaba odporność na środowisko kwaśne a także na korozję ługową. Z racji grubości ścianki odporność na ścieranie bardzo duża. Rury żelbetonowe są produkowane w bardzo szerokim zakresie średnic (Kuliczkowski 2001). Na potrzeby osiągnięcia parametrów odpornościowych na szerszy zakres pH są fabrycznie montowane powłoki PEHD, kamionkowe lub bazaltowe (Rys.2).

Rury bazaltowe charakteryzują się bardzo dużą wytrzymałością na ściskanie nawet do 450Mpa co daje dużą przewagę nad rurami ceramicznymi i żelbetowymi. Topliwy bazalt ma bardzo dużą odporność na ścieranie (Eutit 2014). Bardzo dobrze znosi czyszczenie wysokociśnieniowe, co często jest problemem eksploatacyjnym rur GRP. Odporność chemiczna na wody kwaśne, manganowe, siarczanowe a także alkaliczne. Zakres odporności pH w granicach 2-14. Rury przeciskowe są produkowane jako o długości 1 m w zakresie 100-400mm (Kuliczkowski 2008).



Rys. 1. Rury przeciskowe kamionkowe źródło: Archiwum własne autora.



Rys. 2. Rura betonowa z wykładziną PEHD źródło: Archiwum własne autora.

Rury GRP czyli rury żywiczne wzmacniane włóknem szklanym . Najczęściej stosowanymi żywicami są: poliestrowa, winyloestrowa i epoksydowa. także różnych odmian szkła o różnych właściwościach (Hobas 2016). Rury charakteryzują się bardzo gładką powierzchnią wewnętrzną, a co za tym idzie zapobiega się gromadzeniu osadów i zapewnia optymalne parametry przepływu co zdecydowanie wpływa na zdolność samooczyszczania sieci kanalizacji sanitarnej. Rury

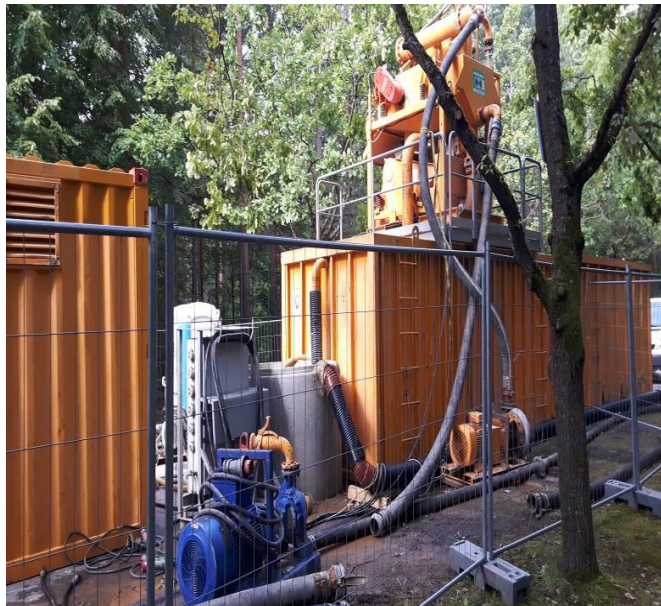
przeciskowe mają doży większą sztywność obwodową od standardowych stosowanych wykopach otwartych a także różnią się połączeniem (Bolt i in. 2012)



Rys. 3. Rury GRP przeciskowe źródło: Archiwum własne autora.

3. Budowa kanalizacji sanitarnej metodą mikrotunelingu.

Technologia Mikrotunelowanie jest to metoda polegająca na drażnieniu tunelu za pomocą głowicy skrawającej od wykopu początkowego do wykopu do końcowego (Kuliczkowski i in. 2010). W wykopie początkowym montowana jest stacja przeciskowa wraz z silownikami hydraulicznymi i pierścieniem wciskającym (Zwiewchowska 2008). W zależności od rodzaju komory montowana jest płyta oporowa w tylnej części komory. Do głowicy mikrotunelingu podłączone są przewody hydrauliczne z płuczką.



Rys. 4. System separacji płuczki źródło: Archiwum własne autora.

Za głowicą przeciskane są rury przeciskowe przewodowe lub osłonowe z żelbetu, bazaltu, GRG lub kamionki. Wysoką dokładność budowy rurociągów zapewnia system laserowy namierzania oraz komputerowy system sterowania głowicą (PPI Hrobok 2017). Transport urobku jest prowadzony przewodami hydraulicznymi. Wadami systemu jest droga płuczka a także problemy jej utylizacją. Jednym z rozwiązań jest stosowanie systemów jej separacji (rys 5). Bardzo ważnym technicznym aspektem jest dobór odpowiedniej płuczki. W zależności gdzie odbywa się budowa a także z jakimi warunkami geologicznymi mamy do czynienia. Na runku jest dostępna bardzo szeroka gama płuczek bentonitowych i polimerowych. Do wyboru odpowiedniego płynu wiertniczego muszą być zbadane parametry reologiczne ciężar właściwy, alkaliczność, współczynniki tarcia ośrodków gruntu (Inżynieria 2005). W kontekście aspektów ekonomicznych i prędkości realizacji odpowiednia analiza w/w parametrów i dobór płynu wraz z właściwym osprzętem może dać przewagę nad konkurencją. Największy wpływ na czynnik technologiczny mają parametry reologiczne płynu, jakość cyrkulacji, kontrola ciśnień w otworze oraz rozmiar zwiercin.

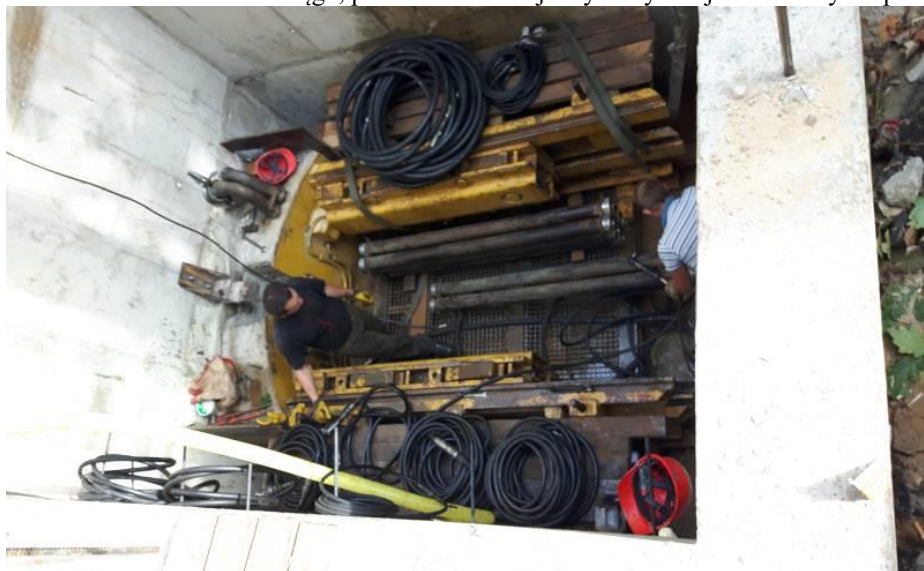
4. Przykładowe realizacje w technologii mikrotunelingu.

W 2017 roku w Białymstoku zrealizowano kilkanaście inwestycji o różnych średnicach wiele inwestycji polegających na budowie kanałów sanitarnych z wykorzystaniem technologii mikrotunelingu. Przed podjęciem decyzji co do zastosowania metody analizowano aspekty techniczne oraz ekonomiczne. Na problematykę techniczną składały się przede wszystkim warunki gruntowo-wodne oraz głębokość posadowienia projektowanego kanału. Wysoki poziom wód gruntowych oraz głębokość posadowienia rurociągu zdyskwalifikowały metodę wykopu otwartego. Przy realizacji budowy kanału DN 300 kamionkowego w pasie drogowym ulicy Dolistowskiej w Białymstoku brano pod uwagę rozwiązanie techniczne przecisku hydraulicznego z wierceniem pilotowym sterowanym teleoptycznie. Odwierty geologiczne z których wynikało, że ciśnienie hydrostatyczne wody gruntowej było tak duże iż jedynym możliwym rozwiązaniem technicznym okazało się mikrotunelowanie. Analiza ekonomiczna wykazała, że na cenę jednostkową 1mb ułożonego rurociągu w metodzie wykopowej była 7600zł netto a w metodzie mikrotunelowania 3760. Na ta okoliczność sporządzono dwa kosztorysy inwestorskie bazując na średnich cenach rynkowych. Najbardziej cenotwórczymi elementami były: odtworzenie nawierzchni asfaltowej, pompowanie wody gruntowej a także wymiana gruntu. Z racji projektowanej średnicy DN 300mm najbardziej ekonomicznym było zastosowanie komór startowych ze studni betonowych DN 3000mm (Rys. 5).



Rys. 5. Komora mikrotunelingu startowa ze studni betonowych. źródło: Archiwum własne autora.

Inną ciekawą inwestycją która odbyła się w 2017 roku W Rydze na Łotwie było wybudowanie kanału DN 600mm GRP. Z punktu widzenia ekonomicznego wariant budowy kanału sanitarnego w technologii mikrotunelinguowej był najbardziej korzystny. Kanał został wybudowany w nawierzchni asfaltowej. Biorąc pod uwagę długość kanału a także szerokość pasa drogowego wychodziło odtworzenie 6 m² na każdy metr bieżący budowanego kanału. Problemem natury technicznej były drogi dojazdowe przecinające drogę główną a w związku z tym brak możliwości dojazdów do prosperujących firm oraz zakładów produkcyjnych w przypadku budowy kanału sanitarnego w metodzie wykopu otwartego. Warunki gruntowo-wodne były na tyle niekorzystne, że na ułożenie 10 metrów bieżących kanału określono na 3 dni. W metodzie mikrotunelowania przy uprzednim wykonaniu komór startowych i odbiorczych tempo pracy wychodziło około 50 metrów bieżących na dobę. Pełna realizacja kanału DN 600mm o długości 800 metrów bieżących została wykonana w niecałe dwa miesiące. Ciekawym rozwiązaniem było wykonanie komór startowych (Rys. 6). i odbiorczych żelbetonowych (Rys. 7). Takie rozwiązanie pomniejsza koszty zabezpieczenia wykopu na cele montażowe rurociągu, ponieważ można je wykorzystać jako komory eksploatacyjne



Rys. 6. Komora mikrotunelinguowa startowa żelbetonowa źródło: Archiwum własne autora.



Rys. 7. Komora mikrotunelinguowa odbiorcza żelbetonowa źródło: Archiwum własne autora.

5. Podsumowanie i wnioski

Przedstawione technologie są coraz częściej stosowane zarówno przez zamawiających sektora finansów publicznych, przedsiębiorstwa kanalizacyjne jak i przez prywatnych inwestorów. Dobór technologii powinien być zawsze analizowany zarówno w aspektach technicznych, formalno-prawnych oraz ekonomicznych. Odpowiednie przeanalizowanie problematyki w kontekście w/w aspektów może przynieść wymierne efekty zarówno techniczne jak i ekonomiczne. Bazując na zrealizowanych inwestycjach powołanych w tym artykule można jednoznacznie stwierdzić, że korzyści inwestorów są zarówno pod względem technicznym, ekonomicznym oraz interesie publicznym.

Wnioski, które wynikają z przeprowadzonych inwestycji oraz przeglądu literatury są następujące:

- I. Możliwość wykonania dłuższych odcinków budowy kanałów w technologii mikrotunelowania niż w technologiach przeciskowych sterowanych lub za pomocą wiertnic.
- II. Ekonomicznie bardziej korzystne na dużych głębokościach w porównaniu do techniki wykopu otwartego.
- III. Brak odtworzenia nawierzchni lub tylko w zakresie komór startowych i odbiorczych
- IV. Niższe koszty zajęcia pasa drogowego, a także związane z wymianą gruntu i pompowania wody gruntowej.
- V. Prędkość wykonywania budowy kanałów sanitarnych w technologii Mikrotunelowanie przy dużych głębokościach może być wielokrotnie szybsze w porównaniu do metody wykopu otwartego.
- VI. Możliwość wykorzystania komór żelbetowych startowych i odbiorczych jako komory eksploatacyjne.
- VII. Minimalizacja w utrudnieniach ruchu drogowego.
- VIII. Budowa kanalizacji sanitarnej z wykorzystaniem technologii mikrotunelingu może być korzystna alternatywą w porównaniu do metody budowy w technologii wykopu otwartego.
- IX. Sporządzenie kosztorysów inwestorskich porównawczych na etapie koncepcji doboru technologii budowy sieci kanalizacji sanitarnej jest elementem nieodzownym przy podejmowanych decyzjach.
- X. Wybór technologii budowy sieci kanalizacji sanitarnej jest istotnym elementem w kontekście oddziaływania inwestycji na uwarunkowania społeczne.

6. Literatura

- Bolt A i in. (2012) Kanalizacja, projektowanie, wykonanie, eksploatacja, Seidel- Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2012: 330-331
- Dokumentacja projektowa Wodociągów Białostockich Sp. z o.o. (2017)
- Eutit (2014) Materiały reklamowe: 2-6
- Hobas (2016) Materiały reklamowe: 7
- PPI Hrobok (2017) Materiały reklamowe: 2-3
- Kuliczkowski A, Kuliczkowaka E, Kuliczkowski P i in. (2010) Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska. Seidel- Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2010: 107-108
- Kuliczkowski A (2001) Rury kanalizacyjne.(tom I) Własności materiałowe. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2001: 26
- Kuliczkowski A (2008) Rury kanalizacyjne. (tom III) Rury o konstrukcji sztywnej i sprężystej. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2008: 80-83
- Madryas C, Kolonko A, Wysocki L, (2002) Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002: 38-39
- Inżynieria Bezwykopowa 5/2009:32
- Inżynieria Bezwykopowa 1/2005:60-62
- Naylor Polska (2012) Materiały reklamowe: 3
- Zwiewchowska A (2009) Technologie bezwykopowe budowy sieci gazowych wodociągowych i kanalizacyjnych 2009: 62

14. Zastosowanie systemu optycznego ARAMIS w analizie odkształcalności otuliny betonowej

The use of the optical system ARAMIS in the analysis of the concrete cover deformation

Kucharczyk Anna

Zakład Konstrukcji Budowlanych, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Jacek Korentz

Kucharczyk Anna: A.Kucharczyk@ib.uz.zgora.pl

Słowa kluczowe: wyboczenie, pręty zbrojeniowe, otulenie betonowe

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań doświadczalnych przy zastosowaniu systemu optycznego ARAMIS mierzącego deformacje w analizie zachowania się otuliny betonowej w wyniku niesprężystego wyboczenia prętów zbrojeniowych. Z badań doświadczalnych i analiz numerycznych prętów ściskanych wynika, że wpływ na niesprężyste wyboczenie prętów ma ich geometria (smukłość) oraz właściwości stali zbrojeniowej, tj. granica plastyczności, długość półki plastycznej, relacja między granicą plastyczności a wytrzymałością, przebieg krzywej wzmocnienia. Jednak praca zbrojenia ściskanego w słupach odbiega od ich pracy w warunkach doświadczalnych. Pręty zbrojeniowe najczęściej ulegają wyboczeniu między dwoma sąsiednimi strzemionami (wyboczenie lokalne). Wpływ na wyboczenie, oprócz smukłości, ma także otulina betonowa i siły przyczepności między zbrojeniem a betonem. Otrzymane wyniki z pomiarów za pomocą systemu Aramis dają możliwość dokładnego śledzenia zachowania się konstrukcji żelbetonowej – od sprężystej fazy przekroju, przez prognozowanie śledzenia miejsc powstawania zarysowań, aż do zniszczenia elementu.

1. Wstęp

W konstrukcjach betonowych, od momentu formowania elementu, można zaobserwować powstające naprężenia wewnętrzne, prowadzące do mikrospekkań w zaczynie betonowym bądź w miejscu styku prętów zbrojeniowych z mieszanką betonową. Na skutek działania oddziaływań zewnętrznych mikrospekkania mogą zmieniać swoje rozmiary (szerokość, długość czy nawet łączyć się ze sobą) i prowadzić do powstania rys na powierzchni elementu.

Zarysowanie w konstrukcjach żelbetonowych jest zjawiskiem powszechnym, choć nie decyduje w znacznej mierze o nośności w krótkotrwałym odstępie czasu, to wywiera znaczny wpływ na użytkowanie elementu. Rysy powstają w momencie przekroczenia wytrzymałości na rozciąganie betonu.

W ostatnim czasie coraz częściej w badaniach doświadczalnych konstrukcji wykonanej w materiałach niejednorodnych takich jak beton (Krawczyk i in. 2017, Goszczyńska i Tworzewska 2014) czy konstrukcje murowe (Urbańska i Kuczma 2009), wykorzystywane są zaawansowane systemy pomiarów optycznych takich jak ARAMIS, bazujących na bezkontaktowym pomiarze na badanej powierzchni przemieszczeń 3D, prędkości przemieszczeń i odkształceń powierzchni próbki. Odczyt wykonywany jest przez dwie szybkie kamery cyfrowe umieszczone na statywie w wymaganej odległości od badanego elementu (Rys. 1). Na podstawie wykonanych zdjęć ARAMIS rozpoznaje strukturę powierzchni – każdy piksel ma przypisane współrzędne. Z uwagi na to, że beton nie posiada charakterystycznych punktów, na próbkę nanosi się specjalny losowy deseń (Rys.2). Przed rozpoczęciem badania (element nie jest obciążony) jest wykonywane zdjęcie referencyjne, następne zdjęcia są wykonywane w zadanym tempie w trakcie wykonywania próby badawczej (w trakcie obciążania elementu). Po wykonaniu wszystkich zdjęć, ARAMIS porównuje je ze zdjęciem referencyjnym, przypisując charakterystycznym punktom małe kwadratowe bądź prostokątne płaszczyzny tzw. facetki (Rys. 3). Na tej podstawie możliwe jest obliczenie

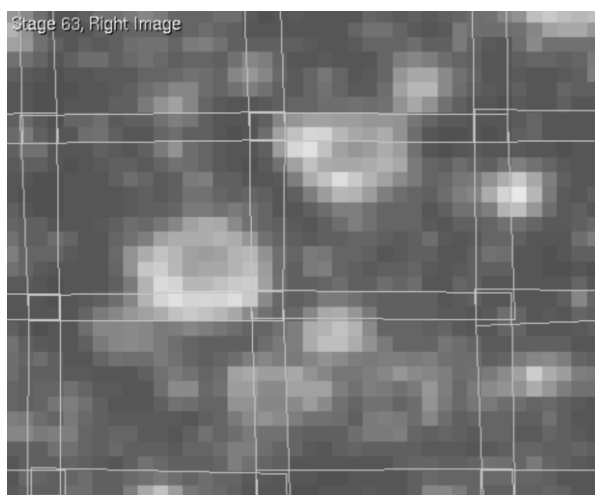
przemieszczeń i odkształceń danych punktów elementu. Powierzchnia badana może mieć wymiary od 20 x 20 mm do 200 x 200 mm, dokładność wyznaczania przemieszczeń wynosi 1 μm , natomiast odkształceń min. 0,01%.



Rys. 1. System do pomiarów optycznych ARAMIS.



Rys. 2. Przykładowy deseń naniesiony na dwuteową belkę drewnianą.



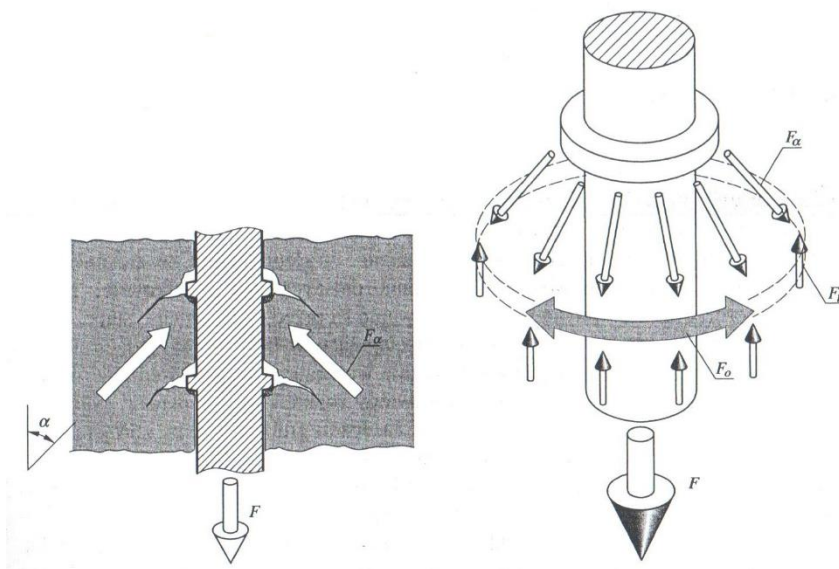
Rys. 2. Przykładowy widok facetek. (Aramis, 2004).

2. Otulenie betonowe zbrojenia głównego.

Otulina betonowa zbrojenia w elementach żelbetowych w znacznej mierze ma wpływ na trwałość konstrukcji. Minimalną grubość otulenia prętów zbrojeniowych wyznacza się zgodnie z wymaganiami podanymi w PN-EN 1992-1-1 i powinna być tak dobrana, aby przyczyniała się do bezpiecznego przekazywania sił przyczepności między zbrojeniem a betonem, zapewniała należyte zagęszczenie betonu oraz chroniła stal przed korozją.

Rozważając kwestię przekazywania sił przyczepności między betonem otuliny a prętem zbrojeniowym należy uwzględnić trzy, działające w różny sposób, czynniki: adhezję chemiczną, powiązania mechaniczne oraz siły tarcia. Siły adhezyjne są niewielkie – w zakresie ich działania nie występuje przemieszczenie między prętem a betonem, natomiast wartość odkształceń w zbrojeniu jest tożsama z wartością odkształceń otaczającego je betonu. Powiązania mechaniczne są rozumiane w różny sposób w zależności od użytego w konstrukcji zbrojenia – dla prętów żebrowanych powiązania te zapewniają żeberka, natomiast w prętach gładkich uzyskujemy je np. poprzez zakończenie na hak. Siły tarcia odgrywają coraz większą rolę w momencie przekroczenia przez naprężenia styczne naprężeń od sił adhezji – pojawia się niewielki poślizg między prętami zbrojeniowymi a betonem. Na wartość sił tarcia ma wpływ ściskanie prętów przez beton będące wynikiem skurczu oraz przyłożone zewnętrzne obciążenie ściskające, np. w strefie podparcia belek.

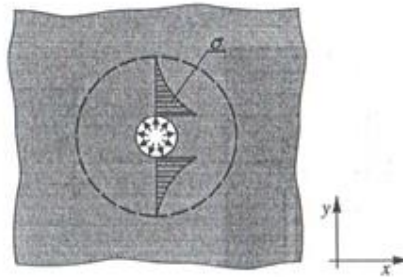
Rozważając pracę pręta zbrojeniowego żebranego w strefie rozciągającej przekroju, w momencie przekroczenia już niewielkich przemieszczeń między zbrojeniem a betonem, do pracy włączają się żeberka. W trakcie trwania tych przemieszczeń dochodzi do skruszenia betonu pod żeberkami i powstania mikrozarysowań. W betonie, który otacza pręt pojawiają się ukośne siły ściskające F_{α} działające naokoło pręta, które równoważą siłę rozciągającą w zbrojeniu F . Ukośną siłę ściskającą równoważą siły równoległe do osi pręta F_t oraz siły pierścieniowe rozciągające beton F_o (Rys. 4).



Rys. 3. Zasada pracy otuliny betonowej: mikrospeknięcia pod żeberkami (z lewej), siły w betonie otaczające pręt (z prawej) (Starosolski 2012).

W chwili, gdy naprężenia od siły pierścieniowej przekroczą wartości granicznych naprężeń rozciągających w betonie dochodzi do pęknięcia otuliny. Pojedyncze pęknięcie otuliny nie jest jednoznaczne z całkowitą utratą przyczepności betonu do pręta. Część otuliny, która nie uległa spękaniu jest w stanie przejąć część sił rozrywających, pracując jak wspornik. Dalsze przemieszczenia pręta prowadzą do powstawania następnych rys, a tym samym utraty przyczepności.

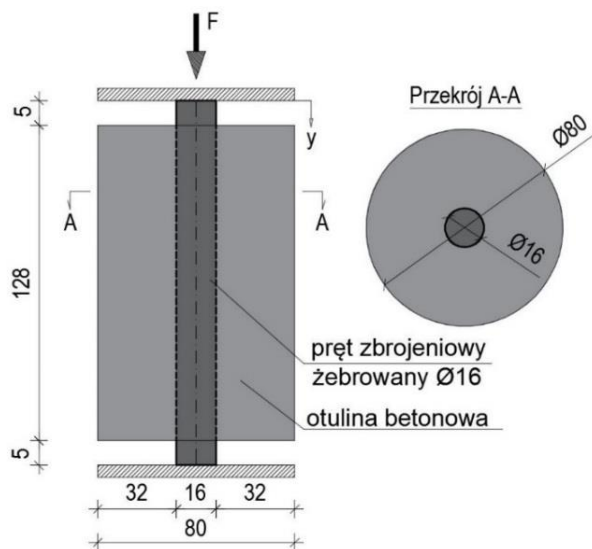
Naprężenia rozciągające σ w otulinie betonowej można sprowadzić do naprężeń działających na tarczę obciążoną ciśnieniem hydrostatycznym wewnątrz otworu o średnicy równej średnicy pręta (Rys. 5) (Starosolski 2012).



Rys. 4. Graficzne przedstawienie pracy otuliny betonowej sprowadzonej do tarczy z otworem (Starosolski 2012).

3. Opis próbek i stanowiska badawczego.

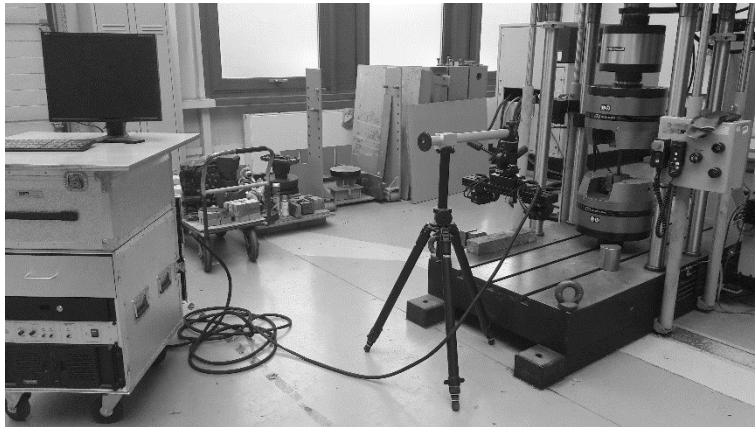
Badania doświadczalne przeprowadzono na żelbetowych próbkach poddanych osiowemu ścisłaniu obustronnie utwardzonych, możliwy był tylko przesuw pionowy końca pręta. Elementy badawcze miały kształt betonowego cylindra o średnicy $\varnothing_{bet} = 80\text{mm}$, wysokości odpowiadającej smukłości $l/\varnothing = 8$ równej 128mm, w którym umieszczono żebrowany pręt zbrojeniowy o średnicy $\varnothing = 16\text{mm}$ (Rys. 6). Kształt cylindryczny betonu miał za zadanie odwzorowywać otulinę betonową.



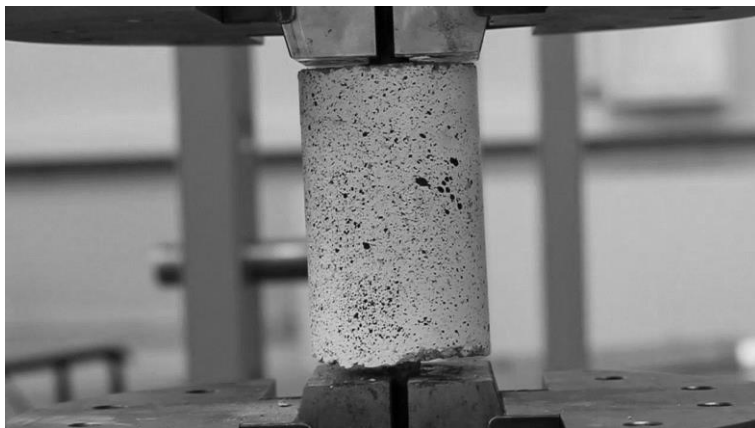
Rys. 5. Kształt i wymiary próbki doświadczalnej.

Próbki wykonano z prętów klasy B500 o granicy plastyczności równej $f_y = 500\text{MPa}$ i betonu o wytrzymałości na ścisłanie próbki sześcienniej o boku równym 15cm $f_c = 43\text{MPa}$. Badanie przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej Instron przy wykorzystaniu systemu optycznego ARAMIS, w celu obserwacji zachowania się otuliny betonowej pod wpływem działania obciążenia. Badanie miało na celu wyznaczenie wpływu otuliny przy niesprężystym wyboczeniu prętów zbrojeniowych. Obciążenie ścisłające było przykładane bezpośrednio do pręta, bez kontaktu z betonem. Badanie było przeprowadzane ze stałą prędkością 10MPa/s, zatrzymanie nastąpiło w momencie osiągnięcia przemieszczenia głowicy maszyny wytrzymałościowej 10% długości pręta między szczękami zaciskowymi l .

Kamery systemu do pomiarów optycznych ARAMIS ustawiono w zalecanej odległości 75,5 cm od badanego obiektu. Ze względu na ograniczenia związane z ustawieniem statywu podtrzymującego ramię z kamerami w stosunku do mierzonego obiektu, kamery obrócono o 180° (Rys. 7), natomiast przemieszczenia były odczytywane z pola pomiarowego o powierzchni równej 400cm², które to obejmowało tzw. obszar reprezentacyjny. Losowy deseń został nałożony na całą powierzchnię betonu badanej próbki (Rys. 8).



Rys. 6. Stanowisko przygotowane do badań.



Rys. 7. Zamocowanie próbki z nałożonym deseniem w szczękach maszyny wytrzymałościowej

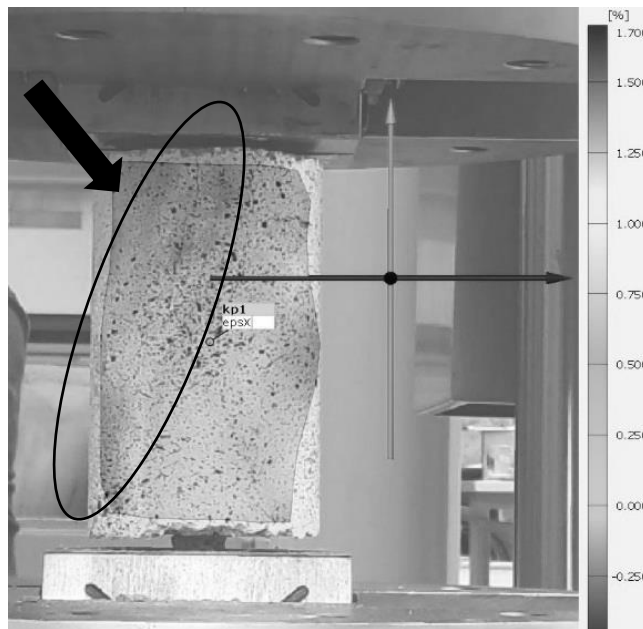
4. Wyniki badań i dyskusja.

Badanie doświadczalne przeprowadzono na trzech próbkach przedstawionych na Rys. 6 i 8. W Tab. 1 zestawiono informacje dotyczące pomiaru z wykorzystaniem systemu optycznego ARAMIS.

Tab. 1. Dane dotyczące badania za pomocą systemu ARAMIS

Lp.	Oznaczenie próbki	Tempo wykonywania zdjęć	Liczba zdjęć	Warunki oświetlenia
1	S8_1	1 zdj. / sec.	79	brak nasłonecznienia zewn.
2	S8_2		57	
3	S8_3		65	

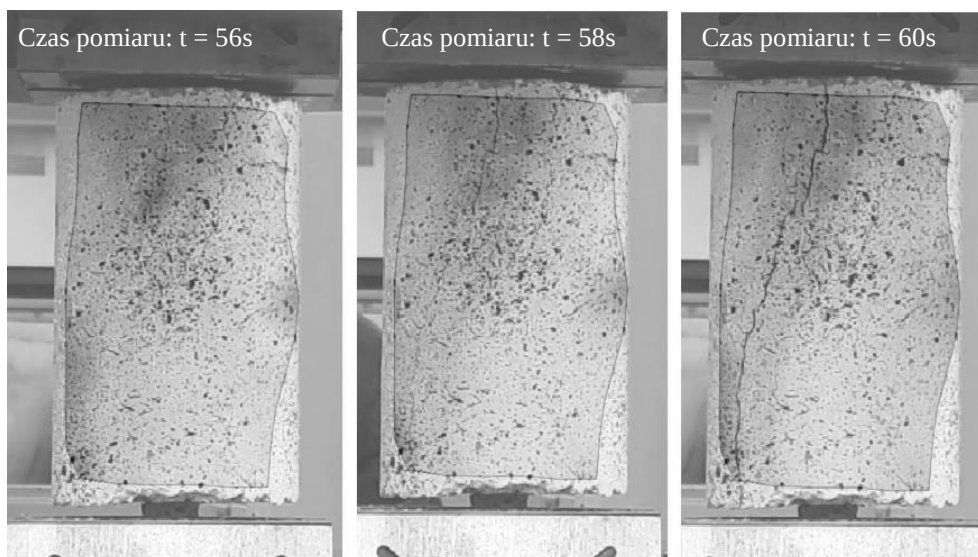
Na Rys. 9 przedstawiono mapy rozkładów odkształceń poprzecznych pola pomiarowego próbki S8_1. Można zaobserwować przed powstaniem widocznej rysy znaczną koncentrację odkształceń poprzecznych ε_x na płaszczyźnie próbki przy naprężeniu wynoszącym 542MPa, przekraczającym granicę plastyczności stali zbrojeniowej.



Rys. 8. Odkształcenia poziome próbki przed zarysowaniem.

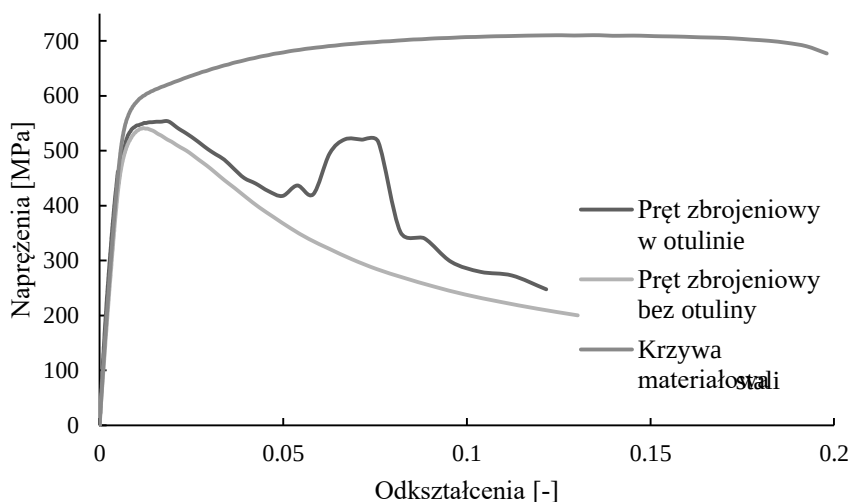
Dla porównania wyników z maszyny wytrzymałościowej oraz systemu Aramis, aby wykluczyć ewentualne rozbieżności, odczyt wykonano w czasie $t = 54s$, odkształcenia podłużne odczytanie z maszyny wytrzymałościowej wynosiły $\varepsilon_y = 0,01$, natomiast z systemu Aramis $\varepsilon_y = 0,0098$. Błąd odczytu jest niewielki i wynosi $\sim 2\%$.

Na Rys. 10 przedstawiono mapy rozkładu odkształceń poprzecznych próbki ε_x po pojawieniu się pierwszej koncentracji naprężeń do pojawienia się widocznego zarysowania na powierzchni betonu.



Rys. 9. Mapy odkształceń poprzecznych otuliny betonowej w czasie $t = 56s$, $58s$ i $60s$.

Wpływ otuliny na niesprężyste wyoboczenie prętów jest w tym przypadku znaczący. Pierwsze koncentracje naprężeń oznaczające miejsce wystąpienia rysy nastąpiło na poziomie naprężeń ściskających równych 542MPa, przekraczających granicę plastyczności równą $f_y = 500\text{MPa}$. Zatem otulina betonowa ma korzystny wpływ na pracę pręta osiowo ściskanego i przez naprężenia przyczepności betonu do stali, opóźnia moment wyoboczenia, co obrazuje wykres na Rys. 11.



Rys. 10. Zależność naprężenia – odkształcenie dla pręta w otulinie i bez otuliny oraz dla krzywej materiałowej stali zbrojeniowej.

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki badań doświadczalnych fragmentu konstrukcji żelbetowej, mające na celu wskazanie wpływu otuliny betonowej na niesprężyste wyoboczenie prętów zbrojeniowych, wykorzystując przy tym zaawansowany system optyczny ARAMIS, bazujący na korelacji obrazu. System ten w sposób bezkontaktowy pozwala na wyznaczenie na podstawie pomierzonych przez dwie kamery obrazu 3D przemieszczeń powierzchni pomiarowej i odkształceń. Jest to przydatne także w weryfikacji modeli numerycznych konstrukcji (Urbańska 2017).

Badania doświadczalne pokazały także, że otulina betonowa wpływa na nośność wyoboczeniową prętów zbrojeniowych – przy badanej długości prętów można zaobserwować wzrost o ok. 10% wartości naprężeń odpowiadających granicy plastyczności stali zbrojeniowej. Otulina betonowa, przy krępych prętach, znacznie opóźnia sam moment wyoboczenia (Korentz 2015).

Wykorzystanie w badaniach doświadczalnych systemów opartych na pomiarach optycznych pozwala na obserwację zachowania się otuliny i prognozowanie miejsc pojawienia się zarysowania.

6. Literatura

- Aramis v.5.3.0 User Manual (2004)
- PN-EN 1992-1-1 Projektowanie konstrukcji z betonu. Reguły ogólne i reguły dla budynków (2008)
- Goszczyńska B, Tworzewska J (2014) Określenie rysy na potrzeby analizy wyników badania procesu powstawania i rozwoju rys w belkach żelbetowych z zastosowaniem systemu Aramis: Przegląd Budowlany nr 12/2014: 44-49
- Korentz J (2015) Metoda analizy żelbetowych elementów prętowych w stanie deformacji pozakrytycznych: wyd. PAN.
- Krawczyk Ł, Gołdyn M, Urban T (2017) O niedokładnościach systemów cyfrowej korelacji obrazu: Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture t. XXXIV z. 64 (3/I/17): 259-269.

- Starosolki W (2012) Konstrukcje żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych, t. 1, Wydanie XIV, wyd. PWN.
- Urbańska K (2009) Analiza konstrukcji murowych w zakresie liniowym i nieliniowym, Rozprawa doktorska, Promotor: prof. dr hab. inż. Mieczysław Kuczma, Uniwersytet Zielonogórski.
- Urbańska K (2017) Zastosowanie systemu Aramis do pomiarów odkształceń konstrukcji murowych: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego. Inżynieria Środowiska Nr 166 (46): 48-59.

15. Detale roślinne, zoomorficzne i antropomorficzne jako motyw na wybranych elewacjach secesyjnych obiektów we Wrocławiu

Plant, zoomorphic and anthropomorphic details as a motif on selected facades of Art Nouveau buildings in Wrocław.

Martyna Mikołajczyk

Katedra Architektury Użyteczności Publicznej i Podstaw Projektowania, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. arch. Elżbieta Trocka- Leszczyńska

Martyna Mikołajczyk: martyna.lawrynowicz@gmail.com

Słowa kluczowe: Miasto, historia, kamienice, piękno

Streszczenie

Secesja we Wrocławiu ma swoje korzenie w Berlinie. Stamtąd napłynęli architekci i twórcy mogący realizować śmiałe wizje inwestorów. Nurt poprzez detal wkroczył na elewację stopniowo, najpierw poprzez drobne dekoracje, później zawładnął całością fasady, na końcu już całe budynki podlegały temu stylowi. Motyw roślinny i zwierzęcy był często wykorzystywany przez twórców. Powtarzał się w zróżnicowanych formach, jako pojedyncze elementy lub całe partie. Motywy zagościły na stałe w architekturze Wrocławia i nadają elewacjom charakterystyczny wygląd.

1. Wstęp.

Schyłek XIX wieku, obwarowanego akademizmem w sztuce, wzbudzał pragnienie wyswobodzenia z ram i wejście w kolejny wiek z nową sztuką. Rozwijająca się technologia wprowadzała maszyny do szerszego użytku. Artyści mieli odmienne zdania dotyczące ich użycia. Nowy wiek miał być erą zdominowaną przez przemysł, natomiast kreację chciano pogodzić z rzemiosłem. Jednakże taka forma, poza zaletą tworzenia indywidualnych projektów dla konkretnego użytkownika, miała szereg wad takich jak: kosztowność, wąska grupa odbiorców oraz nienadążanie za potrzebą nowych czasów. W II połowie XX wieku powstała teoria, która nie opierała się na wyłącznym odrodzeniu rzemiosła, ale również na wspieraniu tworzenia projektów i ich produkowaniu przy pomocy maszyn. Stąd w XX wieku cenieni i poszukiwani byli projektanci posiadający wiedzę techniczną, mogący sprostać zapotrzebowaniu społeczeństwa nastawionego na coraz powszechniejszą i tańszą produkcję masową. Już w 1890 roku Van de Velde podsumował wyłączną współpracę artystów z rzemieślnikami jako cenną dla nielicznych, co powoduje, że zaczyna być bezużyteczna. Przewidywał, że dla społeczeństwa tylko sztuka powszechnie dostępna będzie poważana. (Tschudi-Madsen 1987)

2. Opis zagadnienia.

Twór przełomu wieków, którego rozkwit przypadł właśnie na przełom XIX i XX wieku to secesja. Jej głównymi celami było odrodzenie sztuki, połączenie jej ze wszelkimi dziedzinami życia. Bywało, że mieszała się z historyzmem pomimo chęci kategorycznego odcięcia od poprzednich nurtów. Nowy styl charakteryzował się falującą linią, interesował odbiorców, nierzadko niosąc dodatkową treść. Cechował się poszukiwaniem inspiracji i wartości w naturze, balansem spokoju i ekspresji. Interpretowano go wedle własnego gustu, naśladowano, ale wedle indywidualnej koncepcji. Zestawiano puste przestrzenie z bogatym ornamentem, nadając balansu całości kompozycji. Natura stanowiła główną inspirację. W obrębie jednego nurtu posługiwano się linią krzywą - secesja organiczna, jak również prostą - secesja geometryczna. W Europie nosiła różne, powiązane ze sobą nazwy. Jako nowy styl - „Art Nouveau” funkcjonowała we Francji, Anglii, Belgii, a w wielu innych krajach pod postaciami: „Modern Style”, „The New Art”. Niemcy posługiwali się hasłem „Jugendstil” czyli młody styl. Austria - „Secessionsstil” - styl odrodzenia. Włochy to już odmiennie „Stile Liberty” czy „Stile Florale”, czyli styl wolności lub styl kwiatowy. Polska to

ponownie „nowy styl”, „modernizm”, „secesja”. Ta ostatnia nazwa przyjęła się powszechnie i jest stosowana w literaturze. (Tschudi-Madsen 1987)

3. Przegląd literatury.

Secesja początki opierała na esowatych, płynnych liniach u Williama Blake’a, a potem w Ruchu „Arts and Crafts” Williama Morrisa. Twórca ten, przygnębiony odrażającym otoczeniem, zbyt nachalnymi dekoracjami powielanymi bez kultury i rozmysłu ze sztuki dawnej, postanawia wprowadzić styl na inne tory, tak aby otaczający go świat, co za tym idzie również przedmioty, były piękne. Chciał by był racjonalny, funkcjonalny, pokazywał konstrukcję, łączył materiał, dekorację, ale co równie ważne łączył atuty przedmiotu z jego użytecznością i przeznaczeniem. Tworzenie indywidualnie zaprojektowanych elementów użytkowych wymagało współpracy z wykonawcami idei, co jak opisano wcześniej miało swoje wady. Jednakże niezależnie od sposobu produkcji wszelkich dekoracji secesyjnych, jej wytwory są oryginalne, użyteczne i stanowią najbardziej charakterystyczny symbol minionej epoki.

Nowy styl hołdował linii organicznej, co spójne było z zastosowaniem elementów kwiatowych. Najczęściej przedstawiono: słoneczniki, kalie, róże, irysy, tataraki, trzciny, zboża, rumianki, mleczce oraz ostry. Motyw drzew współgrał z założeniem nurtu, ponadto był bardziej symboliczny - drzewo rajske, drzewo życia, symbol płodności. Szczególnie często używano również ich liści, np. kasztanowca czy dębu. (Tschudi-Madsen 1987)

We Wrocławiu secesyjne ornamenty jako przestrzenie nad i pod oknami, pojawiają się jako dekoracje wzbogacające bryłę, początkowo na elewacjach historyczno - eklektycznych, przede wszystkim obiektów handlowych. (Szurkowski i Banaś 2009) Roślinne dekoracje stosowano chętnie do zdobienia balkonów, wzbogacania portali lub ich obramowania. Pierwszym przykładem użycia tego rodzaju motywów jest Dom Handlowy Victoria - u zbiegu ulic Rzeźniczej i Świętego Mikołaja we Wrocławiu, którego budowę zakończono w 1899 roku dzięki środkom głównego projektanta i inwestora - Georga Hartera, którego nazwisko wyrzeźbiono nad gzymsem ostatniej kondygnacji. (Szurkowski i Banaś 2009) Naroże elewacji z dominującą figurą kobiety i wieloboczną wieżyczką wzbogacono kwiatami słonecznika i liśćmi kasztanowca (Rys. 1). Poziome połączenie ostatnich kondygnacji zdobią sceny, gdzie kwiaty i roślinność stanowią tło, bądź pionowe - gdzie kwiaty w wazonach są motywem głównym. Tło dla wyrzeźbionego nazwiska autora tworzą liście kasztanowca, a balustrady spleciono z liści wino i zawiniętych pędów. Podobnych motywów użyto w budynku na ul. Rzeźniczej 32 we Wrocławiu.



Rys. 1. Słoneczniki, ul. Rzeźnicza/ Św. Mikołaja (fot. autorki).

W tym przypadku pojedynczy kwiat zdoła co drugie zakończenie pionów okiennych. Różnego rodzaju liście, pąki i owoce wkomponowano w korony i włosy główek kobiecych, w pilastry i ramy okien. Wyraźniejsze zaznaczone okna można znaleźć na ul. Krupniczej 11 we Wrocławiu (Rys. 2).

Tutaj otwory w wykuszach obramowano cienkimi pniami z liśćmi kasztanu jeszcze bardziej podkreślając wertykalizm budowli. Elementem zaznaczającym przestrzeń podokienne są kwiaty wodne ze spletanym linearnym systemem korzeniowym. Przy ul. Norwida 20 we Wrocławiu - szczyt

kamienicy zdobią przeplecione kwiaty umieszczone wokół półkolistego okna. Ponad zwieńczeniem - damską głową, widoczne są rzędy kłosów zbóż. Portal wejściowy ul. Przeskok 6, projektu Richarda Mohra, nawiązuje kształtem do rozwiązań stosowanych w romanizmie. W przysadzisty łuk wkomponowano wijącą się wstęgę uzupełnioną prostymi kwiatami. Ten układ wzoru jest powtarzalny i różni się od typowych, bardziej wybujałych form secesyjnych. Ciekawie natomiast rozwiązano płaskorzeźbę wokół okien szczytu. Proste, ułożone gęsto przy sobie kwiaty wypełniają spłaszczony i wypukły po bokach okrąg. Na blasze przekrywającą wieżyczki w dachu przymocowano zdwojone liście. Pod adresem Nowowiejska 61 we Wrocławiu, w wykuszu nad oknem drugiego piętra przedstawiono płaskorzeźbę. Jej boki zdobią tataraki, a centralną część jabłoni, której rozpostarte gałęzie podpierają parapet okna powyżej. Co ciekawe u nasady pnia wyrzeźbiono słońce wraz z delikatnie rozpostartymi promieniami.



Rys. 2. Obrazowanie okna, ul. Krupnicza 11(fot. autorki).

Symbol słońca i alegorie pór dnia, słońce, księżyc również pojawiały się na elewacjach kamienic z epoki secesji. Przykładem jest ul. Cybulskiego 37 we Wrocławiu, gdzie pod oknami ostatniej kondygnacji na płycinach przedstawiono księżyc oraz słońce (Rys. 3).



Rys. 3. Słońce, ul. Cybulskiego 37(fot. autorki).

Pod adresem Św. Antoniego 40, znaleźć je można pomiędzy oknami i ujęte w kwadratową ramę. Poza detalami florystycznymi oraz przedstawieniami pór dnia i nocy, sztuka secesji lubowała się w detalach zoomorficznych. Na tę bogatą grupę składają się głównie rzeźby oraz płaskorzeźby małych zwierząt, owadów, ptaków oraz stworzeń fantastycznych. Pojedynczego motyla ukazano na kamienicy ul. Chemicznej 1 we Wrocławiu, gdzie ćma zdobi centralne miejsce w płycinie między kondygnacjami (Rys. 4).



Rys. 4. Ćma, ul. Chemiczna 1 (fot. autorki).

Pod kolejną jest scenka z królikiem karmionym przez małe dzieci. Na ul. Cybulskiego 37, poza licznymi płycinami kwiatowymi, pas międzyokienny tworzą płaskorzeźby odwróconych do siebie łabędzi, a motyw ptaków w podobnej konwencji, lecz zwróconych do siebie i podtrzymujących girlandę znajduje się w sąsiedniej kamienicy. Na ulicy Nowowiejskiej 67 ptaki towarzyszą kąpiącym się kobietom. W sercu miasta Wrocławia, na ul. Ruskiej 6, na osi kompozycji widnieje duży orzeł, ale po jego bokach widać rogate, zwierzęce czaszki (Rys. 5), a powyżej głowy kozła.



Rys. 5. Czaszka kozła, ul. Ruska 6 (fot. autorki).

Na skrajach, w małych prostokątach oraz nad oknami szczytu, dumnie rozpościerają skrzydła nietoperze. Ta osobliwa kamienica ujawnia jeszcze wiele zdobień kwiatowych, litery oraz twarze dorosłych i dzieci. Sowa - symbol mądrości podtrzymuje naroża głowic kolumn dawnego wrocławskiego Gimnazjum Św. Elżbiety przy ul. Dawida (Rys. 6).



Rys. 6. Sowa, ul. Dawida (fot. autorki).

Przy wejściu głównym elewacja skrywa liście kasztanowca z owocami w kolczastych łupinach oraz owady. Zoomorficzne, ale bardzo fantastyczne przedstawienie w charakterystyczny sposób dodano na elewacji dawnych Zakładów Kąpielowych. Mimo upływu czasu w obiekcie nie zmieniła się funkcja, a dekoracje są do niej adekwatne. Ze względu na wodę jako główną substancję użytą we wnętrzach, zewnątrz elewacja budynku również jest jej podporządkowana. Można na niej znaleźć ryby, płazy, fantastyczne morskie stworzenia, syreny, żabę, kraba czy ośmiornicę. Podobnie wkomponowane, piaskowcowe płaskorzeźby, skonstrastowane z ceglana elewacją znajdują się w równie charakterystycznym budynku - Wieży Ciśnień na ul. Sudeckiej 125A we Wrocławiu. Tutaj rzeźbiarz, Ignatius Taschner, zaproponował widzowi ogromną jaszczurkę oraz siedzącą na nim kobietę, dziwnego krokodyla, ptaka i małpę. (Szurkowski i Banaś 2009) Kolejnym wyrazistym motywem był motyw antropomorficzny. Przedstawiano kobiety, mężczyzn oraz dzieci. Najczęściej jednak skupiano się na kobiecie – jej całościowej lub fragmentarycznej podobiznie. Popularnością cieszyły się sgraffita, rzeźby i płaskorzeźby głów, których bujne włosy z wplecionymi kwiatami najpełniej reprezentowały styl secesji. Równie często głowa przybierała formę nieokreślonej płci, symbolizując emocje, zwaną maszkaronem. Pod opisywanym już powyżej adresem – ul. Ruska 6, widnieją trzy antropomorficzne płaskorzeźby. Dwie, symetrycznie usytuowane głowy kobieca i męska oraz na osi ponad drzwiami – maszkaron. Wszystkie umieszczono na turkusowym tle. Damska i męska opleciona jest girlandą kolczastych róż, natomiast maszkaron w koronie z pióropusza posiada wąs, a wijące się wstęgi wypełniają przestrzeń płyciny.

Nieco dalej, bo pod nr 11, w kierunku obecnej ulicy Kazimierza Wielkiego, piaskowcowe płaskorzeźby przedstawiają dwóch mężczyzn i dwie kobiety. Figury pokazują postacie w sposób naturalny, aby widz łatwo mógł odgadnąć jakie zawody reprezentują – kowal, robotnik, prząsniczka i żniwiarka. Równie realistycznie i w niewyrafinowany dla secesji sposób ukazano przekupkę sprzedającą warzywa na elewacji Hali Targowej we Wrocławiu. W tym i poprzednim przykładzie postacie nie przypominają typowych secesyjnych wzorów. Są zbyt naturalistyczne, pozbawione finezji i niezakorzenione w wyobraźni. Odmienny do płaskorzeźb elewacji hali i ul. Ruskiej, bo efektowny maskaron wieńczy szczyt lukarny kamienicy pod adresem Rozbrat 4 (Rys. 7).



Rys. 7. Maskaron, ul. Rozbrat 4 (fot. autorki).

Policzki i dolna część twarzy tej maski spływa pasami ku oknom poniżej, aby podkreślić ich podział. W tej kamienicy lewą oś zdobią ukoronowane kobiece głowy wkomponowane w jońskie pilastry. Tą bogatą elewację zaprojektował Maks Bock. (Szurkowski i Banaś 2009) Można na niej dostrzec większość secesyjnych motywów. Esowate linie przestrzeni podokiennych uzupełniono kwiatami. Są wyraźnie zauważalne, ponieważ architekt zestawiał je z wieloma pustymi przestrzeniami.

Adres Rozbrat 12 to kamienica zaprojektowana przez Maxa Scheibke. W tym przypadku kariatydy dźwigają wykusz umieszczony na osi założenia. Powyżej ukazano pełną postać kobiety oraz obok profil delikatnej twarzy otoczonej kwiatami (Rys. 8).



Rys. 8. Kobięcy profil, ul. Rozbrat 12 (fot. autorki).

Na Ołbinie pod adresem Nowowiejska 67, gdzie na wykuszu widoczne jest drzewo, pokazano kąpiące się kobiety oraz maskarony na szczycie elewacji. Podobnie jak we wcześniejszym przykładzie ich twarze tworzą spójną całość z elementami dekoracji płycin. Motywy roślinne skomponowane zostały z giętymi liniami i stanowią optyczne zakończenie elewacji. Puste przestrzenie okalane wijącymi wstęgami były charakterystyczne dla secesji. W wielu opisywanych elewacjach stosowano takie rozwiązania. Używano ich do wypełniania większych przestrzeni. Pomimo pustych pól ich obramowania były bogate. Takie zestawienie uzupełniało się wzajemnie i stosowano je na przykład w przestrzeniach pod i międzyokiennych. Połączenie bogatego dekoru i gładkiej przestrzeni powodowało, że wzór zyskiwał na znaczeniu, stawał się bardziej widoczny. Pomimo skomplikowanej formy nie przytłaczał odbioru elewacji. Niewypełnione pole pozwalało oku odpocząć, a odpowiednio wkomponowane stawało się harmonijnym elementem dekoracji.

Bardzo ciekawie ukształtowano wzór na elewacji kamienicy ul. Łukasieńskiego 7 we Wrocławiu (Rys. 9).



Rys. 9. Anioł, ul. Łukasieńskiego 7 (fot. autorki).

Jej budowa przypada na 1903, autorowi i właścicielowi – J. Pohlwi. (Szurkowski i Banaś 2009) Przyozdobiono ją gęsto sgraffitem. Liczne są roślinne, jednak uwagę przyciąga mocno wyblakła twarz kobieca. Za sprawą ogromnych, szerokich skrzydeł wypełnia znaczną powierzchnię przestrzeni ponad oknami pierwszego piętra. Choć skrzydła są ogromne w stosunku do twarzy i pozostałych dekoracji, przyciągają uwagę. Wyrastają abstrakcyjnie z przestrzeni za włosami postaci i są najbardziej charakterystycznym dekiem na tej elewacji. Pola międzyokienne często wzbogacano głowami wkomponowanymi w kwiatowe tło. Przykładem mogą być kamienice na ul. Rozbrat 12, Nowowiejskiej 61, Piastowskiej 31 (Rys. 10) oraz na zbiegu ulicy Rzeźniczej i Św. Mikołaja.



Rys. 10. Kobieca głowa, ul. Piastowska 31 (fot. autorki)

Głowy również zwieńczały oś nad portalami lub drzwiami wejściowymi. Takie rozwiązanie widać na ul. Marii Skłodowskiej – Curie 46 (Rys. 11).



Rys. 11. Kobieca głowa, ul. Skłodowskiej – Curie 46 (fot. autorki).

Twarz jest wkomponowana z owocami wychodzącymi zza policzków oraz wstęgą ponad głową. Podobny zabieg artystyczny zastosowano na ul. Reja 29 (Rys. 12).



Rys. 12. Kobieca głowa, ul. Reja 29 (fot. autorki).

Jednak twarz na tej kamienicy wyłania się z portalu poprzez inaczej zakomponowane tło. Umieszczono ją na środku gładkiej wstęgi, zachęcając by jej się lepiej przyjrzeć. Ponowne spojrzenie pozwala dostrzec, że rzeźbiarz przedstawił włosy mniej linearnie, dokładając drobne ozdoby

w kształcie łosowatych pereł oraz wywinięty kołnierz. Intryguje również sama twarz – jej usta są lekko rozchylone, a spod półprzymkniętych powiek widać oczy z nakreślonymi źrenicami, co powoduje odczucie, że twarz obserwuje wchodzących do kamienicy.

Liczne przedstawienia kobiet, ich delikatne twarze i bujne włosy były wdzięcznym tematem dla rzeźbiarzy tego okresu w historii sztuki. Bywało, że pokazywano je dosłownie, choć częściej były to wyobrażenia o kobiecie czy stworzeniu z cechami, twarzą lub figurą danej płci.

Motyw spajający wszystkie secesyjne detale to wplecione lub dominujące nad poprzednio omówionymi dekoracjami motywy geometryczne. Mogą stanowić główny element przyciągający uwagę lub być wkomponowany w bogate płaskorzeźby jak na ul. Łukasieńskiego 8 (Rys. 13), gdzie ulubione przez secesjonistów koło przecięte pionowymi pasami dodatkowo wzbogacono grającą na skrzypcach Marthą.



Rys. 13. Motyw geometryczny, ul. Łukasieńskiego 8 (fot. autorki).

(Kozurno i in. 2014) Ponad kobietą geometryczne róże wkomponowano w koło, a środek wypełniono pasami. Przeciwnie podejście można zaobserwować na ul. Reja 36 we Wrocławiu, tam ponad oknem rośliny wyniesiono na kwadratowych płytkach - i jak kafle ułożono w pewnych odległościach od siebie. Podobnie temat przedstawiono na głowicach słupów płotu przy omówionym już Gimnazjum Św. Elżbiety na ul. Dawida.

4. Podsumowanie

Motywy roślinne i antropomorficzne obecne są na większości obiektów secesyjnych we Wrocławiu. Najczęściej tworzą niezależne partie dekoru na elewacjach. Roślinne tworzą samodzielne dekoracje bądź dopełniają tło scen. Niejednokrotnie wzory kwiatowe wypełniają płyciny lokalizowane ponad lub obok okien. Podkreślają wertykalizm założenia, dodając budowli strzelistości. Bywa, że rozważne zastosowanie wzoru podkreśla konkretny fragment założenia, nakierowując widza na to co najbardziej interesujące. Płaskorzeźbione głowy kobiet mogą wieńczyć portale ponad głównymi drzwiami, a grupy kwiatów uzupełniać partie pomiędzy otworami okiennymi, bądź wykuszami. Pojedyncze kwiaty użyte na gładkim tle są łatwiej zauważalne - przykładowo słoneczniki z wyeksponowanym systemem korzeniowym. Główniki kwiatów występują na kaflach czy zdobienia bardziej geometrycznych, w postaci kwadratowych płycin czy sześciątów. Zarówno te rzeźbione, czy malowane, nadają secesyjnego charakteru elewacjom, a używanie ich jako ażurowych balustrad świadczy o współpracy różnych rzemieślników podczas procesu budowy. Nie inaczej jest w przypadku motywów zoomorficznych, które występują jako odrębne twory na monumentalnych obiektach, takich jak wymienione Zakłady Kąpielowe i Wieża Ciśnień. Drobniejsze rzeźby pojedynczych zwierząt wkomponowane są w elewacje kamienic. Jednakże najczęściej eksponowano je jako płaskorzeźby z roślinnym tłem lub jako tło dla postaci.

Omówione przedstawienia fauny i flory były secesjonistom najbliższe. Bardzo często wzbogacano je motywami antropomorficznymi. Bezsprzeczne jest to, że falujące linie tworzące świat natury i jego roślinność stanowią główny motyw w zdobnictwie secesji, zarówno przy użyciu nieskrępowanej kreski jak i przedstawień geometrycznych.

5. Spis literatury

Broniewski T (1990) Historia architektury dla wszystkich: 489-510.

Kirschke K (2005) Fasady Wrocławskich obiektów handlowych z lat 1890-1930.

Koźurno P, Śliwińska M, Wieczorek M (2014) Secesja w architekturze Polski: motywy, tematy, inspiracje.

Szurkowski L, Banaś B (2009) Secesja w architekturze Wrocławia.

Tschudi- Madsen S (1987) Art Nouveau.

Wallis M (1967) Secesja.

16. Kogeneracja – innowacyjna metoda zaopatrywania podmiotów gospodarczych w ciepło i energię elektryczną

Cogeneration - an innovative method of supplying enterprises with heat and electricity

Aleksandra Otawa

Katedra Zarządzania Projektami, Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Politechnika Opolska
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Waldemar Skomudek, prof. PO

Aleksandra Otawa: a.otawa@po.opole.pl

Słowa kluczowe: skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, energia, racjonalne gospodarowanie energią

Streszczenie

Artykuł przedstawia podstawowe zagadnienia związane z kogeneracją - nowatorską i perspektywiczną technologią, która jest współczesną tendencją światową. W artykule opisano stosowane technologie kogeneracyjne, scharakteryzowano paliwa gazowe dla kogeneracji oraz omówiono zalety i bariery związane z rozwojem kogeneracji.

1. Wstęp

Energia elektryczna i ciepło to dwa podstawowe rodzaje energii wykorzystywanej w podmiotach gospodarczych. Efektywne wykorzystanie tej energii stanowi wyzwanie z powodu wyczerpywania się zasobów paliw kopalnych oraz ze względu na ochronę środowiska naturalnego. Problemy zmian klimatycznych oraz rosnące koszty energii są pretekstem do badań nad innowacyjnymi, ekologicznymi, powszechnie dostępnymi i wydajnymi metodami pozyskiwania energii na całym świecie. Rozwój przedsiębiorstw produkcyjnych w dużym stopniu zależy od ich gospodarki energią. Jest ona bardzo zróżnicowana w zależności od profilu działalności, dostępu do różnych nośników energii oraz prowadzonej przez przedsiębiorstwa polityki energetycznej. Nowoczesne metody zaopatrywania w energię mają ogromne znaczenie dla ich rozwoju. Energia jest niezbędnym surowcem w procesach produkcyjnych, a koszt jej nabycia stanowi istotny element końcowej ceny produktu przedsiębiorstw. Dlatego bardzo ważne jest racjonalne gospodarowanie energią, w tym kontrolowanie jej zużycia i możliwie efektywne jej wykorzystanie. Efektywne wykorzystywanie energii jest jednym z warunków krytycznych do osiągnięcia sukcesu w każdej działalności gospodarczej (Popczyk 2011; Bańkowski 2012).

Efektywne wykorzystanie energii jest zagadnieniem, które w ostatnich latach nabrało dużego znaczenia w związku z coraz większym wzajemnym wpływem gospodarki, środowiska i kwestii geopolitycznych. Unia Europejska określiła zadanie poprawy efektywności energetycznej o 20% do 2020 roku i dąży do zdobycia czołowej pozycji w świecie w zakresie efektywnego wytwarzania i zużycia energii. Wytyczne zawarte są w dyrektywie 2012/27/EU (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego 2012). Korzyści z poprawy efektywności energetycznej są jednoznaczne. Mniejsze zużycie energii to niższe koszty, mniejsza emisja gazów cieplarnianych emitowanych do atmosfery

i oszczędność nieodnawialnych zasobów paliwa. Z wielu dostępnych metod i technik ograniczenia zużycia energii w przedsiębiorstwach zalecane jest wdrażanie systemów zarządzania energią zgodnie z międzynarodowym standardem ISO 50001. W procesie wdrożenia i utrzymania systemu zarządzania energią niezbędne jest również zastosowanie odpowiednich narzędzi informatycznych i w tym celu na rynku oferowane są różne systemy komputerowe. Oprócz wprowadzenia systemu zarządzania energią istnieje jeszcze wiele innych sposobów na zwiększenie efektywności energetycznej np.: wprowadzanie nowych urządzeń o większej sprawności, optymalizacja spalania paliwa poprzez stosowanie nowoczesnych systemów sterowania, stosowanie energooszczędnych odbiorników energii, modernizacje, wykorzystanie energii odpadowej, poprawa stanu izolacji oraz wprowadzanie nowych metod produkcji energii.

Taką nową metodą produkcji energii, która w znaczącym stopniu może przyczynić się do poprawy efektywności energetycznej jest **kogeneracja**, czyli skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej. Jest to metoda, na którą warto zwrócić uwagę ponieważ jest nowatorską i perspektywiczną technologią, będącą współczesną tendencją światową. Rozwój kogeneracji jest zagadnieniem bardzo aktualnym i ma bardzo istotne znaczenie dla polskiego ciepłownictwa oraz energetyki przemysłowej.

2. Gospodarka skojarzona - kogeneracja

Kogeneracja, lub inaczej skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, to zamiana energii zawartej w paliwach na ciepło, chłód, energię elektryczną lub mechaniczną, realizowana w jednym urządzeniu lub zespole kilku połączonych ze sobą urządzeń (Mielczarski 2004). Może ona być realizowana zarówno na dużą skalę w elektrociepłowniach zawodowych jak i w tzw. skali mikro czyli przy użyciu agregatów kogeneracyjnych pracujących bezpośrednio na potrzeby obiektu, w którym zostały zainstalowane.

W układzie rozdzielonej produkcji ciepła i energii elektrycznej ciepło wytwarzane jest lokalnie np. w kotłowni gazowej, natomiast energia elektryczna jest produkowana w elektrowni i dostarczana do odbiorcy poprzez sieci elektroenergetyczne, przesyłowe i rozdzielcze. W Polsce elektrownie

w większości bazują na procesie spalania węgla. Wytworzona para wodna napędza turbiny i generatory prądu, natomiast całe powstałe w tym procesie ciepło jest tracone i usuwane do otoczenia np. poprzez chłodnie kominowe. W energetyce zawodowej sprawności osiągnęte w produkcji energii elektrycznej to 36-40%. Dopiero w przypadku elektrociepłowni zarówno energia elektryczna jak i powstające w procesie spalania ciepło sprzedawane są odbiorcom. W tym przypadku można osiągać sprawności powyżej 85% (Kaleta 2014).

Duży potencjał rozwojowy kogeneracji tkwi w sektorze ciepłowniczym oraz w energetyce przemysłowej. W zakładach przemysłowych (np. z branży spożywczej, piwowarskiej, papirniczej, chemicznej) jednostki kogeneracyjne mogą mieć znaczący udział w dostawach pary, ciepłej wody i ciepłego powietrza do celów technologicznych oraz do ogrzewania i chłodzenia, a także mogą mieć duży udział w zaspokajaniu popytu na energię elektryczną. Wyróżnia się następujące segmenty wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z zastosowaniem kogeneracji, o zróżnicowanych problemach prowadzenia działalności (Zerka 2004):

- wytwarzanie ciepła do celów przemysłowych, w których wymagana temperatura nośnika (pary lub wody) przekracza 140°C,
- ciepłownictwo, gdzie temperatura nośnika mieści się w przedziale 40-140°C,
- wytwarzanie ciepła do celów rolniczych, np. ogrzewania cieplarni, gdzie temperatura nośnika może być niższa niż 40°C.

Jeżeli chodzi o ciepłownie to do 2030 roku (zgodnie z celami „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”) mają być one zastąpione źródłami kogeneracyjnymi (Projekt dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku.”). Inwestycje w technologie kogeneracyjne są zatem dla sektora ciepłowniczego jednym z możliwych kierunków rozwoju, który jest wymuszony dostosowaniem się do obowiązujących wymogów prawnych.

Energia elektryczna generowana w kogeneracji może być w całości zużyta w danym obiekcie, jak też w całości lub w części sprzedana do sieci lub innym odbiorcom. Miejsca gdzie zasadne jest stosowanie kogeneracji oprócz ciepłowni i zakładów przemysłowych to pojedyncze obiekty o stosunkowo niedużych potrzebach energetycznych takich jak np.: szpitale, uczelnie, centra sportowe, centra handlowe, biurowce, hotele, osiedla mieszkaniowe, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów czy szklarnie. Ciepło wytwarzane w kotłowni lub dostarczone z sieci oraz energia elektryczna z sieci są w takich obiektach zastępowane przez prowadzoną we własnym zakresie produkcję skojarzoną (Charun 2005; Skorek 2012).

2.1 Technologie kogeneracyjne

Obecnie od momentu wejścia w życie Dyrektywy 2004/8/WE do kogeneracji zalicza się następujące rozwiązania techniczne (Mielczarski 2004):

- turbiny gazowe, pracujące w cyklu kombinowanym z odzyskiem ciepła,
- turbiny parowe, przeciwprężne,
- turbiny parowe upustowo – kondensacyjne,
- turbiny gazowe z odzyskiem ciepła,
- silniki spalinowe (tłokowe),
- mikroturbiny,
- silniki Stirlinga,
- ogniwa paliwowe,
- silniki parowe,
- instalacje wykorzystujące organiczny obieg Rankine’a,
- ewentualnie każda inna technologia (lub ich kombinacja), w której następuje jednocześnie wytwarzanie w jednym procesie ciepła oraz energii elektrycznej lub mechanicznej).

Wszystkie z tych technologii są wykorzystywane w kogeneracji, choć tylko nieliczne odgrywają dominującą rolę, jak np. turbiny parowe, które są jednymi z bardziej uniwersalnych napędów. Chociaż znane są już od dawna, są ciągle używane, ciesząc się popularnością także w systemach kogeneracji, głównie średniej i dużej skali. W przeciwieństwie do instalacji CHP z turbinami gazowymi oraz silnikami tłokowymi, w których ciepło jest produktem ubocznym, w systemach z turbinami parowymi to energia elektryczna jest produktem uzyskiwanym niejako dodatkowo.

Zasada ich działania jest powszechnie znana: para wodna o dużym ciśnieniu wytworzona w kotle w wyniku spalania paliwa przepływa przez turbinę, która napędza generator elektryczny. Takie rozwiązanie pozwala oddzielić proces spalania od pozostałych komponentów urządzenia, dzięki czemu w turbinach parowych wykorzystuje się rozmaite rodzaje paliwa, m.in. węgiel, gaz ziemny, ale również np. odpady spalane w specjalnych kotłach, wyposażonych w systemy przechwytywania lub neutralizacji zanieczyszczeń i substancji toksycznych.

W systemach kogeneracji używa się najczęściej dwóch typów turbin, które ze względu na sposób wykorzystania pary wylotowej określa się jako turbiny przeciwprężne oraz upustowo-kondensacyjne. W pierwszym przypadku cała para wodna trafia do obciążenia, gdzie oddaje ciepło, ulegając kondensacji (kondensat wraca z powrotem do systemu). W turbinach tego typu para wodna opuszczająca turbinę ma ciśnienie równe lub wyższe od ciśnienia atmosferycznego, w zależności od wymagań instalacji. W turbinach upustowo-kondensacyjnych część strumienia pary jest pobierana z tzw. upustów, dzięki czemu do odbiorników ciepła dopływa para o konkretnej temperaturze i ciśnieniu. Spośród dwóch wymienionych rozwiązań prostsze w realizacji są turbiny przeciwprężne. Ich zaletą jest też duża sprawność energetyczna w porównaniu do turbin upustowo-kondensacyjnych dzięki temu, że ciepło jest całkowicie przekazywane do obciążenia. Wadą natomiast jest uzależnienie natężenia przepływu pary, a tym samym wytwarzanej mocy elektrycznej od termicznego obciążenia turbiny. Dlatego w systemach kogeneracji z turbinami przeciwprężnymi wręcz wymagane jest podłączenie do publicznej sieci energetycznej, z której można uzupełniać niedobory energii lub odsprzedać do niej nadwyżki, jeżeli produkcja systemu kogeneracji przekroczy zapotrzebowanie (Jaworska 2010).

Bardzo obiecujące są również układy z silnikami Stirlinga. Zastosowanie ich w układach kogeneracyjnych pozwala uzyskać dobre parametry: wysoką wydajność, niewielkie pobory paliwa pierwotnego, niewielki hałas, możliwość różnej konfiguracji silników, wysoka trwałość oraz niskie wskaźniki emisji. Silnik Stirlinga to silnik cieplny, pracujący w obiegu zamkniętym z regeneracją ciepła. W jego skład wchodzi: dwa tłoki (zimny i ciepły), regeneracyjny wymiennik ciepła, a także wymienniki, dostarczające ciepło pomiędzy czynnikiem roboczym, a zewnętrznymi źródłami. Silnik ten jest urządzeniem zewnętrznego spalania, gdzie ośrodek obiegu nie jest wymieniany podczas każdego cyklu, lecz pozostaje w pracy z obiegiem. Palnik dostarczający ciepło do procesu może pracować korzystając z różnych paliw (m.in. benzyny, alkoholu, naturalnego gazu czy butanu). Zewnętrzne spalanie ułatwia kontrolę procesu spalania i powoduje że proces ten jest czystszy i wydajniejszy. Silnik Stirlinga pracuje w układzie stałego połączenia z zewnętrznym źródłem ciepła

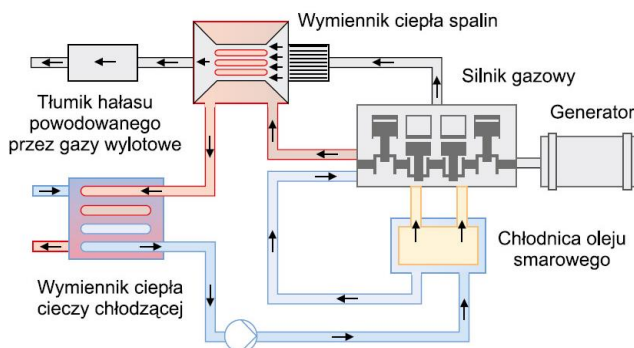
co zapewnia doprowadzenie energii napędowej na wiele sposobów. W układach tych źródłem ciepła są głównie spaliny wytworzone w procesach spalania paliw. Natomiast ciepło z obiegu odprowadzane jest do źródła o niskiej temperaturze. Ostatecznie sprawność obiegu zależy od różnicy temperatury między źródłami. Jednym z istotniejszych elementów pracujących w obiegu jest regenerator, który przejmuje ciepło od czynnika roboczego w czasie jego przepływu z przestrzeni ogrzewanej do chłodzonej. Technologia ta ma wiele zalet ale oczywiście nie można zapomnieć też o wadach tych silników, a są to: niski poziom rozwoju technologii oraz wysoki jednostkowy nakład inwestycyjny. Warto też wspomnieć, że rozwój silnika Stirlinga w przemyśle samochodowym w latach 70-tych nie mógł przebić konwencjonalnego Diesla oraz silników Otto (Holuk 2009).

Część z wymienionych wcześniej technologii obecnie nie jest ekonomicznie opłacalna w porównaniu do rozwiązań konwencjonalnych, ale należy je traktować perspektywicznie jak przyszłościową alternatywę dla stosowanych obecnie rozwiązań (Mielczarski 2004). W tabeli poniżej (Tab. 1) została pokazana charakterystyka techniczna wybranych technologii kogeneracyjnych:

Tab.1. Charakterystyka techniczna typowych systemów kogeneracyjnych (Mielczarski 2004).

System	Moc elektryczna	Średnia roczna dyspozycyjność	Sprawność elektryczna		Sprawność całkowita	Współczynnik moc/ciepło
	MW _e	%	obciążenie 100%	obciążenie 50%	%	-
Turbina parowa	0,5-100	90-95	14-35	13-28	60-85	0,1-0,5
Turbina gazowa z cyklem otwartym	0,1-100	90-95	25-40	18-30	60-80	0,5-0,8
Turbina gazowa z cyklem zamkniętym	0,5-100	90-95	30-35	30-35	60-80	0,5-0,8
Cykl łączony Joule - Rankine	4-100	77-85	35-45	25-35	70-88	0,6-2,0
Silnik diesla	0,07-50	80-90	35-45	32-40	60-85	0,8-2,4
Silnik z zapłonem iskrowym	0,015-2	80-85	27-40	25-35	60-80	0,5-0,7
Ogniwa paliwowe	0,04-50	90-92	37-45	37-45	85-90	0,8-1,0
Silnik Stirling-a	0,003-1,5	85-90	35-50	34-49	60-80	1,2-1,7

Typowy układ kogeneracyjny CHP składa się z silnika tłokowego lub turbiny gazowej, generatora, systemu wymienników ciepła lub kotła odzyskowego, systemu automatycznego sterowania, systemu filtrów powietrza i układu odprowadzania spalin, ewentualnie chłodziarki absorpcyjnej (w układach klimatyzacyjnych lub chłodniczych) (Dańko 2012). Na rysunku 1 przedstawiono uproszczony schemat układu CHP z silnikiem gazowym. W układzie tym silnik napędza generator. Ciepło z chłodzenia silnika i spalin jest w dużym stopniu odzyskiwane.



Rys. 1. Schemat układu CHP z tłokowym silnikiem spalinowym (Jaworska 2010).

Coraz bardziej popularne stają się także zespoły CHP w postaci trójgeneracyjnej. Oprócz tradycyjnie wytwarzanej energii elektrycznej i ciepła produkowany jest także chłód (woda lodowa), użytkowany najczęściej do celów klimatyzacyjnych lub technologicznych. Wszędzie tam, gdzie występuje zapotrzebowanie na energię elektryczną, ciepło i chłód celowa jest instalacja układu CHP

połączonego z urządzeniem chłodniczym. W układach CHP instaluje się wtedy najczęściej chłodziarki absorpcyjne zasilane ciepłem odbieranym ze spalin i układu chłodzenia silnika. Dzięki zastosowaniu chłodziarek absorpcyjnych możliwe jest wtedy bardziej efektywne wykorzystanie ciepła generowanego w układzie (Dużyński 2008).

2.2 Paliwa gazowe dla kogeneracji

Zespoły kogeneracyjne CHP mogą być zasilane różnymi rodzajami gazu, co stanowi ich cechę charakterystyczną. Główne paliwa gazowe stosowane do zasilania układów CHP to (Kalina 2013):

- gaz ziemny zaazotowany,
- gaz ziemny wysokometanowy,
- biogazy (np. gaz pozyskiwany w oczyszczalni ścieków, gaz wysypiskowy, gaz ze zgazowania biomasy),
- gaz kopalniany z odmetanowania kopalń węgla kamiennego,
- gaz syntezowy,
- gaz koksowniczy,
- gazy odpadowe z procesów technologicznych (głównie hutniczych i chemicznych),
- propan i mieszaniny propanu z butanem (LPG).

Paliwo gazowe stosowane do zasilania tłokowych silników spalinowych w układach energetyki skojarzonej musi charakteryzować się przede wszystkim (Kalina 2013):

- wysoką wartością opałową,
- akceptowalną odpornością na spalanie stukowe (detonacyjne),
- czystością,
- odpowiednio dobraną prędkością spalania mieszanki paliwowo-powietrznej.

Zasadniczym problemem technicznym stojącym przed konstruktorami silników tłokowych, które będą zasilane niskokalorycznymi paliwami gazowymi (znikoma zawartość CH_4 , stosunkowo znaczna zawartość CO i H_2), jest odpowiednia adaptacja i dostosowanie silnika do konkretnego rodzaju gazu. Liczba metanowa paliwa gazowego określa odporność paliwa na spalanie stukowe. Odporność ta rośnie wraz ze wzrostem tej liczby. W przypadku paliw gazowych o niestąlej lub niskiej liczbie metanowej występuje niebezpieczeństwo spalania stukowego, a przez to zagrożenie ekstremalnym obciążeniem mechanicznym i termicznym oraz skutkującymi tym uszkodzeniami silnika. Podstawowym gazem stosowanym w układach wysokosprawnej kogeneracji CHP jest gaz ziemny wysokometanowy, o zawartości metanu powyżej 90% i o wartości opałowej większej niż 30 MJ/m^3 . Pozostałe gazy, pomimo ich walorów cenowych, są dyskwalifikowane przez niższą wartość opałową, większą zawartość zanieczyszczeń i brak powszechności w dostępie do ich stosowania. Są to gazy, które zawsze będą w mniejszym stopniu wykorzystywane w układach wysokosprawnej kogeneracji (Kalina 2013).

2.3 Korzyści i bariery związane ze stosowaniem kogeneracji

Korzyści ze stosowania technologii kogeneracyjnej są jednoznaczne. Stosując kogenerację mamy przede wszystkim możliwość uzyskać dodatkowe przychody ze sprzedaży ewentualnych nadwyżek produkowanej energii elektrycznej, zmniejszamy emisję szkodliwych zanieczyszczeń do atmosfery, mamy możliwość pełnego i elastycznego sterowania procesem wytwarzania energii oraz uzyskujemy mniejsze koszty zasilania obiektu w ciepło i energię elektryczną.

Istnieją jednak bariery - ekonomiczne, prawne oraz administracyjne, które mogą działać na niekorzyść rozwoju kogeneracji.

Budowa elektrociepłowni w porównaniu z samą kotłownią jest znacznie droższa, pochłania więcej środków inwestycyjnych, a jej eksploatacja jest bardziej złożona i kosztowniejsza. Ceny energii elektrycznej i ciepła z układów skojarzonych w stosunku do układów rozdzielonych są wyższe, dlatego też decyzja o budowie elektrociepłowni (zamiast kotłowni) powinna być poprzedzona wnikliwą analizą techniczno-ekonomiczną, uwzględniającą kompleks warunków związanych z budową i przyszłą eksploatacją (Buczek 2001).

System handlu uprawnieniami do emisji CO₂ również może stanowić istotną barierę rozwoju kogeneracji, gdyż w przypadku wysokich cen uprawnień, koszty związane z ich nabyciem mogą znacząco przewyższać dochody ze sprzedaży energii elektrycznej i świadectw pochodzenia z kogeneracji. Obecna relacja cen sprzedaży energii do cen zakupu paliwa powoduje, że układy kogeneracyjne, choć są efektywne technicznie nie są efektywne ekonomicznie. By poprawić efektywność ekonomiczną wprowadzono świadectwa pochodzenia z kogeneracji. Ceny świadectw pochodzenia wytworzenia energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji kształtują się różnie w zależności od mocy instalacji. Cena świadectw „żółtych” (dla instalacji o mocy do 1 MWe) w 2017 r. wynosi 120,00 zł/MWh, cena świadectw „czerwonych” (dla instalacji kogeneracyjnej o mocy powyżej 1 MWe) w 2017 r. wynosi 10,00 zł/MWh, cena świadectw „fioletowych” (dla jednostek kogeneracyjnych opalanych metanem pozyskiwanym w kopalniach lub biogazem) w 2017 r. kształtowała się na poziomie 56,00 zł/MWh. Ceny świadectw pochodzenia wytworzenia energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (przy wykorzystaniu jako paliwo np. biogazu) - tzw. świadectwa „zielone”, w 2014 r. zostały ustalone na poziomie ok 300 zł/MWh, w 2017 r. ich cena spadła i wynosi obecnie ok 40 zł/MWh. Aktualnie obowiązujący system wsparcia dla odnawialnych źródeł energii będących jednocześnie jednostkami kogeneracyjnymi pozwala na łączenie za wyprodukowanie danej megawatogodziny energii certyfikatu zielonego i żółtego lub certyfikatu zielonego i fioletowego (<https://www.ure.gov.pl>). Aktualny system wsparcia dla wytwarzania energii elektrycznej w instalacjach wysokosprawnej kogeneracji ma obowiązywać do końca 2018 r. Prace nad nowym systemem wsparcia dla kogeneracji zostały dopiero rozpoczęte i prowadzą je aktualnie cztery izby: Polskie Towarzystwo Elektrociepłowni Zawodowych, Izba Energetyki Przemysłowej i Odbiorców Energii, Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie i Izba Gospodarcza Gazownictwa. Prawdopodobnie nowy system wsparcia będzie podobny do systemu aukcyjnego wprowadzonego przez ustawę o odnawialnych źródłach energii, która obowiązuje od początku 2016 r. Brak informacji o kształcie systemu wsparcia dla kogeneracji w przyszłości jest również jedną z barier ograniczających rozwój kogeneracji.

Inne istotne bariery są np. związane z obowiązkami administracyjnymi dotyczącymi prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania energii w kogeneracji, m.in. obowiązek uzyskiwania koncesji czy konieczność przeprowadzenia audytu, co może być uciążliwe zwłaszcza dla operatorów mini i mikroźródeł.

Niewątpliwie potencjał energetyczny istniejących i planowanych podmiotów gospodarczych wykorzystujących ciepło i energię elektryczną w Polsce jest duży. Odpowiednia strategia rozwoju i promocja układów skojarzonych (a zwłaszcza małej mocy, tzw. układów rozproszonych) mogłaby doprowadzić do znacznego rozwoju tej technologii w Polsce. Z drugiej jednak strony należy podkreślić, że wymaga to aktywności nie tylko firm zajmujących się dystrybucją urządzeń, ale wszystkich zainteresowanych uczestników rynku. Obecnie projekty układów kogeneracyjnych ograniczają się głównie do zastosowań typowych. Większość sektorów i branż, nie została jeszcze dokładnie zbadana pod kątem możliwości wykorzystywania w nich technologii pozyskiwania energii w skojarzeniu. Wskazanie kierunków realizacji projektów inwestycyjnych niewątpliwie wymaga budowy obiektów demonstracyjnych i działań promocyjnych (Skorek 2012).

3. Podsumowanie

Podmioty gospodarcze, aby mogły rozwijać się efektywnie i dynamicznie potrzebują innowacji. Istotnym stymulatorem innowacji w gospodarce jest konieczność poprawy efektywności wykorzystania zasobów naturalnych i surowców. Materiałochłonność i energochłonność polskiej gospodarki jest wyższa niż przeciętnie w Unii Europejskiej. Należy zatem podjąć działania w celu odwrócenia tego stanu rzeczy. Nie tylko zmniejszy to koszty produkcji w przyszłości, ale ograniczy również presję na środowisko naturalne i zapewni bardziej sprawiedliwą dystrybucję zasobów środowiska między pokoleniami.

Szczególnie duży wpływ na poprawę efektywności mogą mieć innowacyjne technologie w energetyce, które w głównej mierze mają za zadanie zwiększyć efektywność wykorzystania zasobów naturalnych. Innowacje w energetyce, które są wdrażane albo dopiero będą, wyraźnie odzwierciedlają dążenie do bardziej racjonalnego i zrównoważonego rozwoju tego sektora

gospodarki. W poszukiwaniu efektywnych metod poprawy efektywności wykorzystania energii w podmiotach gospodarczych warto zwrócić uwagę na innowacyjne rozwiązanie jakim są układy kogeneracyjne.

4. Literatura

- Bańkowski T, Żmijewski K (2012) Analiza możliwości i zasadności wprowadzenia mechanizmów wsparcia gazowych mikroinstalacji kogeneracyjnych – Wsparcie energetyki rozproszonej – Energetyka społeczna: 76 – 87.
- Buczek K (2001) Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej w małych elektrociepłowniach: 31- 47.
- Charun H (2005) Podstawy gospodarki energetycznej. Cz. 2, Przykłady zastosowań: 10 – 30.
- Dańko R, Szymała K, Holtzer M, Holtzer G: Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w systemie Kogeneracji, <http://www.afe.polsl.pl/index.php/pl/3627/skojarzone-wytwarzanie-energii-elektrycznej-i-ciepła-w-systemie-kogeneracji.pdf>, WWW, dostęp: 13.12.2017 r.
- Dużyński A (2008) Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych gazowych zespołów kogeneracyjnych: 31 – 125.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej. Opublikowana w Dzienniku Urzędowym UE L315/1 14 listopada 2012 r.
- Jaworska M: Kogeneracja technologią dla przemysłu – skojarzona produkcja energii elektrycznej, ciepła i chłodu, część 1, <http://automatykab2b.pl/tematmiesiaca/3254-kogeneracja-technologie-dla-przemyslu-skojarzona-produkcja-energii-elektrycznej-ciepła-i-chłodu-cz-1?limitstart=0#.VD1731e8HXM>, WWW, dostęp: 10.12.2017 r.
- Holuk M (2009) Aktualny stan mikro-kogeneracji domowej: 23-37.
- Kalina J, Skorek J: Paliwa gazowe dla układów kogeneracyjnych, <http://www.zgazowywarkaobornikislaskie.pl/wp-content/uploads/2013/01/technologie-chp.pdf>, WWW, dostęp: 10.12.2017 r.
- Kaleta P, Wałek T (2014) Innowacyjna metoda zaopatrywania małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych w ciepło i energię elektryczną, [w:] Systemy wspomagania w inżynierii produkcji. Inżynieria Systemów Technicznych, pod red.: Milewska E, Żabińska I: 76 – 87.
- Mielczarski W i zespół (2004) Rozwój systemów elektroenergetycznych – wybrane aspekty, Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej: 56 – 67.
- Popczyk J (2011) Energetyka Rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej: 59 – 70.
- Projekt dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku.” Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 roku, Warszawa, 10 listopada 2009 r.
- Skorek J (2012) Techniczno-ekonomiczna analiza porównawcza budowy gazowych układów kogeneracyjnych małej mocy z silnikiem tłokowym lub turbiną gazową. Instal, 4/2012: 28 – 33.
- Zerka M (2004) Kogeneracja na europejskim rynku energii. Rozkojarzenie? Nafta i Gaz Biznes: 3 – 7.
- Portal internetowy: <https://www.ure.gov.pl>

17. Czego wciąż nie wiemy o pyłe drogowym

What we still do not know about road dust

Magdalena Penkała⁽¹⁾, Paweł Ogrodnik⁽²⁾, Wioletta Rogula-Kozłowska⁽²⁾

⁽¹⁾ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Poczta 54, 22-100 Chełm,

⁽²⁾ Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa,

Magdalena Penkała: mpenkala@pwsz.chelm.pl

Paweł Ogrodnik: pogrodnik@sgsp.edu.pl

Wioletta Rogula-Kozłowska: wrogula@sgsp.edu.pl

Słowa kluczowe: emisja z komunikacji, pylenie wtórne, ścieranie opon, hamulców i nawierzchni dróg, silniki spalinowe, sadza, pył zawieszony, trwałe związki organiczne

Streszczenie

Ruch drogowy jest jednym z głównych źródeł pyłu zawieszonego (PM) do atmosfery obszarów zurbanizowanych. Choć wprowadzenie regulacji i kontroli emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw w silnikach samochodowych, w tym cząstek stałych, doprowadziło do znacznego ograniczenia ich emisji, oddziaływanie środowiskowe pozostałych elementów bezpośrednio związanych z ruchem samochodowym, nadal jest wyraźne. Wspomniane elementy można ogólnie nazwać mianem emisji pozaspalinowych; tę grupę tworzą cząstki ze ścierania tarcz i klocków hamulcowych, opon, nawierzchni drogowych, katalizatorów oraz cząstki pierwotnie znajdujące się na podłożu i ponownie zawieszone w powietrzu podczas ruchu drogowego. Określenie wielkości emisji ze wszystkich wymienionych źródeł jest bardzo trudne, zarówno w laboratorium, jak i w terenie. Duży wpływ na poprawne rozdzielenie cząstek znajdujących się w powietrzu okolic ciągów komunikacyjnych pochodzących ze źródeł komunikacyjnych od tych pochodzących z innych źródeł ma znajomość ich właściwości fizycznych i chemicznych. W niniejszym opracowaniu skupiono się na uwypukleniu problemu emisji ze ścierania nawierzchni drogowych. Przede wszystkim wskazano na ograniczoną ilość informacji o składzie chemicznym takich cząstek oraz na trudności towarzyszące jej analizie i kwantyfikacji.

1. Wprowadzenie; informacje ogólne o emisji komunikacyjnej cząstek pyłu

Głównymi źródłami - różnych pod względem składu chemicznego i wielkości cząstek - pyłów w powietrzu atmosferycznym, na terenie szlaków komunikacyjnych, są:

- silniki spalinowe (sadza i zaadsorbowane na niej związki organiczne) (Harrison i in. 1996, 2004; Hueglin i in. 2005; Rogula-Kozłowska 2014, 2015),
- układy trące sprzęgieł i hamulców (metale) (Thorpe i Harrison 2008; Westerlund i Johansson 2002),
- inne części pojazdów, ulegające zużyciu w trakcie eksploatacji (niewielkie ilości metali) (Warner i in. 2001),
- ogumienie kół (metale i złożone związki organiczne) (Adamiec i in. 2016; Pant i Harrison 2013; Thorpe i Harrison 2008),
- nawierzchnia jezdni ulegająca zużyciu (metale i inne pierwiastki oraz złożone związki organiczne) (Thorpe i Harrison 2008),
- farby, którymi malowane są ulice (Przybek 2004),
- pył osiadły na drodze/poboczu, unoszący się w trakcie ruchu pojazdu (Rogula-Kozłowska 2015; Thorpe i Harrison 2008; Warner i in. 2001).

Poziom zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym (PM) w danym punkcie terenu narażonym na oddziaływanie emisji z wyżej wymienionych źródeł jest zależny od natężenia ruchu, prędkości i struktury rodzajowej pojazdów oraz kształtu układu komunikacyjnego na trasach komunikacyjnych. W miastach istotne znaczenie ma również rodzaj zabudowy. Przykładowo, zwarta zabudowa ogranicza wymianę mas powietrza, czego skutkiem jest gromadzenie się pyłów

i zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery. (Harrison i in. 2004a; Harrison i Hester 2017; Rogula-Kozłowska 2014, 2015; Pastuszka i in. 2010). Na powierzchni jezdni mogą też osiadać i gromadzić się inne pyły (inne niż z komunikacji), a mianowicie PM pochodzenia naturalnego, komunalnego i przemysłowego; obecność niektórych pyłów jest wynikiem świadomego działania, np. rozsypywane są na powierzchni jezdni jako środek antypoślizgowy lub ich obecność jest wynikiem nieświadomego działania - zanieczyszczenie dróg przewożenia materiałów sypkich (Amato i in. 2014; Pant i Harrison 2013; Warner i in. 2001). Pyły wzdłuż ciągów komunikacyjnych mogą być porywane przez wiry powietrza powstające w otoczeniu poruszającego się pojazdu. Zjawisko to nosi nazwę pylenia wtórnego. Emisja wtórna pyłu PM₁₀ (cząstki pyłu o średnicy aerodynamicznej zastępczej nie większej niż 10 μm) z nawierzchni dróg stanowi do 60% emisji całkowitej z komunikacji (w zależności od stanu technicznego drogi czy stopnia utwardzenia pobocza) (Dahl i in. 2006; Kumar i in. 2013). Niewielki procent emisji pozaspalinowej stanowi natomiast emisja ze ścierania tarcz hamulcowych (Lijima i in. 2007; Thorpe i Harrison 2008). Istotną rzeczą jest prędkość i masa poruszających się po drodze pojazdów, gdyż im cięższy pojazd, tym intensywniejsze zużywanie i ścieranie jego komponentów (Amato i in. 2011a, 2011b; Duong i Lee 2011; Omstedt i in. 2005).

Na PM z ruchu drogowego składają się nie tylko cząstki permanentnie emitowane z różnych mechanicznych procesów zachodzących podczas ruchu samochodów, ale także cząstki skumulowane w obrębie ciągów komunikacyjnych oraz obszarów miejskich. Cząstki obecne w powietrzu obszarów miejskich, także w okolicach dróg i skrzyżowań, cały czas mieszają się z cząstkami emitowanymi ze źródeł komunikacyjnych co 1. prowadzi do zmiany właściwości fizykochemicznych obu, 2. utrudnia rozdział ilościowy pomiędzy jednymi i drugimi (Rogula-Kozłowska 2014, 2015; Thorpe i Harrison 2008), 3. działa synergizująco w aspekcie kancerogennego i mutagennego oddziaływania miejskiego PM (Enroth i in. 2016; Geller i in. 2006; Harrison i in. 2003).

Badania związane z emisją cząstek PM związaną z poruszaniem się pojazdów po drogach wykazują wyraźny masowy udział cząstek grubych w emisji ogólnej PM (Kwak i in. 2013; Pant i Harrison 2013; Thorpe i Harrison 2008; Thorpe i in. 2007). Główna masa cząstek powstałych ze ścierania różnych komponentów samochodu i nawierzchni drogowych skupiona jest w obrębie frakcji rozmiarowej cząstek w przedziale 1-10 μm . Wykazano m.in., że w powietrzu w pobliżu miejskich ciągów komunikacyjnych PM₁₀ w 21% pochodzi ze zużytych tarcz hamulcowych, w 38% jest to pył drogowy (osiadły i ponownie zawieszony w powietrzu podczas ruchu samochodów), a w 41% pochodzi ze spalin. Natomiast w powietrzu przy autostradzie za PM₁₀ (masowo) odpowiedzialna jest w 3% emisja z erozji tarcz hamulcowych, w 56% pył drogowy i - podobnie jak dla przypadku ciągów komunikacyjnych w mieście - w 41% emisja spalin (Bukowiecki i in. 2010). Jak łatwo można się domyślić, wyniki tych szacunków mogłyby być zupełnie albo choć trochę inne gdyby w badaniach uwzględniono pył powstający podczas ścierania opon i nawierzchni drogowych (Thorpe i Harrison 2008).

Polityka ogólnosiwiatowa ostatnich lat wymusiła m.in. wprowadzenie ograniczenia emisji z pojazdów, a w związku z tym osiągnięto znaczny sukces w redukcji cząstek PM z silników wysokoprężnych. (Rozporządzenie z dnia 20 czerwca 2007 r.; Rozporządzenie z dnia 29 maja 2012 r.). Wdrożono również inne, bardziej organizacyjne niż techniczne metody, takie jak zmniejszenie natężenia ruchu poprzez wprowadzenie systemów opłat za przejazd, stref wyłączonych z ruchu samochodów czy inicjatywy dotyczące dzielenia się samochodami. Jak dotąd uwagę skupiono jednak głównie na redukcji spalin (w tym cząstek stałych z silników Diesla) z pojazdów silnikowych. Tymczasem, to cząstki stałe emitowane w trakcie poruszania się pojazdów z tzw. źródeł pozaspalinowych, mają dominujący udział w stężeniach PM, w powietrzu obszarów zlokalizowanych w pobliżu arterii komunikacyjnych. (Adamiec i in. 2016; Bukowiecki i in. 2010; Pant i Harrison 2013; Thorpe i Harrison 2008). W różnych obszarach miejskich na świecie wskazano na wysoką pozycję emisji z pozaspalinowych źródeł komunikacyjnych w hierarchii źródeł kształtujących stężenia PM (Rogula-Kozłowska 2014, 2015).

2. Emisje pozaspalinowe

Przyjąć można, że cząstki zniszczonej nawierzchni jak i cząstki karoserii, czy innych elementów samochodu uwalniane w trakcie ruchu samochodów po drogach to cząstki grube (masowo zasilające frakcję PM_{2.5-10}), czyli takie, które z racji swojej masy osiadają na podłożu blisko miejsca, z którego zostały wyemitowane. Inaczej jest w przypadku cząstek ze ścierania opon i hamulców; udowodniono, że podczas erozji obu do powietrza emitowane są również bardzo drobne cząstki, które masowo zasilają frakcję pyłu drobnego PM_{2.5} (Keuken i in. 2010). Wielkość emitowanych cząstek jest zależna od właściwości fizycznych materiału, jego kształtu i struktury, składu chemicznego, zmienności czasowej i przestrzennej w ruchu pojazdów i związanych z nim procesów (Watson i Chow 2007). Najdokładniej, w warunkach laboratoryjnych i terenowych, zostały przebadane jak dotąd emisje różnego rodzaju cząstek, w różnego rodzaju scenariuszach emisji ze ścierania tarcz hamulcowych (Pant i Harrison 2013; Thorpe i Harrison 2008). Klasyfikacja cząstek i ocena ich własności z pozostałych pozaspalinowych źródeł jest dużo trudniejsza, a lista opublikowanych prac znacznie krótsza. Główny powód jest taki, że eksperymenty służące wyseparowaniu i zbadaniu cząstek z innych elementów zużywalnych samochodu są trudniejsze do zaplanowania i przeprowadzenia w kontrolowanych warunkach (hamownia podwoziowa). W terenie natomiast praktycznie nie do odróżnienia są cząstki należące do pyłu drogowego pochodzące z kilku różnych procesów. Pył powstający z procesów ścierania unosi się nad ziemią i osiada na drodze i w jej otoczeniu. W trakcie swojej drogi miesza się z cząstkami uwalnianymi ze spalin samochodowych, środków wykorzystywanych do zapobiegania oblodzeniu nawierzchni, takich jak sól drogowa oraz materiałem biologicznym z pobocza. Całość zdeponowanego materiału pyłowego jest określana mianem pyłu drogowego; pył ten może stanowić masowo nawet 20-25% PM_{2.5} w mieście (Mancilla i Mendoza 2012). Badania przeprowadzone w Berlinie wykazały, że około połowa masy PM₁₀ to pył drogowy (Lenschow i in. 2001).

Istotnym elementem, który może pomóc i zazwyczaj pomaga w identyfikowaniu cząstek/grupy cząstek PM z konkretnego źródła emisji pozaspalinowych jest rozpoznanie składu chemicznego, czy też pierwiastkowego takich cząstek. Zazwyczaj tzw. profil chemiczny/pierwiastkowy jest charakterystyczny dla grup cząstek z tego samego źródła (Thorpe i Harrison 2008).

Na obszarach obarczonych oddziaływaniem emisji komunikacyjnej stężenia w powietrzu pierwiastków (w tym toksycznych metali) wchodzących w skład cząstek PM uzależnione są od danego regionu i zmieniają się w zależności od parametrów, takich jak: natężenie ruchu, charakterystyka floty pojazdów, sposobu i prędkości jazdy, geologii czy też intensywności czyszczenia dróg (Amato i in. 2011a, b; Duong i Lee 2011). Ponadto, osiadaniu cząstek zanieczyszczeń na nawierzchni sprzyja suchy klimat, ponieważ opady deszczu redukują poziom zalegających pyłów. Kurz znajdujący się na drodze unosi się pod wpływem mas powietrza wywoływanych przez poruszające się pojazdy (Thorpe i Harrison 2008). Wykazano, że nawet przy braku emisji z pojazdów silnikowych, ruch na drodze przyczynia się do cyrkulacji zanieczyszczeń powstających z innych źródeł i zalegających na nawierzchni (Dahl i in. 2006; Kumar i in. 2013; Pant i Harrison 2013). Stwierdzono również, że w odniesieniu do całkowitego ruchu na drodze, poziom emisji cząstek stałych z zanieczyszczeń spalinowych i pozaspalinowych jest w przybliżeniu równy (Bukowiecki i in. 2010; Querol i in. 2004).

3. Nawierzchnie drogowe

Typ nawierzchni jest kolejnym ważnym czynnikiem determinującym wielkość emisji pyłu z ruchu drogowego. Większość utwardzonych nawierzchni składa się z tego samego materiału: mieszaniny kruszyw o różnym rozmiarze ziaren, bitumu i modyfikatorów, takich jak wypełniacze i spoiwa. Jednak, występują różnice w proporcjach konkretnych składników a tym samym w składzie chemicznym konkretnych mieszanek (Nicholls 1998). Nawierzchnie drogowe mogą być szeroko zaklasyfikowane jako beton lub asfalt. Asfalt składa się głównie (~95%) z kruszyw mineralnych o różnym materiale geologicznym (Woodside 1998). Pozostała część stanowi w większości spoiwo bitumiczne, zmodyfikowane przez dodanie wypełniaczy i klejów (Lindgren 1996). Bitumy zawierają

wiele tysięcy związków o wysokiej masie cząsteczkowej (około 500-50 000 u), a większość z nich to alifatyczne i aromatyczne węglowodory (Bukowiecki i in. 2010).

Wraz z rosnącymi wymaganiami dotyczącymi nawierzchni drogowych oraz ze względu na wzrost obciążenia dróg i skrzyżowań pojazdami ciężkimi i występowaniem coraz częściej ekstremalnych warunków pogodowych, do bitumicznej masy wiążącej lub mieszanki asfaltowej wprowadza się różnego rodzaju modyfikatory. Służą to poprawie właściwości nawierzchni drogowej w taki sposób, aby pasowały do stawianych jej wymagań oraz poprawiały wiązanie między spoiwem i składnikami mineralnymi. Do łączenia spoiwa z kruszywem stosuje się wypełniacze i włókna wzmacniające, takie jak: szkło, popioły lotne i rozdrobnione zużyte opony (NIOSH 2000). Jest to rozwiązanie coraz częściej spotykane ze względu na problemy związane z utylizacją opon. Jako modyfikatory wykorzystuje się polimery, żywice epoksydowe lub stal niskowęglową, natomiast dla zwiększenia twardości spoiwa – siarkę (Bukowiecki i in. 2010).

Nawierzchnie betonowe są połączeniem kruszyw mineralnych, piasku i cementu. W literaturze jest niewiele informacji dotyczących składu chemicznego materiałów stosowanych do wytwarzania dróg oraz pyłu emitowanego z takich nawierzchni. Wynika to z faktu, że jest wiele możliwości doboru składu i proporcji materiałów używanych do wykonania mieszanki betonowej. W konsekwencji nie istnieje uniwersalny wzór molekularny zużywania się nawierzchni drogowych (Bukowiecki i in. 2010).

Wykonywanie nawierzchni betonowych ma w Polsce długoletnią tradycję, choć przez lata nie była to technologia zbyt popularna ze względu na duży koszt budowy dróg betonowych. Tymczasem po wielu latach powraca się do tego rozwiązania projektując zarówno drogi lokalne jak i autostrady. Szacuje się, że w Polsce 600 km dróg ekspresowych i autostrad jest wykonanych z betonu, a w perspektywie są kolejne setki kilometrów. Jest to rozwiązanie coraz częściej wybierane ze względu na dużą trwałość oraz lepszą widoczność i przyczepność w porównaniu z nawierzchnią asfaltową.

Wyżej przytoczone fakty przemawiają za koniecznością rozpoznania cząstek uwalnianych do atmosfery ze ścierania powierzchni betonowych. Przede wszystkim nie ma wystarczających danych, które pozwoliłyby szacować ogólną emisję cząstek z erozji takich powierzchni do atmosfery, ale nie jest również znane ich oddziaływanie na środowisko jako, że nieznany jest ich skład. Dodatki różnego rodzaju do mieszanek betonowych mogą powodować dostawanie się do środowiska w niektórych warunkach, czy niektórych rejonach substancji na ogół nie wiązanych z emisją komunikacyjną lub/i nieprzeciętnie dużych ilości niektórych z nich.

4. Emisja pyłu ze ścierania nawierzchni; problemy pomiarowe

Emisja pyłu ze ścierania nieutwardzonej i utwardzonej nawierzchni drogowej nie jest łatwa do wyodrębnienia w terenie i w związku z tym badania wykonuje się w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Przyjęto w nich, że każdy czynnik niezwiązany ze ścieraniem nawierzchni i zużyciem opon przypisywany jest do innych źródeł. Kontrolowane eksperymenty z mobilnych symulatorów obciążenia wykazały, że bezpośrednie ścieranie nawierzchni dróg utwardzonych ma niewielkie znaczenie dla tych w dobrym stanie. Ilość cząstek pyłu z dróg nieuszkodzonych jest niewielka w porównaniu do ilości pyłu osiadłego i wtórnie zawieszonego w powietrzu pod wpływem ruchu samochodów. Znaczące emisje PM₁₀ ze ścierania podłoża obserwowano tylko na drogach utwardzonych wyraźnie uszkodzonych (Bukowiecki i in. 2010; Thorpe i Harrison 2008).

Wyraźne i wysokie obciążenie emisją pyłów z dróg stwarzają nawierzchnie nieutwardzone, głównie drogi gruntowe, tłuczniowe (drogi szutrowe), wykonane z kruszonego gruzu oraz żużlowe (Gillies i in. 1999, 2005). W porównaniu do dróg utwardzonych (brukowanych, betonowych, asfaltowych) wierzchnie warstwy drogi nieutwardzonej w wyniku tarcia kół o nawierzchnię są poruszane przy każdorazowym przejeździe pojazdu. Uwolniony materiał jest unoszony pod wpływem podciśnienia wytwarzanego przez odrywającą się z nawierzchni powierzchnię opon, jak również podnoszony z powierzchni drogi na bieżniku kół. Wpływ oddziaływania emisji z dróg nieutwardzonych na jakość powietrza atmosferycznego jest trudna do oszacowania ze względu na dużą zmienność w czasie. (Forman i in. 2013; Warner i in. 2001).

Głównym parametrem służącym do określania wielkości emisji z drogi nieutwardzonej jest występowanie w materiale nawierzchni cząstek o średnicy ziaren mniejszej niż 75 μm . Na podstawie poradnika opracowanego przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska ilość cząstek drobnych (w tym przypadku ziaren mniejszej niż 75 μm) mieści się w granicach od 1,8% do 35% dla dróg publicznych oraz od 0,2% do 29% dla dróg wewnątrzakładowych. Udział procentowy cząstek w danym przedziale wielkości w materiale (skład frakcyjny) badany jest metodą sitową w zakresie wielkości cząstek od 75 μm do cząstek większych niż 4 mm oraz metodą dyfrakcji laserowej dla cząstek mniejszych od 75 μm (US EPA 1998).

Ze względu na ogromną liczbę źródeł cząstek stałych tworzących pył drogowy, identyfikacja tzw. znaczników lub grup znaczników (charakterystycznych metali lub związków chemicznych i/lub ich proporcji masowych w emisji) dla każdego źródła wydaje się z jednej strony konieczna, a z drugiej praktycznie niemożliwa. Głównym problemem w analizowaniu emisji jest tzw. podwójne rejestrowanie cząstek. Trudno stwierdzić, czy dany rodzaj pyłu (o danej charakterystyce fizykochemicznej) zalegającego na drodze powinien być uznawany za pochodzący od tylko jednego, dokładnie wskazanego, źródła (AQEG, 2005). Dotyczy to zwłaszcza pyłów ze ścierania nawierzchni drogowych. Występuje problem poprawnego identyfikowania materiału emitowanego bezpośrednio ze zużycia nawierzchni od tego, który osiadł na drodze, a następnie pod wpływem ruchu samochodów, ponownie zawieszony. Stwierdzono, że skład pyłu drogowego jest zdominowany przez pierwiastki i związki występujące w naturalnych źródłach czyli w glebie i gruntach; nierzadko cząstki z tych źródeł trudno odróżnić od cząstek ze ścierania drogi. Wynika z tego, że skład pyłu drogowego często odzwierciedla lokalną geologię oraz zmienia się wraz z lokalizacją. Znaczenie ma tu również pora roku, zwłaszcza w regionach, gdzie w miesiącach zimowych wymagane jest stosowanie soli drogowych i używanie opon zimowych (Kupiainen i in. 2003; Schauer i in. 2006). W badaniach prowadzonych w Szwecji wykazano również, że wilgotność dróg jest ważnym czynnikiem warunkującym ilość pyłu drogowego ponownie wzbijanego do powietrza (Omstedt i in. 2005). Ma to jednak odniesienie głównie do dróg poddawanych zabiegom odładzania. Istotne jest, że czas przebywania PM₁₀ na nawierzchni betonowej szacowano jedynie na kilka godzin (Etyemezian i in. 2003).

5. Podsumowanie

Do powstania zanieczyszczeń powietrza w okolicach ciągów komunikacyjnych przyczynia się wiele źródeł emitujących cząstki stałe. Znajduje to odzwierciedlenie głównie w składzie chemicznym cząstek obecnych w materiale tzw. pyłu drogowego. Złożona natura chemiczna i geologiczna pyłu drogowego wymaga dokładnej analizy cząsteczek, a ze względu na jego ciągłe unoszenie pod wpływem ruchów powietrza i mieszanie z innymi cząsteczkami obecnymi w powietrzu, jest trudna do przeprowadzenia. Wydaje się, że wyniki uzyskane jedynie w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych mogą nie być miarodajne. (Bukowiecki i in. 2010).

Pomimo rosnącej ilości publikacji na temat źródeł zanieczyszczeń powietrza od ruchu drogowego, określenie wiarygodnych wskaźników emisji pyłów jest nadal problematyczne. Ma to bezpośrednio związek z brakiem wystarczających danych do oceny udziału emisji ze ścierania nawierzchni drogowych (zwłaszcza utwardzonych) w pyłe drogowym. Zebranie takich informacji pozwoliłoby na dokładniejsze opisanie i prognozowanie skutków obciążenia środowiska, w tym ludzi, emisjami z komunikacji w wielu rejonach. Przydatna do pozyskania wspomnianych informacji analiza musi jednak obejmować szerokie spektrum badań składu fizykochemicznego cząstek ze ścierania nawierzchni drogowych w warunkach laboratoryjnych i w warunkach polowych. Szczególnie obiecujące w tym kontekście wydaje się zbadanie nawierzchni betonowych.

6. Literatura

Adamiec E, Jarosz-Krzemińska E, Wieszała R (2016) Heavy metals from non-exhaust vehicle emissions in urban and motorway road dusts. *Environmental Monitoring and Assessment* 188: 369.

- Amato F, Karanasiou A, Cordoba P i in. (2014) Effects of Road Dust Suppressants on PM Levels in a Mediterranean Urban Area. *Environmental Science and Technology* 48: 8069–8077.
- Amato F, Pandolfi M, Moreno T i in. (2011a) Sources and variability of inhalable road dust particles in three European cities. *Atmospheric Environment* 45: 6777–6787.
- Amato F, Viana M, Richard A i in. (2011b) Size and time-resolved roadside enrichment of atmospheric particulate pollutants. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11: 2917–2931.
- AQEG (2005) Particulate matter in the United Kingdom. DEFRA, London.
- Bukowiecki N, Lienemann P, Hill P i in. (2010) PM10 emission factors for non-exhaust particles generated by road traffic in an urban street canyon and along a freeway in Switzerland. *Atmospheric Environment* 44: 2330–2340.
- Dahl A, Gharibi A, Swietlicki E i in. (2006) Traffic-generated emissions of ultrafine particles from pavement-tire interface. *Atmospheric Environment* 40: 1314–1323.
- Duong TTT, Lee BK (2011) Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. *Journal of Environmental Management* 92: 554–562.
- Enroth J, Saarikoski S, Niemi J i in. (2016) Chemical and physical characterization of traffic particles in four different highway environments in the Helsinki metropolitan area. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16: 5497–5512.
- Etyemezian V, Kuhns H, Gillies J i in. (2003) Vehicle-based road dust emissions measurement (III): effect of speed, traffic volume, location, and season on PM10 road dust emissions in the Treasure Valley, ID. *Atmospheric Environment* 37: 4583–4593.
- Forman RTT, Sperling D, Bissonette JA i in. (2013) *Road Ecology. Science and Solutions*. Island Press.
- Gehrig R, Zeyer K, Bukowiecki N i in. (2010) Mobile load simulators - A tool to distinguish between the emissions due to abrasion and resuspension of PM10 from road surfaces. *Atmospheric Environment* 44: 4937–4943.
- Geller MD, Ntziachristos L, Mamakos A i in. (2006) Physicochemical and redox characteristics of particulate matter (PM) emitted from gasoline and diesel passenger cars. *Atmospheric Environment* 40: 6988–7004.
- Gillies JA, Etyemezian V, Kuhns H i in. (2005) Effect of vehicle characteristics on unpaved road dust emissions. *Atmospheric Environment* 39: 2341–2347.
- Gillies JA, Watson JG, Rogers CF i in. (1999) Long-Term Efficiencies of Dust Suppressants to Reduce PM10 Emissions from Unpaved Roads. *Journal of the Air and Waste Management Association* 49: 3–16.
- Harrison RM, Hester RE (2017) *Environmental Impacts of Road Vehicles: Past, Present and Future*. Royal Society of Chemistry.
- Harrison RM, Jones AM, Barrowcliffe R (2004a) Field study of the influence of meteorological factors and traffic volumes upon suspended particle mass at urban roadside sites of differing geometries. *Atmospheric Environment* 38: 6361–6369.
- Harrison RM, Jones AM, Lawrence RG (2004b) Major component composition of PM10 and PM2,5 from roadside and urban background sites. *Atmospheric Environment* 38: 4531–4538.
- Harrison RM, Smith DJT, Luhana L (1996) Source Apportionment of Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Collected from an Urban Location in Birmingham, U.K. *Environmental Science and Technology* 30: 825–832.
- Harrison RM, Tilling R, Callén Romero MS i in. (2003) A study of trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the roadside environment. *Atmospheric Environment* 37: 2391–2402.
- Hueglin C, Gehrig R, Baltensperger U i in. (2005) Chemical characterization of PM2,5, PM10 and coarse particles at urban, near-city and rural sites in Switzerland. *Atmospheric Environment* 39: 637–651.
- Iijima A, Sato K, Yano K i in. (2007) Particle size and composition distribution analysis of automotive brake abrasion dusts for the evaluation of antimony sources of airborne particulate matter. *Atmospheric Environment* 41: 4908–4919.

- Keuken M, Denier van der Gon H, van der Valk K (2010) Non-exhaust emissions of PM and the efficiency of emission reduction by road sweeping and washing in the Netherlands. *Science of the Total Environment* 408: 4591–4599.
- Kumar P, Pirjola L, Ketzel M i in. (2013) Nanoparticle emissions from 11 non-vehicle exhaust sources - A review. *Atmospheric Environment* 67: 252-277.
- Kupiainen K, Tervahattu H, Räisänen M (2003) Experimental studies about the impact of traction sand on urban road dust composition. *Science of the Total Environment* 308: 175–184.
- Kwak J-H, Kim H, Lee J i in. (2013) Characterization of non-exhaust coarse and fine particles from on-road driving and laboratory measurements. *Science of the Total Environment* 458-460: 273-282.
- Lenschow P, Abraham HJ, Kutzner K i in. (2001) Some ideas about the sources of PM₁₀. *Atmospheric Environment* 35: 23–33.
- Lindgren A (1996) Asphalt wear and pollution transport. *Science of the Total Environment* 189–190: 281–286.
- Lough GC, Schauer JJ, Park JS i in. (2005) Emissions of metals associated with motor vehicle roadways. *Environmental Science & Technology* 39: 826–36.
- Mancilla Y, Mendoza A (2012) A tunnel study to characterize PM_{2.5} emissions from gasoline-powered vehicles in Monterrey, Mexico. *Atmospheric Environment* 59: 449-460.
- Miguel AG, Cass GR, Glovsky MM i in. (1999) Allergens in paved road dust and airborne particles. *Environmental Science & Technology* 33 (23): 4159–4168.
- Nicholls J (1998) Introduction in *Asphalt Surfacing: A Guide to Asphalt Surfacing and Treatments Used for the Surface Course of Road Pavements*.
- NIOSH (2000) Hazard review: health effects of occupational exposure to asphalt. Department of Health and Human Services [DHHS] and NIOSH, Cincinnati, Ohio.
- Omstedt G, Bringfelt B, Johansson C (2005) A model for vehicle-induced non-tailpipe emissions of particles along Swedish roads. *Atmospheric Environment* 39: 6088–6097.
- Pant P, Harrison RM (2013) Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: a review. *Atmospheric Environment* 77: 78-97.
- Pastuszka JS, Rogula–Kozłowska W, Zajusz-Zubek E (2010) Characterization of PM₁₀ and PM_{2.5} and associated heavy metals at the crossroads and urban background site in Zabrze, Upper Silesia, Poland, during the smog episodes. *Environmental Monitoring and Assessment* 168: 613-627.
- Przybek P (2004) *Materiały malarskie – pomoc dydaktyczna*. 400d&.
- Querol X, Alastuey A, Ruiz CR i in. (2004) Speciation and origin of PM₁₀ and PM_{2.5} in selected European cities. *Atmospheric Environment* 38: 6547–6555.
- Rogula–Kozłowska W (2014) Traffic-Generated Changes in the Chemical Characteristics of Size-Segregated Urban Aerosols. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 93: 493-502.
- Rogula–Kozłowska W (2015) Chemical composition and mass closure of ambient particulate matter at a crossroads and a highway in Katowice, Poland. *Environment Protection Engineering* 41: 15-29.
- Rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 5 i Euro 6) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i utrzymania pojazdów.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 459/2012 z dnia 29 maja 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 692/2008 w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 6).
- Schauer JJ, Lough GC, Shafer MM i in. (2006) Characterization of metals emitted from motor vehicles. *Research report (Health Effects Institute)* 133: 77-88.
- Thorpe A, Harrison RM (2008) Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: a review. *Science of the Total Environment* 400: 270-282.

- Thorpe AJ, Harrison RM, Boulter PG i in. (2007) Estimation of particle resuspension source strength on a major London Road. *Atmospheric Environment* 41: 8007-8020.
- US EPA (1998) Emissions Factors & AP 42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Unpaved Roads. Environmental Protection Agency, U.S.
- Warner LR, Sokhi R, Luhana L i in. (2001) Non-exhaust particle emissions from road transport: a literature review. Unpublished Report PR/SE/213/00.
- Watson JG, Chow JC (2007) Receptormodels for source apportionment of suspended particles. *Introduction to Environmental Forensics*, second ed., vol. 2. Academic Press, New York, 279–316.
- Westerlund KG, Johansson C (2002) Emission of Metals and Particulate Matter Due To Wear Of Brake Linings In Stockholm. *Air Pollution* 10: 793–802.
- Woodside AR (1998) Aggregates and Fillers in Asphalt Surfacing: A Guide to Asphalt Surfacing and Treatments Used for the Surface Course of Road Pavements.

18. Przegląd aktywnych i pasywnych metod regulacji akustyki w pomieszczeniach

Review of active and passive methods of regulated acoustics in buildings.

Prawda Karolina

Katedra Mechaniki i Wibroakustyki, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie
Opiekun naukowy: dr inż. Jarosław Rubacha

Rubacha Jarosław: jrubacha@agh.edu.pl

Słowa Kluczowe: parametry, akustyczne, regulowane, wnętrza

Streszczenie

Wiele pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej zostało zaprojektowanych lub zaadaptowanych w celu spełniania kilku funkcji, dla których zazwyczaj muszą być spełnione różne wymagania pod kątem wartości parametrów akustycznych. Tradycyjna adaptacja akustyczna nie jest przystosowana do zapewniania dobrych warunków odsłuchowych dla wszystkich sposobów użytkowania danego pomieszczenia, w związku z czym ten problem próbuje się rozwiązać za pomocą systemów do akustyki regulowanej.

Systemy regulacji akustyki umożliwiają zmianę między innymi czasu pogłosu czy poziomu wczesnych odbić dźwięku. Metody mające na celu dostosowanie tych wielkości do wartości pożądaných można podzielić na dwie grupy: metod aktywnych oraz pasywnych. Pierwsza grupa zawiera w sobie systemy wsparcia elektronicznego, które za pomocą zestawów głośników i mikrofonów są w stanie manipulować dźwiękiem w celu stworzenia odpowiednich warunków odsłuchu. Do metod pasywnych zalicza się natomiast modyfikację objętości pomieszczenia oraz zmianę ilości pochłaniania dźwięku.

Ze względu na powszechność zagadnień związanych z regulacją akustyki, w literaturze istnieje wiele przykładów rozwiązań w zakresie metod aktywnych i pasywnych, obrazujących nie tylko systemy obecnie używane w adaptacji akustycznej wnętrza, ale również takie, które nie są już stosowane w praktyce, ale posłużyły jako baza wykorzystywana przy opracowaniu bardziej efektywnych narzędzi.

1. Wstęp

Coraz więcej pomieszczeń o funkcji koncertowej i widowiskowej projektuje się z uwzględnieniem więcej niż jednej funkcji, jaką dana sala powinna spełniać. Tego rodzaju działania wynikają zazwyczaj z czynników ekonomicznych, takich jak duże koszty budowy, najmu oraz użytkowania obiektu. W mniejszych miejscowościach nierzadkim zjawiskiem są budynki np. domów kultury, które będąc jedynymi w okolicy obiektami zdolnymi mieścić w sobie wydarzenia kulturalno-widowiskowe, są użytkowane na różne sposoby. W konsekwencji często zdarza się, że to samo wnętrze przewidziane jest do celów, dla których preferowane wartości parametrów akustycznych znacznie się od siebie różnią (Ellison i Schwenke 2010)

W związku z upowszechnieniem sal multifunkcyjnych o akustyce kwalifikowanej, coraz większą popularność zdobywają systemy mające na celu modyfikację parametrów akustycznych pomieszczenia w sposób, który umożliwia uzyskanie zadowalających warunków odsłuchowych dla wszystkich funkcji, jakie spełnia dane wnętrze. Najczęściej modyfikacjom podlega ilość oraz opóźnienie wczesnych odbić dźwięku, a także czas pogłosu, który w bezpośredni sposób wpływa na zrozumiałość mowy oraz klarowność śpiewu i muzyki. Regulacja tych wielkości może odbywać się w sposób aktywny lub pasywny. Metody aktywne wpływają na to, z jaką prędkością dźwięk jest dodawany do wnętrza, natomiast metody pasywne regulują prędkość, z jaką dźwięk jest z pomieszczenia odprowadzany.

2. Pasywne metody regulacji akustyki

Jak już wspomniano we wstępie, metodami pasywnymi regulacji akustyki nazywa się sposoby na kontrolę prędkości wyprowadzania dźwięku poza rozpatrywane pomieszczenie. Regulacja odbywa się za pomocą czynników fizycznych, do których zalicza się objętość pomieszczenia oraz występujące w nim pochłanianie (de Vries 2001) ze względu na ich występowanie we wzorze Sabine'a na czas pogłosu:

$$T = \frac{0,161V}{S\alpha_{sr} + A} \quad (2.1)$$

gdzie:

T – czas pogłosu [s];

V – objętość pomieszczenia [m^3];

S – całkowite pole powierzchni pomieszczenia [m^2];

α_{sr} – średnia ważona ze współczynnika pochłaniania poszczególnych powierzchni;

A – całkowita chłonność akustyczna obiektów w pomieszczeniu [m^2].

Do tego typu metod zalicza się przede wszystkim: zmianę pochłaniania dźwięku we wnętrzu, regulację objętości pomieszczenia za pomocą mobilnych elementów wyposażenia lub stosowanie komór zespolonych, a także użycie ruchomych paneli refleksyjnych.

2.1 Zmiana pochłaniania w pomieszczeniu

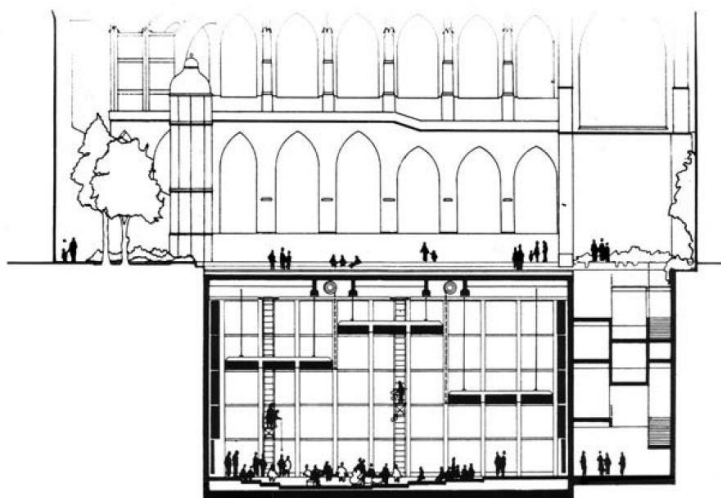
Modyfikacja pochłaniania dźwięku we wnętrzu jest najpopularniejszą metodą regulacji akustyki. Jej zaletą jest możliwość zastosowania zarówno w projektowanych, jak i już istniejących pomieszczeniach. Ograniczenia w stosowaniu tej metody wynikają natomiast z faktu, że wprowadzenie zbyt dużej ilości pochłaniania może negatywnie wpłynąć na poziom dźwięku w pomieszczeniu, zbyt go obniżając. Zazwyczaj prowadzi to do zmniejszenia zrozumiałości mowy oraz przejrzystości muzyki. Co więcej, ze względu na to, że w dużych salach nawet do 85% pochłaniania dźwięku jest realizowane przez widownię (Long 2006), wszelkie działania mające na celu zmianę czasu pogłosu w tych wnętrzach zazwyczaj wymagają dużych ilości ustrojów dźwiękochłonnych zajmujących spory odsetek powierzchni ścian.

Zmianę chłonności najprościej jest uzyskać za pomocą stosowania kurtyn lub rolet akustycznych sterowanych mechanicznie lub ręcznie. Podczas dobierania tkaniny użytej do wykonania kurtyn czy banerów należy wziąć pod uwagę jej wagę oraz porowatość. Ważnym kryterium jest również jakość materiału - te gorszego rodzaju mają tendencję do utraty proporcji pod własnym ciężarem, co nie ma dużego wpływu na właściwości akustyczne, aczkolwiek negatywnie odciska się na estetyce sali. Kurtyny i banery akustyczne zazwyczaj dobrze pochłaniają dźwięk w średnich i wysokich, natomiast zdecydowanie gorzej w niskich częstotliwościach. To zjawisko może zostać zminimalizowane poprzez pozostawienie kilkucentymetrowej pustki powietrznej między tkaniną a ścianą (Long 2006). Niektóre tego typu ustroje są podzielone na dwie części: aktywną i pasywną, z których pierwsza jest wykonana z materiału o wysokim współczynniku pochłaniania, natomiast drugą stanowią stalowe linki lub siatka, które nie generują oporu dla przepływu powietrza i są transparentne akustycznie. To rozwiązanie sprawdza się w przypadku, kiedy zachodzi potrzeba pochłaniania dźwięku na ściśle określonej wysokości bez wprowadzania większej chłonności, a także w przypadku, kiedy w górnej części ścian pomieszczenia znajdują się elementy wentylacji.

Innym sposobem na regulację pochłaniania są bardziej skomplikowane systemy obrotowych ustrojów akustycznych. Zmiana parametrów akustycznych za ich pomocą odbywa się dzięki modułom o przekroju trójkątnym lub zbliżonym do trójkąta, które na każdej ze swoich ścian bocznych posiadają powierzchnię o innych właściwościach: pochłaniających, odbijających lub rozpraszających. Obrót modułu wokół osi umieszczonej w środku ciężkości podstawy pozwala na modyfikację właściwości akustycznych (Barron 1993).

Jednym z najbardziej uznanych wnętrz o zmiennej akustyce, które wykorzystuje ustroje obrotowe jest Espace de Projection znajdująca się w IRCAM w Paryżu, przedstawiony na Rys.1. Pomieszczenie jest wykorzystywane zarówno do nagrań, badań naukowych, jak i różnego rodzaju

występów artystycznych. Większość powierzchni ścian została wyłożona ruchomymi, zdalnie sterowanymi panelami, które mogą zostać ustawione w jednej z czterech możliwych konfiguracji: odbicia, pochłaniania oraz dwóch stopni rozpraszania dźwięku. Dzięki zastosowaniu różnych rozwiązań, część ustrojów lepiej pochłania wysokie i średnie, a część niskie częstotliwości (Peutz 1978).



Rys. 1 Przekrój przez Espace de Projection w IRCAM w Paryżu (Barron 1993).

2.2 Zmiana kubatury pomieszczenia

Kolejną metodą regulacji akustyki pomieszczenia jest modyfikacja jego kubatury. Jest to rozwiązanie wprowadzane głównie w nowoprojektowanych budynkach ze względu na liczne trudności napotymane podczas wdrożenia go w istniejących salach. W przeciwieństwie do metod zakładających regulację pochłaniania we wnętrzu, modyfikacja objętości nie niesie ryzyka zmniejszenia poziomu dźwięku ani eliminacji użytecznych odbić.

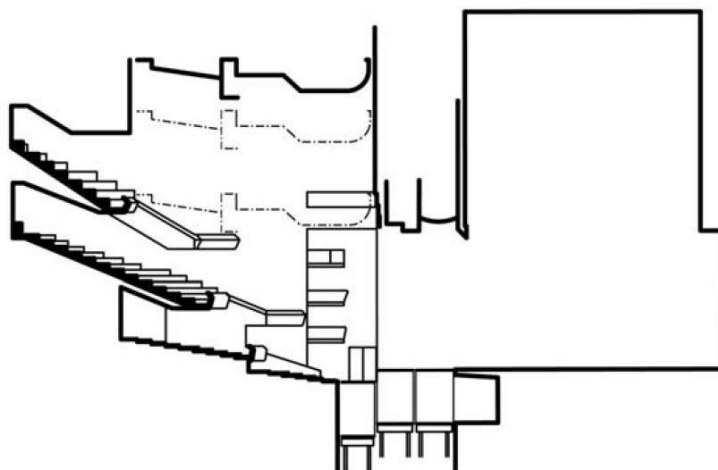
Najprostszym sposobem zmiany kubatury pomieszczenia jest zastosowanie pionowych podziałów w postaci ruchomych ścian działowych, żaluzji itp. Problemem związanym z tym rozwiązaniem jest fakt, że konsekwencją odcięcia części objętości jest zmniejszenie powierzchni podłogi, a co za tym idzie, liczby miejsc na widowni.

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie ruchomego sufitu w postaci mobilnych paneli z możliwością podnoszenia i opuszczania. Pierwsze próby wdrożenia tej metody w praktyce wymagały dużego nakładu sprzętu, przez co nie zyskała na popularności. Następne rozwiązania wprowadzały już mechaniczne sterowanie poszczególnych segmentów, co w dużej mierze ułatwiło proces regulacji i przyczyniło się do jego popularyzacji. Zastosowanie paneli ustawionych na różnych wysokościach skutkuje pojawieniem się pustej przestrzeni między ruchomym panelem i stropem, jednocześnie umożliwiając wprowadzenie do niej dodatkowego pochłaniania.

Dobrym przykładem użycia ruchomych sufitów, dających znaczące różnice w wartościach czasu pogłosu, jest Sala Sao Paulo w Sao Paulo w Brazylii. Umieszczone w niej 15 niezależnych modułów pozwala na regulację wysokości pomieszczenia w zakresie 12,2-23,7 m, objętości w zakresie 12 000-28 000 m³, a co za tym idzie, czasu pogłosu od 1,9 s do 3,0 s. Inną salą wykorzystującą takie rozwiązanie jest Milton Keynes Theatre, w którym sufit zmienia wysokość pomieszczenia o 10 m, w najniższym punkcie doprowadzając również do zamknięcia górnego balkonu i zmiany ilości miejsc dla publiczności z 1250 do 850 (Barron 1993), co obrazuje Rys.2.

Następną metodą stosowaną w regulacji akustyki jest wykorzystanie komór sprzężonych z główną salą widowiskową, które są zazwyczaj zlokalizowane blisko sceny i otwierane lub zamykane za pomocą ruchomych ścianek działowych. Zasada działania takich systemów polega na tym, że część energii z sali zostaje doprowadzona do komór i następnie jest stopniowo z nich wyprowadzana, dzięki czemu otrzymuje się krzywą zaniku o podwójnym zboczu. Ta metoda

modyfikuje klasycznie pojmowany czas pogłosu (następujący po wyłączeniu źródła dźwięku, ang. *terminal reverberation time*), nie oddziałując na zależny od wczesnego zaniku czas pogłosu „w tle” (ang. *running reverberation time*), który wpływa na dźwięki następujące po sobie. W związku z tym różnice w pogłosie pomieszczenia są słyszalne jedynie w czasie przerw między poszczególnymi dźwiękami. Wadą komór zespolonych jest ich wysoki koszt połączony z niewielką efektywnością oraz zasadność stosowania dla regulacji akustyki jedynie przy różnych rodzajach muzyki, z wyłączeniem mowy (Barron 1993).



Rys. 2. Przekrój poprzeczny przez Milton Keynes Theatre, z zaznaczonymi linią przerywaną pozycjami sufitu (Barron 1993).

Innym podejściem do zagadnienia regulacji parametrów akustycznych jest wprowadzenie do sali widowiskowej ruchomej widowni. Zmiana ilości miejsc może znacząco wpływać na pochłanianie dźwięku we wnętrzu, a także pozwala na manewrowanie kubaturą pomieszczenia i dostosowanie jego funkcji do aktualnych potrzeb. Przykładem obiektu, w którym zastosowano zmienny układ widowni połączony z ruchomym sufitem, jest sala CKK Jordanki w Toruniu.

3. Aktywne metody regulacji akustyki

W niektórych przypadkach, szczególnie w dużych salach widowiskowych, dźwięk nieamplifikowany może się okazać niewystarczający dla równomiernego pokrycia całej widowni, co nie zawsze może zostać zniwelowane przez zastosowanie pasywnych metod regulacji akustyki. W takich sytuacjach należy odwołać się do metod aktywnych, opierających się na wykorzystaniu wsparcia oferowanego przez systemy elektroakustyczne, które można podzielić na dwie podstawowe grupy: systemów pola dźwięku bezpośredniego (ang. *in-line, non-regenerative*) oraz systemów pola pogłosowego (ang. *non-in-line, regenerative*) (Poletti 2010). Obie grupy używają procesorów elektronicznych do zwiększenia pogłosu lub wczesnych odbić poprzez ponowne wprowadzenie sygnału do pomieszczenia dzięki głośnikom. Systemy pola dźwięku bezpośredniego używają w tym celu mikrofonów umieszczonych blisko źródła dźwięku, dzięki czemu są najbardziej skuteczne w pomieszczeniach o dużym pochłanianiu, gdzie ilość odbić dźwięku można kontrolować prawie całkowicie za pomocą wsparcia elektroakustycznego. W pomieszczeniach, gdzie występują odbicia, lepiej sprawdzają się systemy pola pogłosowego, w których zarówno mikrofony, jak i głośniki są umieszczone dalej od źródła dźwięku. Takie rozwiązanie uniemożliwia generowanie wczesnych odbić dźwięku, pozwala jednak na ponowne wprowadzenie do pomieszczenia odbić już w nim występujących.

Pierwszym systemem do aktywnej regulacji akustyki był **Assisted Resonance**, wprowadzony w Royal Festival Hall w Londynie przez Petera Parkina. Problemem sali był zbyt krótki czas pogłosu, który mógł zostać wydłużony tylko dzięki przebudowie sufitu oraz zmniejszeniu ilości

miejsce siedzących, co spotkało się ze sprzeciwem spowodowanym kosztownością tego przedsięwzięcia połączoną z ryzykiem utraty części akustycznych zalet pomieszczenia, np. klarowności.

AR jest wielokanałowym systemem przeznaczonym do wydłużenia pogłosu w szerokim zakresie częstotliwości. Zapewnia on w pomieszczeniu dodatkową energię, która rekompensuje straty spowodowane nadmiernym pochłanianiem. Składa się z wielu kanałów wąskopasmowych, dla których filtrowanie określonej częstotliwości zostało rozwiązane poprzez umiejscowienie każdego z mikrofonów w nastrojonym rezonatorze Helmholtza. Czas pogłosu jest określany na podstawie wzmocnienia na danym kanale, co musi podlegać ścisłej kontroli, by nie doprowadzić do słyszalnego zakolorowania dźwięku.

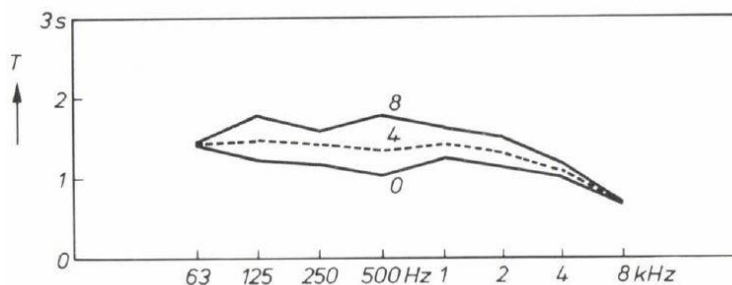
Ze względu na to, że system operuje na wartościach szczytowych relatywnie stałych w przestrzeni, nie należy go stosować dla częstotliwości powyżej 1000 Hz. Jest to podyktowane niestalością wartości szczytowych, następującą wraz ze zmianą warunków panujących w pomieszczeniu, np. zmianami temperatury, która jest znacznie bardziej dotkliwa dla wysokich częstotliwości (Morgan i Parkin 1970).

Implementacja tymczasowego systemu w Royal Festival Hall w 1964r. okazała się sukcesem, w związku z którym rozwiązanie zostało zmienione na system stały, a także zostało wprowadzone do kilku innych obiektów, np. Central Hall na Uniwersytecie w Yorku. Z biegiem czasu oryginalny system tracił na sprawności, co spowodowało jego wyłączenie w 1998r.

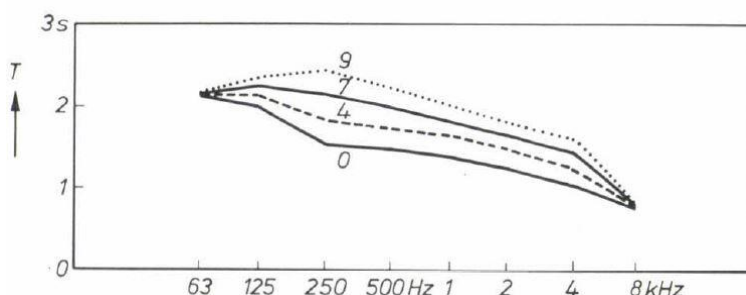
Multiple Channel amplification of Reverberation przejawia liczne podobieństwa do rozwiązań wykorzystanych w Assisted Resonance: oba są systemami pola pogłosowego oraz składają się z wielu niezależnych od siebie kanałów oraz mikrofonów i głośników umieszczonych w ścianach i suficie pomieszczenia. Różnica polega na tym, że MCR operują na kanałach szerokopasmowych, z których każdy wzmacnia całe spektrum częstotliwości, a nie tylko wartości szczytowe.

W systemach Multiple Channel amplification of Reverberation ilość kanałów jest zależna od specyfiki pomieszczenia, w którym rozwiązanie ma zostać wykorzystane, pożądanej wartości poziomu dźwięku w polu pogłosowym oraz zalecanej długości czasu pogłosu. Każdy kanał posiada filtry w celu regulacji jego charakterystyki częstotliwościowej, sterowanej trzema parametrami filtrów: częstotliwością środkową, szerokością pasma oraz wzmocnieniem. Poprawne ustawienie wszystkich parametrów wymaga dużej precyzji w momencie wdrażania systemu, jak i regularnych kontroli podczas jego użytkowania.

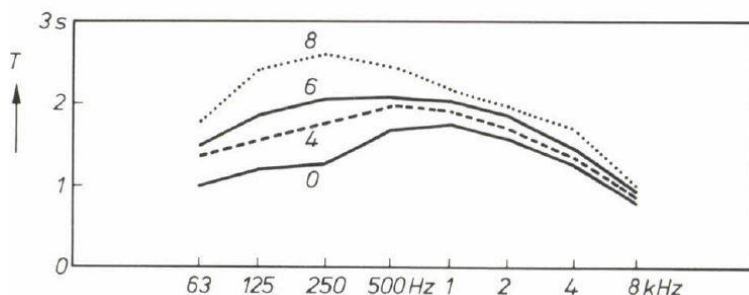
Rozwiązania oparte na systemach MCR są obecnie stosowane w kilku realizacjach. Pierwszy raz zostały użyte w Philips POC Congress Centre w Eindhoven (Evoluon), gdzie 90 mikrofonów i 110 głośników pozwala na wydłużenie czasu pogłosu dla 500 Hz z 1,1 s do 1,8 s. Zastosowanie MCR w Studiu im. Hansa Rosabunda w Baden-Baden w Niemczech pozwoliło na wydłużenie czasu pogłosu z 1,5 s do 2 s przy 70 kanałach, natomiast 66 kanałów wykorzystanych w Teatrze im. Clauda Debussy'ego w Palais des Congrès w Cannes umożliwiło zmianę czasu pogłosu z 1,45 s do 2 s. Wyniki pomiarów czasu pogłosu we wspomnianych trzech salach, wykonane przy użyciu szumu różowego oraz systemu MCR w różnych konfiguracjach przedstawiają Rys. 3-5. (de Koning 1983/84).



Rys. 3 Wykresy wartości czasu pogłosu w Philips POC Congress Centre z systemem MCR wyłączonym (pozycja 0), w pozycji środkowej (pozycja 4) i blisko maksimum (pozycja 8) (de Koning 1983/84).



Rys. 4 Wykresy wartości czasu pogłosu w Hans Rosabund Studio w Baden-Baden, dla różnych konfiguracji systemu MCR (de Koning 1983/84).



Rys. 5 Wykresy wartości czasu pogłosu w Teatrze im. Clauda Debussy'ego w Cannes, dla różnych konfiguracji systemu MCR (de Koning 1983/84).

Acoustical Control System został opracowany w roku 1988 na Uniwersytecie w Delft jako praktyczne zastosowanie metody wave field synthesis (WFS). System łączy WFS z użyciem sieci 18-24 mikrofonów rozmieszczonych na obszarze sceny oraz przetworników pozwalających na wytworzenie wczesnych i późnych odbić dźwięku.

Bazując na zmiennych, takich jak objętość, kształt i współczynniki pochłaniania, ACS daje możliwość zasymulowania akustyki „idealnej” sali w danym pomieszczeniu. Ułatwia również niezależne sterowanie poziomem dźwięku oraz czasem pogłosu pomieszczenia. Duży nacisk został również położony na uzyskaniu jak najbardziej naturalnego brzmienia oraz minimalizację ryzyka utraty odpowiedniej lokalizacji źródła dźwięku (Barron 1993).

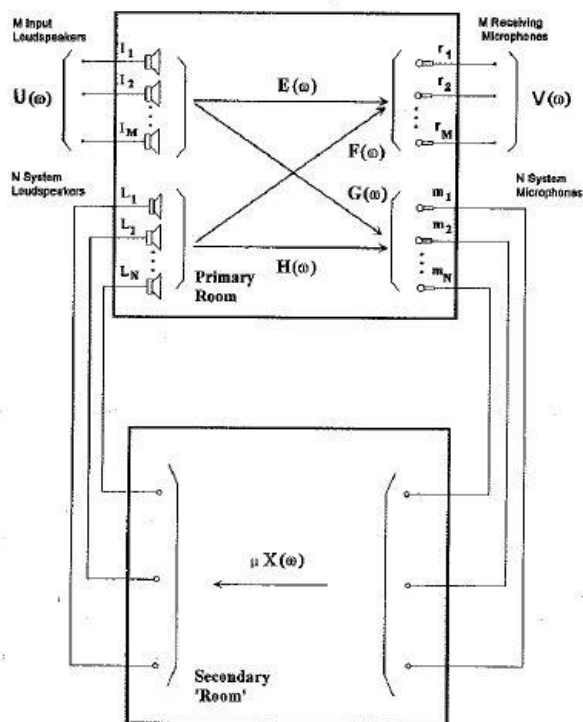
Kolejnym rozwiązaniem w dziedzinie aktywnej regulacji akustyki pomieszczeń jest **Lares – Lexicon Acoustic Reinforcement and Enhancement System**. Jest to system pola bezpośredniego, operujący na małej ilości (2-4) mikrofonów zlokalizowanych jak najbliżej źródła dźwięku oraz na dużej ilości zmiennoczasowych procesorów pogłosowych, łączących mikrofony z głośnikami. Liczba kanałów, na których operuje system, jest uzależniona od liczby procesorów.

W odróżnieniu od innych systemów do regulacji akustyki, Lares może być zakupiony oraz zainstalowany przez użytkownika, bez interwencji producenta. Równocześnie jest on relatywnie tani, ze względu na niewielką liczbę mikrofonów, które są głównym czynnikiem generującym wysoki koszt innych systemów. Te cechy połączone z dobrą efektywnością oraz możliwością zainstalowania nie tylko we wnętrzach, ale również na zewnątrz budynków sprawiły, że Lares jest najszerzej wykorzystywanym rozwiązaniem tego typu na świecie (Hardiman 2009).

Innym systemem pola bezpośredniego jest **System for Improved Acoustic Performance (SIAP)**, opracowany w Holandii w latach 90. XX w. Głównym celem tego rozwiązania jest dodanie brakujących odbić i pogłosu do pomieszczenia. System używa niewielkiej liczby (4-8) mikrofonów umieszczonych blisko sceny oraz dużej ilości głośników rozlokowanych na widowni. Główną zaletą systemu jest przeprowadzanie dekorelacji sygnału wejściowego i wyjściowego, co pomaga zredukować sprzężenie zwrotne i jest rozwiązaniem chronionym patentem (Barron 1993).

Variable Room Acoustic System jest systemem wprowadzającym między mikrofony i głośniki macierz pogłosową, która symuluje „pomieszczenie wtórne” umiejscowione w pętli

sprężenia zwrotnego w „pomieszczeniu pierwotnym”. Pomieszczenie wtórne jest układem dyspersyjnym, w związku z czym umożliwia sterowanie długością czasu pogłosu w pomieszczeniu pierwotnym bez zwiększania wzmocnienia pętli, co stwarza wrażenie zwiększenia objętości pomieszczenia. Zwiększenie wzmocnienia pętli skutkuje przyrostem mocy w pomieszczeniu pierwotnym, działając jak zmniejszenie pochłaniania w tymże. Schemat systemu przedstawiono na Rys. 6.



Rys. 6. Schemat systemu VRAS (Poletti 1994)

Działanie systemu opiera się na zasadach podobnych do funkcjonowania pasywnej komory sprzężonej z głównym pomieszczeniem. VRAS pozwala na osiągnięcie czasu pogłosu nawet o 100% dłuższego od wartości początkowej (Poletti 1994).

4. Podsumowanie

Metody regulacji akustyki wewnątrz to ciągle rozwijająca się dziedzina, oferująca coraz nowsze oraz bardziej efektywne sposoby na pogodzenie ze sobą różnych funkcji pomieszczeń.

Metody pasywne nie zmniejszają naturalności dźwięku, nie wpływają również na percepcję lokalizacji jego źródła. Użycie większości z nich musi być przewidziane na etapie powstawania koncepcji architektonicznej, co z jednej strony odbiera zarówno architektom, jak i akustykom pewną swobodę w kreowaniu przestrzeni danej sali oraz jej akustyki, z drugiej natomiast wymaga od projektantów ambitnego i kreatywnego podejścia do problemu projektowego, co może prowadzić do nowatorskich, nieoczywistych rozwiązań. Równocześnie wprowadzenie systemów pasywnej regulacji akustyki jest zazwyczaj skomplikowane i kosztowne, a w większości przypadków nie podlega modyfikacjom.

Aktywne metody regulacji akustyki wykorzystują wsparcie elektroakustyczne, co pozwala na zainstalowanie tego typu systemów w trakcie używania danego obiektu, nie generując takich ograniczeń formalnych, jak metody pasywne. W ich wykorzystaniu należy jednak brać pod uwagę minimalizację niekorzystnych zjawisk, takich jak zniekształcenie i zakolorowanie dźwięku czy sprzężenie zwrotne. Parametry systemów aktywnych muszą być również dobrane w sposób, który nie

spowoduje, że publiczność będzie lokalizować źródło dźwięku w miejscu innym niż scena. Podobnie jak w przypadku metod pasywnych, systemy elektroakustyczne wymagają indywidualnego podejścia w każdym rozpatrywanym wnętrzu, chociażby ze względu na ilość i rozmieszczenie mikrofonów i głośników czy dostrojenie systemu.

Każda metoda regulacji akustyki posiada zarówno wady, jak i zalety, w związku z czym nadal istnieje pole do ich udoskonalania. Obserwując rosnące zainteresowanie akustyką architektoniczną oraz zwiększającą się liczbę sal multifunkcyjnych można stwierdzić, że jest to ważna i pożyteczna dziedzina, która będzie w przyszłości zyskiwać coraz większe znaczenie.

5. Literatura

- Barron M (1993) Auditorium Acoustics and Architectural Design: 385-409.
- De Koning SH (1983/84) The MCR System – Multiple-Channel Amplification of Reverberation, Phillips Technical Review 41(1):12-23.
- De Vries D (2001) Variable Acoustics in Auditoria Yesterday, Today and Tomorrow, Publikacja pokonferencyjna 17. International Congress of Acoustics 5(11): 8-9.
- Ellison S, Schwenke R (2010) The Case of Widely Variable Acoustics, Publikacja pokonferencyjna International Symposium on Room Acoustics w Melbourne: 260-264.
- Hardiman A (2009) Electronic Acoustic Enhancement Systems: Part One, Lighting and Sound America March 2009: 88-96.
- Long M (2006) Architectural Acoustics: 697-736.
- Peutz VMA (1978) The Variable Acoustics of the Espace de Projection of IRCAM (Paris), Publikacja pokonferencyjna 59. Audio Engineering Society Convention w Hamburgu: 1310
- Poletti MA (1994) The Performance of a New Assisted Reverberation System, Acta Acustica 2: 511-524.
- Poletti MA (2010) Active Acoustic Systems for the Control of Room Acoustics, Publikacja pokonferencyjna International Symposium on Room Acoustics w Melbourne: 331-341.
- Schwenke, RW (2013) Active acoustics and sound reinforcement at TUI Operettenhaus, Hamburg: A case study, The Journal of the Acoustical Society of America, 133(5): 3307

19. Wybrane metody zastosowania inteligencji rozproszonej w projektowaniu architektonicznym

Selected methodes of swarm intelligence application in architectural design

Radziszewski Kacper

Wydział Architektury, Politechnika Gdańska

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. arch. Lucyna Nyka, prof. zw. PG

Radziszewski Kacper: kacper.radziszewski@pg.edu.pl

Słowa kluczowe: inteligencja rozproszona, architektura, projektowanie architektoniczne, parametryczne

Streszczenie

Wraz z rozwojem oraz popularyzacją narzędzi komputacyjnych wykorzystywanych w praktyce architektonicznej, projektanci opierają swoją pracę o algorytmy wcześniej odległe od swojej dziedziny. Specyfika projektowania architektonicznego, w której często możliwe jest wiele różnorodnych rozwiązań spełniających określone warunki, lub ocena efektu jest czysto subiektywna, a natomiast zdefiniowanie algorytmu opisującego problem niezwykle skomplikowane, skłania architektów do korzystania z algorytmów heurystycznych.

Algorytmy opierające się o działanie sztucznej inteligencji pozwalają na obliczanie problemów projektowych do tej pory rozwiązywanych intuicyjnie, rozwijając warsztat architektoniczny.

Artykuł prezentuje wybrane możliwości wykorzystania inteligencji rozproszonej w projektowaniu architektonicznym w oparciu o algorytm stada opisany przez Craig Raynolds'a w 1987 roku bazujący na trzech prostych zasadach zaobserwowanych w stadach ptaków, ławicach ryb czy roju pszczół: rozdzielnosc, spójność, wyrównywanie.

W oparciu o algorytm stada przedstawione zostały dwie implementacje narzędzia w postaci symulacji ruchu ławic: w celu wygenerowania struktur przestrzennych będących konstrukcją nośną obiektów oraz symulacji ruchu pieszego w obiektach architektonicznych. Przedstawione propozycje wykorzystania algorytmów stada wskazują na możliwości ich zastosowania w praktyce architektonicznej zarówno na etapie projektowym jak i na etapie ewaluacji zaproponowanych rozwiązań.

1. Wstęp

Narzędzia wykorzystywane w praktyce architektonicznej ulegają ciągłej zmianie polegającej na większej swobodzie ich doboru względem preferencji autora oraz postawionego zadania. Do tradycyjnych narzędzi w postaci fizycznego rysunku oraz modeli, za sprawą rozwoju oprogramowania komputerowego dostępne stały się nowe narzędzia oparte o moc obliczeniową procesorów, umożliwiające cyfrowe rysowanie, modelowanie, symulacje, obliczenia oraz przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym. Zaawansowane narzędzie komputacyjne wspomagają proces projektowy poprzez automatyzację powtarzalnych czynności, tworząc cyfrowe środowisko na wzór zaawansowanej deski kreślarskiej, pozostawiając proces decyzyjny w każdej skali architektowi. Pomimo rozwoju narzędzi opartych projektowanie wspomagane cyfrowo CADD (Computer Aided Design and Drafting) (Duggal 2000), wraz z wyspecjalizowaniem, w wielu wypadkach ograniczają proces projektowy ze względu na trudności z wprowadzeniem unikatowych rozwiązań problemów projektowych.

Aktualny rozwój oprogramowania dla projektantów jest silnie oparty o algorytmy heurystyczne, będąc uzupełnieniem dla algorytmów probabilistycznych, co pozwala na wykorzystanie algorytmów do operacji mającej na celu optymalizację rozwiązań, symulacje procesów czy przyuczenie oprogramowania do wykonywania czynności na wzór zadany przez projektanta, co może stanowić pierwszy krok w implementacji sztucznej inteligencji (Norvig i Russell 2003) w projektowaniu architektonicznym.

2. Metody

Zastosowana w prezentowanych symulacjach inteligencja rozproszona jest kolektywnym zachowaniem zdecentralizowanych, samoorganizujących się systemów, naturalnych lub sztucznych (Beni i Wang 1989). Dzięki wykorzystaniu trzech podstawowych cech zachowania jakimi są rozdzielność, spójność oraz wyrównanie (Reynolds 1987) możliwa jest symulacja skomplikowanego zachowania stadnego obserwowanego u zwierząt. Dodanie nowych zachowań do podstawowego zestawu, umożliwia przeprowadzenie unikatowych symulacji, stanowiących rozwiązanie problemów zdefiniowanych przez projektanta. Do dodatkowych cech o wyższej kategorii zachowań wykorzystanych przy prezentowanych symulacjach zalicza się unikanie przeszkód, poruszanie swobodne (losowe), wyszukiwanie oraz przybycie (Reynolds 1999). Dzięki odpowiedniemu doborze, ustaleniu wag oraz funkcji aktywacji cech, możliwa jest symulacja zachowań zarówno zaobserwowanych w rzeczywistości oraz zachowań spełniających kryteria aktualnego zadania.

3. Inteligencja rozproszona jako narzędzie projektowe

W dobie rozwoju narzędzi komputacyjnych zastosowanie inteligencji kolektywnej w projektowaniu form znajduje zastosowanie w eksperymentalnych projektach koncepcyjnych zarówno czysto cyfrowych jak i rozszerzonych o fabrykacje. Techniki projektowe oparte o powyższy rodzaj inteligencji nie wymagają wysokiego poziomu kontroli nad algorytmem, pozwalając na uniknięcie wielokryteriowej optymalizacji przestrzennej, tworząc narzędzia zarówno rozwiązujące postawione zadania projektowe jak i generując czysto estetyczne formy.

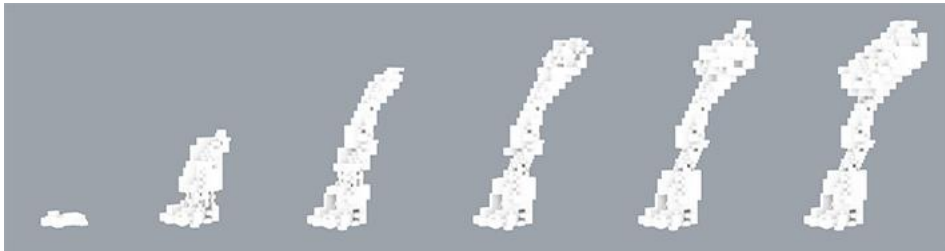
Przedstawione badanie jest wynikiem pracy warsztatowej studentów wydziałów architektury prowadzonych przez dr inż. arch. Jana Cudzika oraz mgr inż. arch. Kacpra Radziszewskiego. Przeprowadzone badanie obejmowało sprawdzenie możliwości generowania form przestrzennych przy wykorzystaniu inteligencji rozproszonej inspirowanej zachowaniem stadnym ptaków (Chazelle 2014) w kontekście generowania form założonych przez projektanta oraz możliwości generowania form wcześniej nie zakładanych. Dodatkowo postawiono wymagania oraz ograniczenia konstrukcyjne, których spełnienie decydowało o możliwości fabrykacji instalacji przestrzennej.

Jako cel eksperymentu założono wygenerowanie możliwej do fabrykacji z powtarzalnych modułów sześciennych o bokach 20 cm² oraz 10 cm² formy przechodzącej od parteru biegu klatki schodowej do fragment jej ściany na wysokości minimum 640 cm. Jako wymagania formy postawiono eliminację kolizji struktury z podciągami, biegiem klatki, barierkami oraz wymóg konstrukcyjny weryfikowany czysto wizualnie ze względu na skomplikowanie obliczeniowe.

Pierwszym etapem badania była selekcja zachowań stada umożliwiających realizację założeń projektowych. Zastosowano zarówno podstawowe cechy zachowań opisane przez Craig Reynolds oraz część zachowań dodatkowych. Dzięki nałożeniu wag na zachowania możliwa jest dodatkowo kontrola ich wpływu poprzez odpowiedni dobór ich proporcji. Podczas pracy nad algorytmem dzięki przeprowadzeniu wielu symulacji, wyodrębniono zestaw cech pozwalający na otrzymanie założonego celu. Uzyskanie rozproszonej formy, wpływającej na rozłożenie sił konstrukcji było możliwe przy wykorzystaniu rozdzielności, natomiast spójność nadała możliwość kontroli nad większym niż dopuszczalne rozproszeniem obiektów. Rozproszenie oraz spójność wykorzystane przy podobnych wagach, pozwalają na symulację systemu zachowującego podobną objętość w trakcie przemieszczania całej chmary. Natomiast dzięki ostatniemu z podstawowego zestawu cech opisanych przez Craig Reynolds- wyrównaniu, nadano obiektom wspólną trajektorię przemieszczenia, umożliwiając zachowanie spójnej oraz poruszającej się formy. Z zestawu dodatkowych cech wybrano te umożliwiające zaplanowanie zasad poruszania się chmary w wybranej przestrzeni architektonicznej. W celu eliminacji kolizji trajektorii przemieszczania z biegami schodów, barierkami oraz ścianami, wykorzystano cechę omijania przeszkód. Dzięki wyszukiwaniu możliwe było zadanie chmarze celu przemieszczania, który był umiejscowiony 640 cm powyżej miejsca rozpoczęcia ruchu, natomiast cecha przybycie, po osiągnięciu punktu docelowego agentów pozwoliło na zakończenie ruchu w przewidzianej lokalizacji. Dodatkowo, lecz nie niezbędnie, nadano obiektom możliwość poruszania się w sposób swobodny, mnożąc wektor przez wektor losowy, co nadało całości struktury organiczny charakter wedle preferencji projektanta (Rys.1).

Zestawienie wybranych na etapie symulacji cech wraz z podaniem ich wag:

- Rozdzielność (8%)
- Spójność (9%)
- Wyrównywanie (7%)
- Omijanie przeszkód (29%)
- Wyszukiwanie (22%)
- Swobodne poruszanie (25%)



Rys. 1. Schemat funkcjonowania programów do analizy i oceny światła dziennego w budynkach

Prawidłowy dobór zasad ruchu, ich wag oraz strategii pozwoliło na wygenerowanie przy pomocy symulacji ruchu ławicy, formy przestrzennej, która po weryfikacji założeń projektowych została zaakceptowana. W celu fabrykacji, chmura punktów, będąca zapisem wszystkich lokalizacji punktów w trakcie symulacji, została uproszczona do przestrzennej siatki o rozstawie punktów równym 5 cm. Rozstaw punktów dostał dopasowany do możliwości fabrykacji- prostopadłościów styropianowych o bokach 5 cm oraz 10 cm. Projekt zakończono montażem instalacji w założonej wcześniej przestrzeni klatki schodowej. W celu wybudowania formy wykorzystano 470 sześciątów o boku 20 cm oraz 362 sześciąt o boku 10 cm, w sumie o objętości 4.12 m³ (Rys. 2). Fabrykacja formy odbyła się na podstawie wygenerowanego modelu trójwymiarowego, co wyeliminowało potrzebę tworzenia tradycyjnej dokumentacji dwuwymiarowej.

Powyższy przykład prezentuje możliwość zastosowania algorytmów symulujących transformację obiektów przy wykorzystaniu inteligencji rozproszonej. Ze względu na względnie niską kontrolę projektanta nad systemem oraz na kategorię tworzonych form, implementacja algorytmu dla tworzenia form w codziennej praktyce architektonicznej wydaje się być nieuzasadniona, jednak znajduje swoje zastosowanie w tworzeniu form rzeźbiarskich oraz rozbudowuje zestaw narzędzi architektonicznych.



Rys. 2. Wybudowana forma w przestrzeni klatki schodowej. Źródło: Zdjęcie Jan Cudzik.

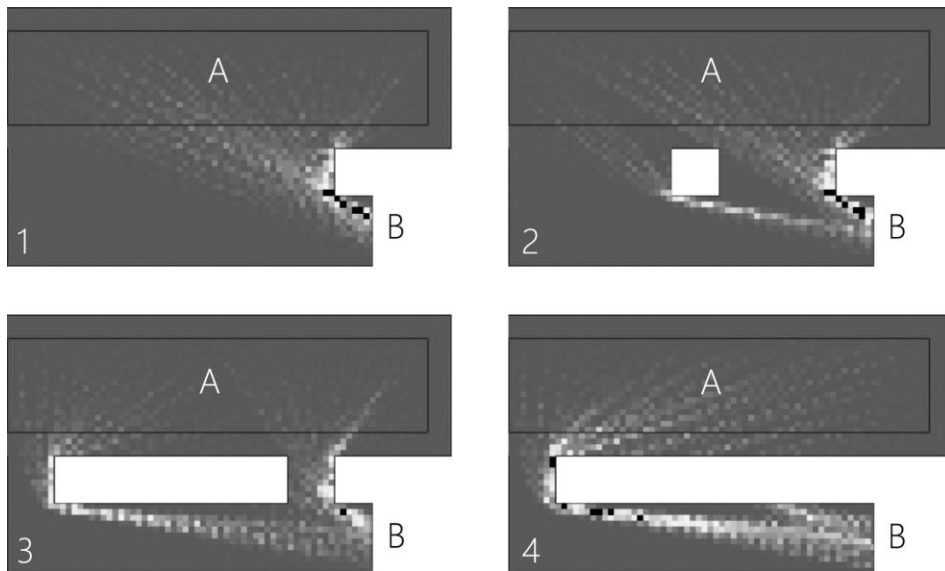
4. Inteligencja rozproszona jako narzędzie symulacyjne

Decyzje w trakcie procesu projektowego są na bieżąco weryfikowane na podstawie zarówno obserwacji, popartej specjalistyczną wiedzą jak i analiz oraz symulacji. Ze względu na skomplikowanie obliczeń lub brak odpowiadających modeli obliczeniowych dla wybranego problemu projektowego, rozwiązaniem stają się symulacje, które pozwalają zarówno na sprawdzenie przebiegu procesu w poszczególnych iteracjach, co umożliwia weryfikację modelu w czasie rzeczywistym jak i na analizę wyników po zakończeniu badania. W procesie projektowania architektonicznego współcześnie symulacje wykorzystuje się do analiz oświetlenia pomieszczeń światłem dziennym oraz sztucznym, wykorzystania przestrzeni, obliczeń konstrukcyjnych, akustycznych oraz symulacji ruchu pieszego czy też ewakuacji osób z budynku podczas zagrożenia.

Na przestrzeni lat zostały zaproponowane różne model symulacji zachowania zbiorowisk ludzkich. Wspomniane techniki polegają na adaptacji istniejących modeli o innym przeznaczeniu poprzez dokonywanie uogólnień dotyczących oddziaływań wewnątrz tłumów. Do wcześniej wymienionych modeli możemy zaliczyć dynamikę płynów (Batchelor 1967; Acheson 1990), gdzie poprzez analogię można odnaleźć podobieństwo pomiędzy zachowaniem ludzkim oraz przemieszczaniem cząsteczek w gazach oraz w cieczach. Kolejnym przykładem jest model opierający się na automatach komórkowych (Białynicka- Birula 2005), gdzie przestrzeń której dotyczy symulacja jest podzielona na regularną siatkę w ramach której każdy z obszarów jest obliczany na podstawie aktualnego stanu oraz warunków zmiany stanu, który jest obliczany w oparciu o zapisane zasady oraz stany pobliskich komórek. Przykładami na zastosowanie danego algorytmu są prace Hamagami oraz Hirata, którzy rozszerzyli algorytm o systemy wieloagentowe (Hamagami i Hirata 2003).

Poniższe badanie prezentuje metodę wykorzystania symulacji ruchu z wykorzystaniem systemu wieloagentowego bazującego na opisanych wcześniej zasadach ruchu zdefiniowanych przez Craig Reynolds. Przykład zastosowania symulacji porównuje cztery układy przestrzeni w rzucie, w którym z obszaru oznaczonego symbolem „A” 100 losowo rozmieszczonych osób zmierza do obszaru zbiórki w trakcie ewakuacji, symbol „B” (Rys. 3). Każdy z agentów jest opisany identycznymi cechami, poruszaniem się w kierunku pól będących bliżej miejsca zbiórki, korektą ruchu ze względu na ruch sąsiadujących agentów w celu zachowania zasady ruchu tłumu, zachowania odległości minimalnej pomiędzy najbliższymi agentami wynoszącej 30 cm, dodatkowy losowy współczynnik naśladujący złożoności ruchu oraz kwestie widoczności celu w postaci miejsca zbiórki. Pola w skali szarości opisują zagęszczenie ruchu w danych komórkach przestrzeni o wymiarach 100 x 100 cm. Komórki o kolorze ciemno szarym oznaczają przestrzenie niewykorzystane podczas ewakuacji, natomiast gradient do koloru białego oznacza wyższą gęstość osób w poszczególnych polach. Kolorem czarnym zostały oznaczone krytyczne miejsca w których przestrzeń założona jako bezpieczna dla jednej osoby wynosząca zachowanie minimalnej odległości wynoszącej 30 cm zostaje przekroczona, jednocześnie wyznaczając miejsca będące potencjalnym zagrożeniem dla osób objętych ewakuacją. W przykładzie „1” pomiędzy strefą „A” oraz strefą „B” nie występuje podział przestrzeni na fragmenty zawężające przejście lub dzielące je na fragmenty. Przykład „2” wydziela przejście na dwa duże fragmenty, rozdzielając przejście na dwie duże strefy. W przykładzie „3” układ jest podobny do przykładu „2”, z różnicą pola powierzchni przejścia z jednoczesnym ograniczeniem widoczności strefy docelowej „B”. W ostatnim przykładzie „4”, przejście zostało wyznaczone jako jedna przestrzeń o najmniejszej powierzchni. Na podstawie symulacji możliwe było porównanie czterech zaproponowanych rozwiązań przestrzennych pod względem ruchu agentów podczas ewakuacji. Pomimo rozdzielenia przestrzeni przejść w przykładzie „1” oraz „2”, miejsca będące potencjalnym zagrożeniem dla swobodnej ewakuacji są nieznaczące, większość z wolnej przestrzeni zostaje niewykorzystana podczas symulacji. Przykład „3” pomimo małej powierzchni przejścia rozdziela ewakuację w optymalny sposób, wyznaczając jedynie jedną lokalizację w której zagęszczenie osób objętych ewakuacją zostaje przekroczone, wyznaczając najbezpieczniejsze rozwiązanie przestrzenne, poprzez organizację ruchu ograniczającą jednoczesne przebywanie osób w poszczególnych punktach w tym samym czasie. Przykład „4” ze względu na jedno przejście oprócz stworzenia potencjalnie niebezpiecznych przestrzeni w narożnikach pomieszczeń skupia wiele osób

w jednym punkcie również na prostym odcinku bezpośrednio kierującym osoby do punktu zbiórki „B”. Powyższe przykłady wskazują rozwiązanie „3” jako najbezpieczniejsze pomimo, zwężenia przejść pomiędzy strefami, rozwiązanie „3” również może bez przeprowadzenia symulacji wydawać się na niebezpieczniejsze od rozwiązania „1” ze względu na potencjalną koncentrację agentów w przejściach. Wykorzystanie symulacji ruchu pieszego pozwala na ocenę bezpieczeństwa ewakuowanych osób oraz pozwala na weryfikację wcześniej założone rozwiązań przestrzennych. W symulacji nie uwzględniono zróżnicowania w prędkości poruszania się osób o zróżnicowanym wieku i możliwościach czy ograniczeniu w poruszaniu się oraz zasięgu widoczności.



Rys. 3. Symulacje porównujące ruch pieszego podczas ewakuacji przy czterech propozycjach połączenia przestrzeni.

5. Podsumowanie

Omówione przykłady zastosowania inteligencji rozproszonej opartej o algorytm zaproponowany przez Craig Reynolds prezentują dwa możliwe kierunki wykorzystania w dziedzinie architektury. Ogólnie pojęte programowanie w projektowaniu architektonicznym umożliwia współczesnym projektantom tworzenie innowacyjnych narzędzi rozwijającym ich warsztat, zarówno na etapie tworzenia form przestrzennych podlegającym ocenie wizualnej jak i weryfikacji przyjętych rozwiązań pod względem funkcjonalnym. Inteligencja rozproszona jest jedną z form sztucznej inteligencji w skład której wchodzi wiele kategorii algorytmów, do tej pory niewykorzystywanych w architekturze lub wykorzystywanych jedynie w projektach koncepcyjnych czy teoretycznych co wskazuje na możliwość rozwinięcia nowych kierunków w projektowaniu architektonicznym.

6. Literatura

- Acheson DJ (1990) Elementary Fluid Dynamics. Clarendon Press. 2-22
Batchelor GK (1967) An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press.
Beni G, Wang J (1989) Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems, Proceed. NATO Advanced Workshops on Robots and Biological Systems.
Bialynicka- Birula I (2005) Modelling Reality: How Computers Mirror Life: 4-10
Chazelle B (2014) The convergence of bird flocking. J. ACM 61
Duggal V (2000) Cadd Primer: A General Guide to Computer Aided Design and Drafting-Caad, CAD 8-20

- Hamagami T, Hirata H (2003) Method of Crowd Simulation by Using Multiagent on Cellular Automata. Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Intelligent Agent Technology
- Norvig P, Russell SJ (2003) Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall 5-15
- Reynolds CW (1987) Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model. SIGGRAPH '87: Proceedings of the 14th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. Association for Computing Machinery: 25–34
- Reynolds CW (1999) Steering behaviors for autonomous characters. Game developers conference 1999, 763-782

20. Przegląd metod komputacyjnych analizy i oceny światła dziennego w budynkach

Digital tools supporting daylighting analyzing and validating in architecture buildings

Marta Waczyńska

Katedra Urbanistyki i Planowania Regionalnego, Politechnika Gdańska.

Opiekun naukowy: dr. hab. inż. arch. Justyna Martyniuk-Pęczek, prof. nadzw. PG

Marta Waczyńska: martawaczynska@outlook.com

Słowa kluczowe: światło dzienne, światło dzienne w budynkach, symulacja komputerowa, oświetlenie pomieszczeń biurowych

Streszczenie

Artykuł stanowi przegląd dostępnego oprogramowania do analizy i oceny światła dziennego w budynkach. Podstawową motywacją do stworzenia zestawienia była wzrastająca rola wykorzystania światła dziennego, jako głównego źródła oświetlenia wnętrza budynku, ze względu na optymalizację rozwiązań projektowych w zakresie funkcjonalnym, ekonomicznym oraz energetycznym.

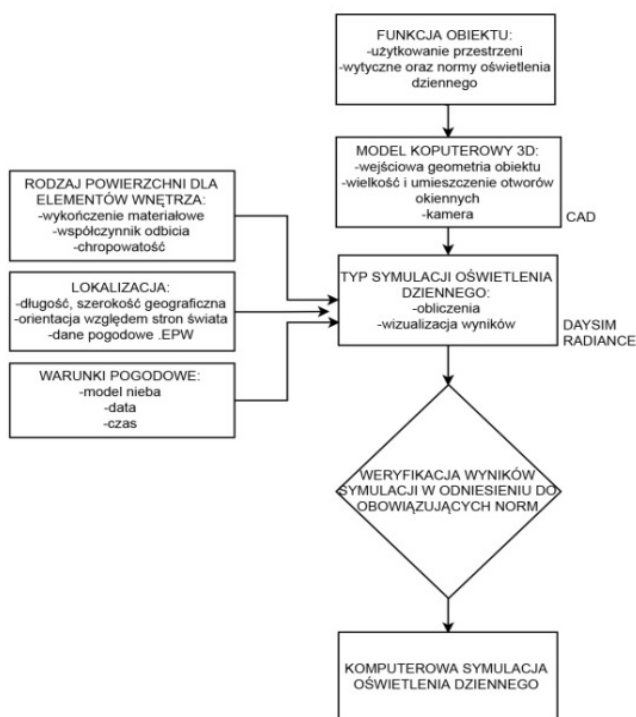
Celem badania było pokazanie roli programów komputerowych w procesie projektowania warunków oświetleniowych we wnętrzu, pokazanie struktury działania oraz możliwości wykonania analiz światła dziennego w dostępnym oprogramowaniu do projektowania architektonicznego: Autodesk Revit z rozszerzeniem Lighting Analysis, Rhinoceros z rozszerzeniem DIVA4Rhino oraz Velux Daylight Visualizer. Dzięki przeprowadzeniu symulacji oświetlenia dziennego dla modelowego pomieszczenia o funkcji biurowej w każdym z programów, możliwe było porównanie otrzymanych wyników w celu ewaluacji poziomu trudności użycia programów dla początkującego użytkownika.

Przeanalizowane narzędzia komputerowe pomimo powszechnej dostępności wymagają od użytkowników wiedzy w zakresie techniki świetlnej. W dobie rozwoju narzędzi komputacyjnych oraz jednoczesnemu zwiększeniu wymogów projektowych nałożonych na architektów, w przyszłości użycie oprogramowania do oceny i analizy światła dziennego będzie stanowić konieczny element procesu projektowego.

1. Materiał i metody

We współczesnym projektowaniu obiektów architektonicznych znacząco wzrasta rola wykorzystania oświetlenia wnętrza budynków kontrolowanym światłem dziennym zintegrowanym z oświetleniem elektrycznym. Powszechnie znane są metody badania warunków oświetleniowych za pomocą linijki słońca, pomiarów na modelu fizycznym oraz za pomocą fotografii HDR. Wraz ze wzrostem świadomości projektowania obiektów z użyciem oświetlenia dziennego rozwija się wykorzystanie programów komputerowych do analizy i oceny światła dziennego w budynkach. Rolą programów do symulacji oświetlenia jest wspomaganie projektowania we wczesnej fazie koncepcyjnej projektu, umożliwienie oceny oraz jednoczesnej weryfikacji warunków oświetleniowych w budynku przy różnych warunkach lokalizacyjnych, klimatycznych oraz nasłonecznienia. Po pierwsze użycie światła dziennego w projekcie zapewnia optymalizację projektu ze względów funkcjonalnych, czyli kryterium komfortu termicznego i wizualnego odnoszące się do efektów wywołanych na zdrowiu, higienie i kondycji użytkownika związanych z najnowszymi odkryciami w dziedzinie medycyny z cyklem dobowym człowieka (Nobel media AB 2014). Po drugie, następstwem wykorzystania programów jest możliwość projektowania zgodnie z wymogami certyfikacji wielokryterialnej np. LEED. Zaprojektowana w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju strategia oświetleniowa przynosi korzyści w wymiarze ekonomicznym, gospodarczym i społecznym (Płachciak 2011). Za pomocą wykorzystania zasobu odnawialnego źródła energii słonecznej, skutkuje poprawą bilansu energetycznego budynku, co ma bezpośredni wpływ na

oszczędność nakładów finansowych na eksploatację budynku. Po trzecie, dodatkowym pozytywnym skutkiem jest oszczędność czasu potrzebnego na opracowanie projektu w porównaniu z tradycyjnymi metodami. W artykule zostały przeanalizowane programy komputerowe do przeprowadzania symulacji i analizy światła dziennego w budynkach, których działanie zostało opisane na schemacie (Rys.1).



Rys. 1. Schemat funkcjonowania programów do analizy i oceny światła dziennego w budynkach [opracowanie własne].

Podstawą do wykonania symulacji oświetlenia dziennego w opracowanych programach komputerowych jest określenie funkcji obiektu, czyli użytkowania obiektu (np. funkcja biurowa), co wpłynie na docelowe żądane wartości parametrów oświetleniowych dla budynku, zgodnie z obowiązującymi wytycznymi oraz normami oświetlenia w budynkach. Kolejnym krokiem jest przygotowanie w oprogramowaniu (obsługiwanym przez dany program do symulacji) modelu 3D, czyli podstawowej geometrii z uwzględnieniem lokalizacji oraz wielkości projektowanych otworów okiennych. Następny krok wymaga od użytkownika podstawowej wiedzy z zakresu techniki świetlnej. Wymagane jest oprócz określenia danych lokalizacyjnych, warunków pogodowych również rodzaju oraz parametrów powierzchni materiałów wykończeniowych (współczynnika odbicia oraz chropowatości dla materiałów). Kolejnym etapem jest przeprowadzanie symulacji, analiza oraz weryfikacja wyników w odniesieniu do obowiązujących norm oraz przepisów prawnych. Następnie, zgodnie z wynikami symulacji weryfikuje się kształty pomieszczeń oraz wielkości otworów okiennych oraz powtarza symulację bądź przy uzyskaniu pozytywnych wyników przechodzi do kolejnego etapu projektowania.

Dla porównania programów symulacyjnych proces przygotowania symulacji oświetlenia dziennego został przeprowadzony kolejno w trzech programach, z użyciem identycznej geometrii oraz danych wejściowych parametrów klimatycznych, lokalizacyjnych oraz właściwości materiałowych. Porównane zostały rodzaje symulacji oraz wyniki, jakie można uzyskać w każdym z porównywanych programów.

Wybrane zostało przykładowe pomieszczenie o funkcji biurowej, zlokalizowane w Gdańsku w Polsce (54°22'N, 18°38'E) oraz data (lato, 21 czerwiec 2017, 12.00). Pomieszczenie znajduje się

w jedno piętrowym budynku, usytuowane na poziomie 0 (wysokość bezwzględna nad poziomem morza 100m). Zostały określone wymiary 4,00 x 6,00 x 2,50 metra, z dwoma centralnie umieszczonymi oknami usytuowanymi na północny-wschód o wymiarach: 1,30 x 1,00 metra, 0,9 cm powyżej podłogi. Dla celów uproszczenia symulacji pomieszczenie zostało wyposażone w jeden zestaw biurowy: stół, krzesło oraz komputer. Poniższa tabela (Tab.1) przedstawia optyczne właściwości materiałów, które zostały ustawione identycznie dla wszystkich przypadków użytych w opracowaniu w celu łatwego porównania wyników.

Tab. 1. Optyczne właściwości materiałów [opracowanie własne].

Materiał wykończeniowy	Odbicie	Przepuszczalność	Chropowatość
Powierzchnia zewnętrzna: Beton	0,000	0,000	0,030
Podłoga: Panele drewniane	0,842	0,000	0,030
Ściana: Biały matowy	0,920	0,000	0,030
Sufit: Biały matowy	0,920	0,000	0,030
Szkło: Szkło okienne 8 mm	0,820	0,899	-
Meble:	Stół: drewno kolor biały; Krzesło: drewno kolor biały		

Za podstawową wiedzę potrzebną do analiz w zakresie techniki świetlnej w odniesieniu do oświetlenia stanowisk pracy uważa się normę PN-EN 12464-1: 2004. Zostały w niej określone wymagane minimalne wartości parametrów uwzględnianych w procesie projektowania oświetlenia wnętrz: natężenia światła, rozkład luminancji oraz średni współczynnik oświetlenia dziennego (Pracki 2011). Natężenie oświetlenia mierzone w luksach jest miarą ilości światła padającej na powierzchnię liczona w punkcie. Kolejnym parametrem jest rozkład luminancji czyli miara jaskrawości postrzeganych obiektów, wyrażana w candelach na metr kwadratowy (Boyce, 2014). Średni współczynnik oświetlenia dziennego wyrażany w procentach to stosunek natężenia oświetlenia w danym punkcie wewnątrz budynku do natężenia oświetlenia pochodzącego od nieboskłonu na otwartej przestrzeni z wyłączeniem światła słonecznego (Turlej 2012).

2. Wyniki i dyskusja

Dla porównania w każdym z programów starano się uzyskać analizę parametrów: natężenia oświetlenia, rozkładu luminancji i średniego współczynnika oświetlenia dziennego. Są to bazowe parametry, które pozwalają określić warunki oświetleniowe w pomieszczeniu o zadanej funkcji biurowej.

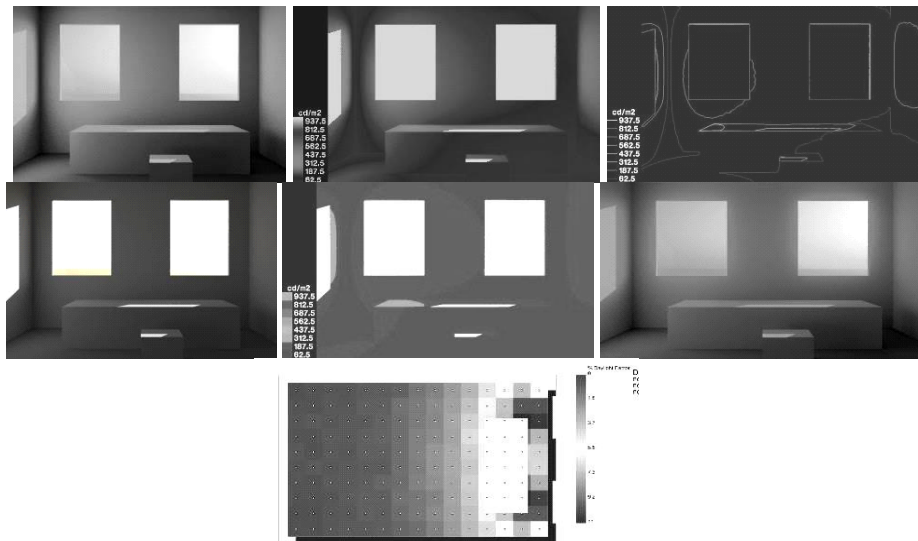
2.1 DIVA4Rhino

Program powstał w ramach pracy naukowej uczelni Harvard University, jako dodatek programu do modelowania 3D Rhinoceros, który służy do przeprowadzania środowiskowych analiz oświetlenia dziennego i elektrycznego zarówno dla budynków jak i krajobrazów urbanistycznych (Jakubiec, Reinhart 2011) Zasada działania programu została oparta na metodzie DIVA, co w tłumaczeniu z języka angielskiego opiera się na projektowaniu, iteracji, weryfikacji i adaptacji (Reinhart 2014). Program na podstawie geometrii 3D, określonej siatki punktów sensorycznych oraz wczytanych danych klimatycznych zintegrowanych za pomocą Radiance i DAYSIM przeprowadza złożone symulacje, które można sklasyfikować w trzech grupach: analizy nasłonecznienia (ścieżka słońca, ilość godzin nasłonecznienia), analizy ilości natężenia oświetlenia i promieniowania słonecznego, analizy zacienienia, analizy oparte na danych klimatycznych (roczne oraz użytkowe ilości parametrów oświetleniowych) oraz analiza komfortu wizualnego. W procesie zauważono dużą złożoność obsługi programu oraz wymagany wysoki stopień wiedzy z zakresu techniki świetlnej od użytkownika. Wynikiem przeprowadzonych symulacji jest wersja graficzna w postaci obrazu w rozszerzeniu pliku .png (Rys.2-7) oraz zapis danych liczbowych do analizy zapisanych w oddzielny pliku, możliwych do odczytania w edytorze tekstowym bądź kalkulacyjnym.

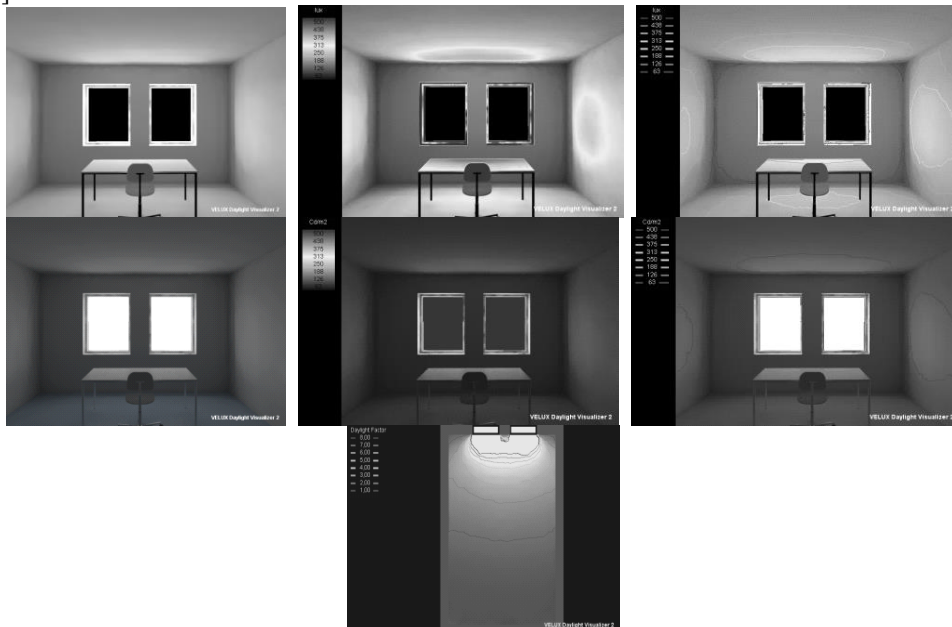
2.2 VELUX Daylight Visualizer

Program powstał, jako oprogramowanie docelowo dla architektów wspierające w procesie projektowania architektonicznego z uwzględnieniem paramentów oświetleniowych. VELUX Daylight Visualizer służy jako narzędzie do określania warunków oświetlenia światłem dziennym jako podstawę do wypracowania efektywnej strategii oświetleniowej (Moheet, Prashant 2012). Praca

w programie odbywa się w oparciu o wgraną geometrię 3D, zadane dane klimatyczne oraz ustalone właściwości materiałowe. Kolejne kroki programu są podzielone na zakładki w górnej części ekranu, co znacząco ułatwia pracę. Wynikiem przeprowadzonej symulacji jest grafika (Rys.8-14).



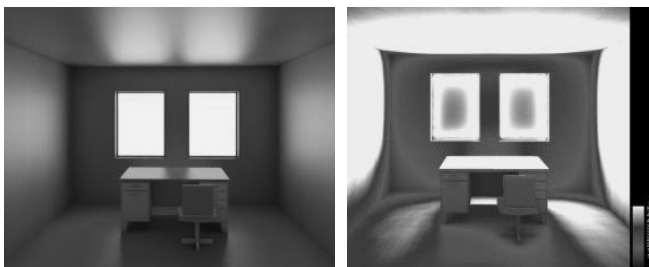
Prezentacja graficzna wybranych parametrów dla przykładowego pomieszczenia w DIVA4Rhino: **Rys.2.** Widok 3D Natężenie oświetlenia; **Rys.3.** Natężenie oświetlenia widok odwróconych kolorów; **Rys. 4.** Natężenie oświetlenia kontur ISO; **Rys. 5.** Rozkład luminancji; **Rys. 6.** Rozkład luminancji widok odwróconych kolorów; **Rys. 7.** Średni współczynnik oświetlenia dziennego [opracowanie własne].



Graficzna prezentacja wyników w programie Velux Daylight Visualizer: **Rys.8.** Widok 3D; **Rys.9.** Natężenie oświetlenia widok odwróconych kolorów; **Rys.10.** Natężenie oświetlenia linie ISO; **Rys.11.** Rozkład luminancji; **Rys.12.** Rozkład luminancji widok odwróconych kolorów; **Rys.13.** Rozkład luminancji linie ISO **Rys.14.** Średni współczynnik oświetlenia dziennego [opracowanie własne]

2.3 Autodesk Revit z dodatkiem Lighting Analysis

Lighting Analysis jako rozszerzenie programu do projektowania architektonicznego Autodesk Revit pozwala na wykonywanie podstawowej analizy oświetlenia: parametru natężenia oświetlenia. Program powstał i w dużej mierze jest przystosowany do przeprowadzania oraz odczytywania wyników oceny do certyfikacji wielokryterialnej LEED w bardzo krótkim czasie. Zasada działania programu opiera się na przygotowaniu modelu 3D w programie Autodesk Revit za pomocą technologii BIM (ang. Building Information Modelling). Następnie w rozszerzeniu Lighting Analysis ustawienie podstawowych danych klimatycznych oraz lokalizacyjnych. Program za pomocą połączenia internetowego przeprowadza symulacje w usłudze Autodesk Rendering cloud. Wynikiem symulacji natężenia oświetlenia są grafiki w formacie .png (Rys.15-16), a dla rezultatów LEED zestawienia tabelaryczne.



Graficzna prezentacja wyników w programie Autodesk Revit z rozszerzeniem Lighting Analysis: **Rys.15.** Widok 3D; **Rys.16.** Natężenie oświetlenia widok odwróconych kolorów [opracowanie własne]

3. Wnioski

Testy trzech programów przy założeniu tych samych parametrów pomieszczenia doprowadziły do zrozumienia oraz klasyfikacji możliwych do wykonania symulacji w programach (Tab. 2).

Tab. 2. Zestawienie możliwych do wykonania symulacji w poszczególnych programach [opracowanie własne].

Typ oświetlenia	Typ symulacji	Autodesk Revit + Lighting Analysis	Rhinoceros + DIVA4Rhino	Velux Daylight Visualizer
Dzienne	Natężenie oświetlenia (Illuminance) [lux]	+	+	+
Dzienne	Luminacja (Luminance) [cd/m2]	-	+	+
Dzienne	Współczynnik oświetlenia dziennego (Daylight Factor) [%]	-	+	+

Przeprowadzone badanie pokazuje, że wszystkich analizowanych programach możliwa do wykonania jest symulacja natężenia oświetlenia dziennego. Dodatkowo ustalono, że oprócz wygenerowania grafiki natężenia oświetlenia z pokazaniem odwróconych kolorów, która jest najlepszym narzędziem do oceny warunków oświetleniowych we wnętrzu, w programach VELUX Daylight Visualizer oraz DIVA4Rhino możliwy jest zapis za pomocą konturu ISO. W tych dwóch programach możliwe jest też określenie poprzez przeprowadzenie symulacji parametrów: luminancji oraz współczynnika oświetlenia dziennego. Lighting Analysis jako rozszerzenie do Autodesk Revit nie posiada opcji przeprowadzenia wymienionych wyżej symulacji.

Kolejne zestawienie tabelaryczne (Tab.3.) ukazuje poziom trudności poszczególnych kroków przeprowadzenia symulacji światła dziennego. Ocena została dokonana na podstawie przeprowadzonego procesu generowania wyników kolejno w poszczególnych programach poddanych analizie. Zostały porównane podstawowe czynności jak obsługa interface oraz wprowadzanie geometrii, następnie wprowadzanie danych do przeprowadzenia symulacji

(lokalizacyjnych i klimatycznych oraz właściwości materiałowych). Kolejno został oceniony stopień zaawansowania poszczególnych kroków rozumianych jako bezpośrednie przeprowadzanie symulacji oświetlenia dziennego.

Tab. 3. Poziom trudności poszczególnych kroków przeprowadzenia symulacji światła dziennego [opracowanie własne].

	Autodesk Revit + Lighting Analysis	Rhinoceros + DIVA4Rhino	Velux Daylight Visualizer
Obsługa interface	Podstawowe	Zaawansowane	Podstawowe
Wprowadzanie geometrii	Zaawansowane	Podstawowe	Podstawowe
Wprowadzanie danych lokalizacyjnych oraz klimatycznych	Średniozaawansowane	Zaawansowane	Średniozaawansowane
Wprowadzanie właściwości materiałowych	Średniozaawansowane	Średniozaawansowane	Średniozaawansowane
Przeprowadzanie symulacji	Średniozaawansowane	Zaawansowane	Podstawowe
Poziom wiedzy z zakresu techniki świetlnej do wykonania symulacji	Średniozaawansowane	Zaawansowane	Podstawowe

Na podstawie podrównania trzech programów do symulacji oświetlenia dziennego można stwierdzić, że najmniej skomplikowanym i złożonym w obsłudze oraz wymagającym w najmniejszym zakresie wiedzy z techniki świetlnej jest program VELUX Daylight Visualizer. Większość kroków wykonania symulacji została oceniona jako podstawowe. Do przeprowadzenia symulacji i oceny uzyskanych rezultatów użytkownik potrzebuje podstawowej wiedzy z zakresu techniki świetlnej dotyczącej charakterystyki danych klimatycznych oraz właściwości optycznych materiałów wykończenia wnętrza. Kroki te zostały ocenione jako średniozaawansowane. Rozszerzenie Lighting Analysis do programu Autodesk Revit, pomimo możliwości przeprowadzenia jednej z żądanych symulacji został określone jako trudniejsze, głównie z powodu pracy z modelowaniem BIM, które wymaga od użytkownika biegłości w użyciu tego oprogramowania oraz przeprowadzaniu symulacji poprzez zewnętrzny serwer internetowy. Program DIVA4Rhino jako dodatek do Rhinoceros został zaklasyfikowany jako najtrudniejszy w użyciu dla początkującego użytkownika przez największy stopień dokładności określenia danych wejściowych oraz parametrów symulacji oraz jako wymagający specjalistycznej, pełnej wiedzy dotyczącej zagadnień oświetleniowych.

Podsumowując, dla początkującego użytkownika chcącego wykonać symulacje oświetlenia dziennego zaleca się poprzedzenie wykorzystania oprogramowania studiami z zakresu techniki oświetleniowej w połączeniu z poznaniem metody przeprowadzania symulacji opartej na wykorzystaniu danych klimatycznych, ze względu na złożoność charakterystyki oświetlenia dziennego. Stanowi ona wiedzę niezbędną do wykonania oraz oceny rezultatów uzyskanych w każdym z omawianych programów do symulacji oświetlenia dziennego w budynkach. Ze względu na wzrastającą wśród architektów, inżynierów oraz inwestorów świadomością zarządzania, prowadzenia oraz wykonywania projektów architektonicznych zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, jak i dynamicznym rozwojem dostępnego oprogramowania i narzędzi komputacyjnych oraz jednoczesnym zwiększeniem wymagań projektowych poprzez liczne regulacje prawne, systemy certyfikacji budynków oraz szczegółowe wytyczne i dyrektywy, w przyszłości użycie oprogramowania do oceny i analizy światła dziennego będzie stanowić konieczny oraz obowiązujący element procesu projektowego.

4. Literatura

- Boyce PR (2014) Human Factors in Lighting:8-9.
 Jakubiec JA, Reichart C (2011) DIVA 2.0: integrating daylight and thermal simulations using Rhinoceros 3D, DAYSIM and EnrgyPlus. Proceedings of Buildings Simulations 2011 Conference.

- Moheet V, Prashant KS (2012) Simple Tool for Energy Analysis of Day Lighting and Artificial Lighting for a Typical Office Building Lighting System Design. *International Journal of Energy Engineering* 2 No. 6: 332-338.
- Płachciak A (2011) Geneza idei rozwoju zrównoważonego. *Ekonomia* 5: 231-247.
- Pracki P (2011) Projektowanie oświetlenia wnętrz: 12-27.
- PN-EN 12464-1: 2004 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- Reinhart C (2014) *Daylighting Handbook I Fundamentals Designing with the Sun*: 16-18.
- The 2017 Nobel Prize in Physiology or Medicine - Press Release. (2014) Nobel Media AB. Dostęp: 11 grudnia 2017.
- Turlej Z (2012) Narzędzia projektowania oświetlenia dziennego w budynkach. *Prace instytutu elektrotechniki*, zeszyt 256: 301-310.
- U.S. Green Bulding Council <http://leed.usgbc.org/leed.html>, dostęp 20 grudnia 2017.

21. Występowanie mostków termicznych w przegrodach przyczyną rozwoju pleśni i grzybów w budynku

The occurrence of thermal bridges in the partitions as a cause of mold and fungi development in the building

Sylwia Złowodzka, Anna Barbara Złowodzka

Katedra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa Energooszczędnego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

Sylwia Złowodzka: s.zlowodzka@pb.edu.pl.

Słowa kluczowe: mostki cieplne, parametry cieplne przegród, grzyby i pleśnie, wilgoć

Streszczenie

Grzyby i pleśnie w pomieszczeniach zamkniętych są dużym zagrożeniem mikrobiologicznym dla zdrowia przebywających tam ludzi. Jedną z przyczyn ich rozwoju jest występowanie w przegrodach mostków termicznych, które mogą powodować zawilgocenie elementów budowlanych. W prezentowanym artykule przedstawiono wpływ występowania mostków termicznych na zawilgocenie przegród. Omówiono najczęstsze wady konstrukcyjne stwarzające warunki do rozwoju grzybów a także sposoby ich uniknięcia.

1. Wstęp

W dzisiejszych czasach przykładą się dużą wagę do jakości powietrza w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi. Zapewnienie odpowiedniego komfortu użytkownikom jest zadaniem, którym interesują się nie tylko inżynierowie ale także lekarze czy biolodzy (Kwiatkowski i in. 2010). Niewątpliwie nieodpowiednie warunki klimatu w domach mają negatywny wpływ na samopoczucie i zdrowie ich mieszkańców. Grzyby i pleśnie mogą powodować alergie i astmy. Poza tym występujące na powierzchni przegród ciemne przebarwienia są zjawiskiem niezwykle nieestetycznym. Długotrwała działalność pleśni i grzybów może doprowadzić nawet do uszkodzenia elementów konstrukcyjnych. Najlepszym środowiskiem do rozwoju pleśni i grzybów są miejsca o podwyższonym zawilgoceniu i umiarkowanych temperaturach. W przypadku pojawienia się pleśni na ścianach wewnątrz pomieszczeń najprawdopodobniej mamy do czynienia z miejscami w których występują mostki termiczne (Sawicki 2015). Mostki to obszary o zwiększonym ryzyku powstawania powierzchniowej kondensacji pary wodnej. Najczęściej występują w miejscach połączeń dwóch, trzech przegród czyli w tak zwanych węzłach konstrukcyjnych (Werner-Juszczuk i Rynkowski 2015). Główną przyczyną ich powstawania są błędy projektowe oraz wykonawcze.

Do obszarów w przegrodach o stałej podwyższonej wilgotności łatwo przylegają mikrocząsteczki organiczne (kurz, tłuszcz itp.) tworząc znakomite warunki dla rozwoju pleśni. Osadzające się na takim podłożu zarodniki pleśni bardzo szybko wytwarzają grzybnię, która systematycznie wrasta w przegrodę. Obumieranie starych komórek i mnożenie się nowych jest możliwe dzięki obecności substancji organicznych, stanowiących podłoże dla rozwoju innych organizmów. Wraz ze wzrostem kolonii pleśni rośnie stopień absorbowanej przez nią wilgoci bytowej, która jest naturalnym elementem codziennego życia. W wyniku tego powiększa się zakres oddziaływania pleśni na przegrodę, a warunki mieszkaniowe zdecydowanie ulegają pogorszeniu (Sawicki 2015). Nie wolno zwlekać z walką z pleśnią i grzybem na powierzchni przegrody gdyż to nie sam grzyb stwarza zagrożenie, ale to czego nie widać czyli jego zarodniki i mikotoksyny. Niektóre grzyby i ich mikotoksyny wykazują działanie rakotwórcze, inne mutagenne jeszcze inne uczulające. Problem rozwoju pleśni i grzybów w budynkach jest niezwykle istotny choćby z tego względu, że w dzisiejszych czasach stale rośnie liczba osób mająca choroby nowotworowe, astmy czy alergie. Być może długotrwałe przebywanie w pomieszczeniach zainfekowanych przez mikotoksyny mogło przyczynić się do rozwoju tych chorób (Mniszek i Rogiński 2007).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wpływu występowania mostków termicznych na rozwój pleśni i grzybów. Omówione zostaną również inne przyczyny rozwoju pleśni oraz sposoby ich uniknięcia lub likwidacji

2. Mostki termiczne przyczyną rozwoju pleśni i grzybów.

Mostki to miejsca w przegrodzie budynku o znacznie wyższym współczynniku przewodzenia ciepła w stosunku do sąsiadujących z nim elementów przegrody. W obrębie oddziaływania mostków termicznych można zaobserwować obniżoną temperaturę na powierzchni przegrody. Jeżeli temperatura ta będzie niższa od tzw. temperatury punktu rosy przy danej wilgotności względnej powietrza, dojdzie do wykroplenia się pary wodnej. Aby określić ryzyko kondensacji powierzchniowej oraz rozwoju zagrzybienia wyznacza się dwa parametry: minimalną temperaturę powierzchni przegrody $\theta_{\min}$ oraz współczynnik temperaturowy f_{Rsi} . Na ryzyko wystąpienia kondensacji powierzchniowej ma wpływ izolacyjność przegrody, która jest określana na podstawie współczynnika przenikania ciepła U (Werner-Juszczuk i Rynkowski 2015).

W dobrze zaprojektowanych przegrodach czyli w takich, w których nie występuje ryzyko wystąpienia warunków sprzyjających rozwojowi pleśni i grzybów, zgodnie z normą PN-EN ISO 13788 powinien być spełniony następujący warunek:

$$f_{Rsi} > f_{Rsi,min} \quad (1)$$

$$\frac{U^{-1} - R_{si}}{U^{-1}} > \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \quad (2)$$

gdzie:

$\theta_{si,min}$ – minimalna dopuszczalna temperatura powierzchni [°C]

θ_e – średnia temperatura zewnętrzna w miesiącu [°C]

θ_i – temperatura powietrza wewnętrznego [°C]

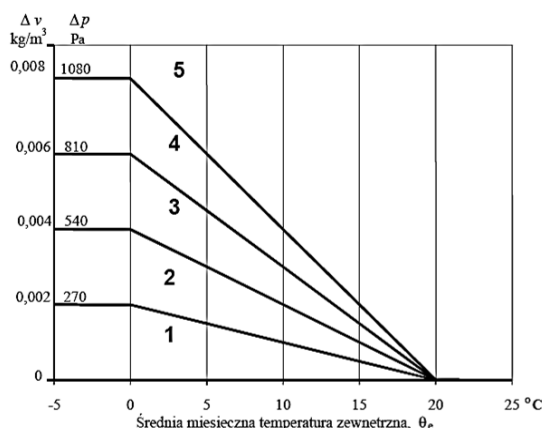
U – współczynnik przenikania ciepła przegrody [$\frac{W}{m^2K}$]

R_{si} – opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody [$\frac{m^2K}{W}$]; Wg PN-EN ISO 13788 przyjmuje się jako wartość stałą równą 0,25 [$\frac{m^2K}{W}$].

Powyższą procedurę obliczeniową ryzyka wystąpienia wilgoci należy rozpocząć od przygotowania danych pogodowych. Należy określić średnią miesięczną temperaturę i wilgotność zewnętrzną odpowiadającą lokalizacji badanego obiektu. Następnie należy wyznaczyć zewnętrzne ciśnienie cząstkowe pary wodnej. Kolejnym krokiem jest ustalenie warunków wewnętrznych tj. określenie temperatury projektowej oraz ciśnienia cząstkowego pary wodnej. W kolejnym etapie wyznacza się temperaturę powierzchni dla danej temperatury wewnętrznej, ciśnienie cząstkowe oraz krytyczną wilgotność względną wynoszącą 80%. Następnie określa się współczynnik obliczeniowy dla badanej powierzchni. Wewnętrzne ciśnienie pary zależy od zewnętrznego ciśnienia pary i klasy wilgotności wewnętrznej obiektu (rys.1). Wyróżniamy 5 klas wilgotności w zależności od typu budynku np. mieszkania z małą liczbą mieszkańców odpowiada 3 klasie wilgotności (Kwiatkowski i in. 2010). Dopiero po wyznaczeniu wszystkich wartości składowych można sprawdzić warunek (1).

Prawidłowo wykonany projekt budynku powinien już na wstępie uwzględniać możliwy wpływ czynników zewnętrznych na materiały budowlane przegród. W rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, zapisane są konkretne warunki, które powinien spełniać budynek, aby zapewnić mu należyty ochronę przed zawilgoceniem i korozją biologiczną. Wydawać by się mogło, że problem rozwoju pleśni dotyczy głównie starych nieogrzewanych budynków. Niestety coraz częściej dotyczy on także obiekty nowopowstałe. Błędy, które popełniają architekci to np. zły dobór materiałów, niewłaściwe rozwiązania detali architektonicznych, niewłaściwe zaprojektowanie zabezpieczeń, które chronią budynek przed wilgocią i zmianami temperatury. Zdarza się, że „usterki” powstaną podczas prac budowlanych. Mostki cieplne mogą wynikać na przykład ze zbyt słabego zaizolowania

jakiegoś elementu jak w przypadku niewykonania izolacji ściany w obrębie otworów okiennych czy też drzwiowych. (Mniszek i Rogiński 2007). W miejscach osłabionych czyli tam gdzie brakuje materiału termoizolacyjnego dochodzi do wyziębienia konstrukcji budynku oraz intensywnego procesu kumulacji wilgoci w murze oraz kondensacji wilgoci na powierzchni ścian od wewnątrz. O istnieniu mostka często użytkownik lokalu dowiaduje się gdy wystąpi zagrzybienie. Aby wykryć potencjalny mostek termiczny należy w sezonie zimowym dokonać pomiarów za pomocą kamery termowizyjnej. Wówczas będziemy mieli pewność, że powstałe zagrzybienie wynika z wady konstrukcyjnej (mostka) badanego budynku (www.odgrzybianie-mieszkan.blogspot.com) Na rysunku nr 2 przedstawiono termogram wykonany na zagrzybnym narożniku pomieszczenia mieszkalnego.



Rys. 1. Zależność zmiany wilgotności wewnętrznej klasy od temperatury zewnętrznej (PN-EN ISO 13788).



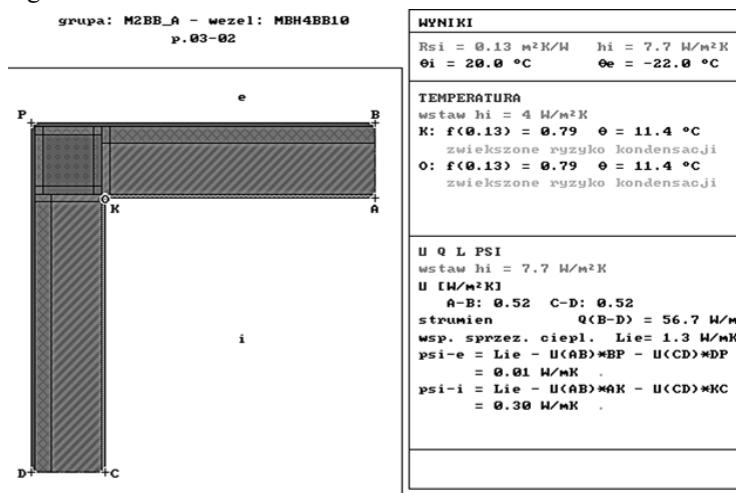
Rys. 2. Badanie termowizyjne naroża zajętego przez pleśń (www.termocert.com.pl).

Rozwój pleśni w narożniku jest wynikiem istnienia mostka termicznego w miejscu łączenia przegród (np. jak w tym przypadku połączenie ściany i stropu) przy jednoczesnym braku odpowiedniej wentylacji pomieszczeń. W narożniku przy suficie dochodzi do lokalnego obniżenia temperatury powierzchni przegrody. Przyczyną takiego stanu może być np. źle docieplony wieniec. Przy niskiej temperaturze zewnętrznej i wysokiej wilgotności powietrza wewnątrz na tej powierzchni następuje wykroplenie pary wodnej, co w konsekwencji prowadzi do rozwoju grzybów i pleśni (Idzikowski 2008).

Mostki termiczne mają duży wpływ na przenikanie ciepła przez przegrodę. Do oceny wpływu mostków termicznych na całkowity bilans energetyczny budynku stosuje się katalogi typowych mostków termicznych, w postaci rozwiązań detali konstrukcyjnych budynku. W obliczeniach energetycznych korzysta się z normy PN-EN ISO 14682:2008 na podstawie której

można oszacować jedynie liniowy współczynnik przenikania ciepła ψ . Należy pamiętać, że wartości przyjęte na podstawie tej normy są mocno przybliżone i nie dają możliwości pełnej oceny danego węzła. Dodatkowo aby określić pełen zakres oddziaływania ciepłno-wilgotnościowego mostka należy wyznaczyć omawiany wcześniej współczynnik temperaturowy f_{Rsi} .

Istnieją inne katalogi mostków, w których jest możliwość edycji podstawowych danych węzła. Takim katalogiem jest program EuroKobra. Zawiera on dużą bazę mostków termicznych z możliwością ich edycji przez użytkownika np. zmiany wymiarów, wartości temperatury zewnętrznej i wewnętrznej, współczynnika przewodzenia ciepła oraz rodzaju materiału poszczególnych elementów. Dzięki temu w szybki i dosyć prosty sposób można wyznaczyć dla konkretnej przegrody nie tylko wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła, który charakteryzuje mostek, ale także uzyskanie informacji dotyczących temperatury w charakterystycznych punktach przegrody. Aplikacja jednocześnie umożliwia ocenę ryzyka wystąpienia kondensacji pary wodnej na powierzchni przegrody, co jest istotne jeśli potrzebna jest informacja o potencjalnym zagrożeniu miejsca rozwojem pleśni i grzybów. Oprócz wartości liczbowych program daje możliwość prezentacji wyników w formie graficznej w postaci rozkładu izoterm i linii strumienia ciepłego. EuroKobra, ze względu na możliwość wprowadzania zmian w detalach dostępnych w katalogu, daje możliwość otrzymania dokładniejszych informacji odnośnie właściwości cieplnych przegród budowlanych w stosunku do katalogów normowych jak np. PN EN ISO 14683:2008 (Physibel 2001). Na rysunku 3 przedstawiono przykładowy raport uzyskany za pomocą katalogu EuroKobra.



Rys. 3. Raport programu EuroKobra- narożnik wypukły ze słupem żelbetowym.

Na podstawie rys. 3 można zauważyć, że w rozważanym rozwiązaniu konstrukcyjnym w miejscu występowania słupa żelbetowego (naroże) dochodzi do zwiększonego ryzyka kondensacji pary wodnej na powierzchni przegrody (punkt O, K na rys. 3). Takie miejsce jest narażone na etapie eksploatacji na rozwój pleśni i grzybów. Aby poprawić jakość tego rozwiązania można by np. zwiększyć grubość izolacji termicznej. Dzięki aplikacji EuroKobra w szybki sposób można ocenić jakość przegrody. Niestety w tym programie ilość detali i rozwiązań budowlanych jest ograniczona i nie zawsze da się dopasować rozwiązania projektowe do tych z katalogu. W celu dokładniejszych analiz węzłów konstrukcyjnych, aby uniknąć już na etapie projektowania występowanie mostków, należałoby zamodelować połączenia przegród w zaawansowanym programie komputerowym np. AnTherm. Pozwoliłoby to na precyzyjne określenie parametrów ciepłno-wilgotnościowych danego miejsca, dając możliwość uniknięcia problemów z rozwojem pleśni. Niedogodnością jest to, że obsługa programu tego typu wymaga odpowiednich umiejętności a interpretacja otrzymanych wyników posiadania wiedzy inżynierskiej.

W celu uniknięcia mostków cieplnych bądź zminimalizowania ich negatywnego wpływu, należy pamiętać o zachowaniu ciągłości warstwy izolacji w przegrodach zewnętrznych i na ich

połączeniach oraz zachowaniu staranności przy wykonywaniu robót dociepleniowych. Produkty przeznaczone do izolacji przegród zewnętrznych należy wybierać zgodnie z ich przeznaczeniem. Na przykład do izolacji dachu jedno czy dwuspadowego najlepiej wybrać sprężysty materiał izolacyjny dzięki czemu łatwiej dopasuje się i lepiej wypełni przestrzeń, którą izolujemy. Należy pamiętać, że materiał docieplenia montujemy zarówno pomiędzy krokwiami, jak i pod nimi. Dobrze jest zachować drożną szczelinę wentylacyjną, co pozwoli uniknąć wykroplenia się pary wodnej w przegrodzie (www.muratordom.pl).

3. Inne przyczyny rozwoju grzybów oraz sposoby ich uniknięcia.

Poza występowaniem mostków termicznych w przegrodach, czyli miejsc potencjalnie osłabionych, istnieją inne przyczyny pojawienia się zawilgocenia. Przykładem może być przebieg w murze nieocieplonych rur wodociągowych, których występowanie ma podobne skutki jak w przypadku mostków termicznych. Problem ten można usunąć poprzez otulenie owych rur. Inną przyczyną zawilgocenia przegród mogą być wadliwie działające instalacje wodno-kanalizacyjne, niewłaściwe systemy odprowadzania wód deszczowych lub ich uszkodzenie a także błędy rozwiązań konstrukcji budynku powodujące podciekanie np. brak lub nieprawidłowe wykonanie okapów, niewłaściwe spadki dachów, balkonów czy tarasów. Prace związanych z usunięciem zawilgocenia i miejsc zagrzybionych należy rozpocząć od naprawy usterek, które są przyczyną ich rozwoju. Dopiero w dalszym etapie można zastosować metody mechaniczne usuwania pleśni (zdzieranie zainfekowanych powierzchni) lub chemiczne (za pomocą środków pleśnio i grzybobójczych) (Sawicki 2015).

Bardzo dobre warunki do rozwoju pleśni i grzybów występują przy temperaturach 18-35°C i wilgotności względnej powyżej 60% (Kwiatkowski i in. 2010). Zatem należy zadbać o odpowiednie warunki higieniczno-zdrowotne w naszych domach. Tu dużą rolę odgrywa sprawny system wentylacji, który zapewni odpowiednią wymianę powietrza i utrzymanie optymalnej wilgotności powietrza na poziomie ok 50%. W dotychczas wznoszonych budynkach najczęściej projektowano wentylację grawitacyjną, głównie przez jej prostotę. Niektórzy użytkownicy aby uniknąć napływu chłodnego powietrza w okresie zimowym zasłaniali kratki wentylacyjne. To powodowało, że system wentylacji naturalnej nie funkcjonował prawidłowo. Należy pamiętać, że ten rodzaj wentylacji do poprawnego funkcjonowania wymaga zapewnienia napływu powietrza zewnętrznego. W starych budynkach do infiltracji powietrza dochodziło poprzez starą, drewnianą, często nieszczelną stolarkę okienną. Jednocześnie taki niekontrolowany przepływ powietrza powodował nadmierne wychładzanie się pomieszczeń, co było dużą wadą tego typu okien. Wprowadzenie nowych, szczelnych okien przyczyniło się do zaburzenia funkcjonowania naturalnej wentylacji. Aby zapewnić odpowiednią ilość powietrza zewnętrznego zaczęto produkować okna z tkz. nawiewnikami, które miały poprawić obieg powietrza w budynku. Należy jednak pamiętać, że taki system wentylacji nie daje możliwości dostarczenia ściśle określonej ilości powietrza a jedynie jego przybliżoną wielkość. Sposobem na zapewnienie odpowiedniej ilości wymian powietrza jest zastosowanie np. wentylacji mechanicznej. Jednak jest to system droższy w stosunku do tradycyjnego rozwiązania i wymaga obsługi (Wiśniewski i Dohoja 2012).

W obecnych czasach pojawienie się pleśni w nowych budynkach może wynikać ze zbyt szybkiego zasiedlania mieszkań czyli zaraz po ukończeniu ich budowy. Deweloperom zależy na jak najszybszym przekazaniu mieszkań w związku z czym nie ma możliwości naturalnego „sezonowania” budynku, które wiąże się z odparowaniem wody zawartej w materiałach budowlanych.

4. Podsumowanie i wnioski

Długotrwałe zawilgocenie przegród może doprowadzić do wystąpienia grzybów oraz pleśni. Nieestetyczne zmiany na ścianach, które powstają w wyniku ich rozwoju są trudne do usunięcia, powodują nieprzyjemny zapach w pomieszczeniach a także mogą być przyczyną problemów zdrowotnych jak np. alergie, infekcje układu pokarmowego a nawet przyczynić się do powstawania

chorób nowotworowych. Poza tym ich długotrwałe oddziaływanie na budynek może spowodować osłabienie elementów konstrukcyjnych np. w przypadku elementów drewnianych.

Pewne jest, że występowanie mostków termicznych w przegrodach budowlanych jest jedną z przyczyn powstawania i rozwoju pleśni i grzybów na ich powierzchni. Związane jest to z wychłodzeniem przegrody oraz powstawaniem powierzchniowej kondensacji pary wodnej. Najczęściej zjawisko to występuje w miejscach połączeń dwóch, trzech przegród czyli w tak zwanych węzłach konstrukcyjnych. Żle zaprojektowane węzły konstrukcyjne w połączeniu ze słabo działającą wentylacją sprzyjają rozwojowi zagrzybienia. Aby uniknąć tego problemu należy zadbać o odpowiedni napływ powietrza wentylacyjnego tj. sprawny system wentylacyjny a także wyeliminować (naprawić) osłabione miejsca w przegrodzie czyli tkz. mostki termiczne. Najczęściej wystarczy dołożyć czy też naprawić istniejącą warstwę termoizolacji. Ważne jest, aby nie dopuścić do powstania mostków termicznych już na etapie projektu. Miejsca potencjalnie zagrożone można przeanalizować pod kątem właściwości cieplno- wilgotnościowych przy wykorzystaniu prostych katalogów mostków czy też zaawansowanych programów komputerowych. Jeśli przegroda jest poprawnie zaprojektowana nie można zapomnieć o starannym wykonaniu robót budowlanych- nie tylko termoizolacyjnych, ale także obróbkę blacharskich, instalacyjnych i innych. Ważne jest również zapewnienie odpowiedniego sezonowania budynku po jego wzniesieniu.

5. Literatura

- Idzikowski P (2008) Grzyby i glony w obiektach budowlanych. Izolacje (5):43-45
- Kwiatkowski J i in. (2010) Metody oceny ryzyka wystąpienia kondensacji pary wodnej na wewnętrznych powierzchniach przegród. Czasopismo techniczne Półtechniki Krakowskiej (2-B):99-105.
- Mniszek W, Rogiński J (2007) Wady konstrukcyjne budynków przyczyną zagrzybień pomieszczeń. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach Nr 1 (3):31-44
- Physibel (2001) Eurokobra & Kobra, Instrukcja obsługi.
- PN-EN ISO 13788:2003, „Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku – Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa – Metody obliczania”.
- PN-EN ISO 14683:2008, „Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- Sawicki J (2015) Uciążliwa pleśń na ścianie – skąd się bierze i jak ją zwalczać.
www.izolacje.com.pl/artukul/id913,uciazliwa-plesn-na-scianie-skad-sie-bierze-i-jak-ja-zwalczac
(dostęp 12.12.2017)
- Werner-Juszczuk A J, Rynkowski P (2015) Ocena ryzyka wystąpienia kondensacji pary wodnej na powierzchni ściany klatki schodowej przy wykorzystaniu MEB. Symulacja w Badaniach i Rozwoju Vol.6 (1):57-65.
- Wiśniewski K, Dohojda M (2012) Przyczyny powstawania zawilgocenia przegród zewnętrznych na przykładzie budynku mieszkalnego w Warszawie. ACTA Architectura 11 (4):59-67.
www.murator-dom.pl/budowa/izolacje/mostki-cieplne-wilgotne-sciany-i-grzyb-skutki-zle-wykonanego-ocieplenia-scian-i-dachu,18_15226.html (dostęp 12.12.2017)
- www.odgrzybianie-mieszkan.blogspot.com/2016/02/mostki-termiczne-przyczyna-grzyba-i.html
(dostęp 12.12.2017)
- www.termocert.com.pl/termowizja-w-budownictwie/plesn-na-scianach.html (dostęp 5.12.2017)

Recenzenci rozdziałów w monografiach z kolekcji ISBN 978-83-65677-93-8:

dr hab. Damian Absalon, dr Jan Andrzejewski, prof. dr hab. Krzysztof Anusz, dr hab. inż. Piotr Arlet, dr hab. Katarzyna Bagan-Kurluta, dr hab. Maciej Barczewski, dr inż. Jacek Bartman, dr hab. inż. Marian Bartoszek, dr inż. Justyna Batkowska, dr inż. Piotr Bąska, dr hab. Teresa Bednarczyk, dr Jerzy Bednarski, dr Katarzyna Bergier, dr inż. Agnieszka Bielaszka, prof. dr hab. inż. January Bień, dr Barbara Bilewicz-Kuźnia, dr inż. Mariola Błaszczyk, dr Tomasz Błądek, prof. dr hab. Jacek Bleszyński, dr hab. Adam Bobryk, dr Michał Borodo, dr inż. Marta Borowska, dr inż. Tomasz Brynk, prof. dr hab. Jarosław Całka, dr Beata Całyniuk, dr hab. Witold Chabuz, dr hab. Piotr Chęłpiński, dr Dorota Chrobak-Chmiel, dr Agnieszka Chruścikowska, dr hab. Andrzej Ciążela, prof. dr hab. Jan Cielichowski, dr hab. inż. Adam Cwudziński, prof. dr hab. inż. Anna Cysewska-Sobusiak, dr Paweł Czarnecki, dr hab. Ewa Katarzyna Czech, dr inż. Małgorzata Czichy, dr inż. Klara Czyńska, dr Krzysztof Damaziak, dr hab. Paweł Daniel, dr hab. Anna Doliwa-Klepcka, dr Wioleta Drobik-Czwaro, prof. dr hab. Leszek Drozd, dr Renata Dudziak, prof. dr hab. inż. Włodzimierz Dudziński, dr inż. Krzysztof Durka, dr hab. Marzena Dyjakowska, dr Gabriela Dyrda, dr Magdalena Dziedzic, dr hab. Małgorzata Dzierżęcka-Gappa, dr inż. Małgorzata Dziecioł, prof. dr hab. inż. Marek Dziubiński, dr Marcin Dziwisz, prof. dr hab. Leonard Etel, dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, dr Wiesław Fidecki, dr hab. Marek Figura, dr hab. Paweł Filipiak, dr Piotr Filipiak, dr Jarosław Frączak, dr hab. Magdalena Gajęcka, dr inż. Mariusz Gamracki, prof. dr hab. Ryszard Gerlach, dr Artur Giełdoń, dr Wojciech Glac, prof. dr hab. Tomasz Głowiński, prof. dr hab. Agnieszka Gmitrowicz, dr hab. Sławomir Gonkowski, prof. dr hab. Józef Górniewicz, ks. prof. dr hab. Krzysztof Gózdź, dr Marcin Graż, dr hab. Joanna Hawlena, dr Iga Hołyńska-Iwan, dr Magdalena Jaciow, dr Magdalena Jankowska-Wajda, dr inż. Tomasz Jankowski, dr inż. Paweł Jelec, dr hab. Andrzej Junkuszew, dr Agata Kabała-Dzik, dr Alena Kacmarova, dr Marta Kaczmarek-Ryś, dr hab. Hanna Karakuła-Juchnowicz, dr inż. Robert Kasner, prof. dr hab. inż. Nina Kazhar, dr inż. Krzysztof Kazuń, dr inż. Agata Kiciak, dr Dominika Kidaj, prof. dr hab. Marek Klimek, dr Joanna Klonowska, dr hab. Zbigniew Kobus, dr hab. Beata Kolny, dr Przemysław Kołodziej, dr inż. Bogusław Kołodziejski, dr hab. Jerzy Kopiński, dr Agnieszka Korchut, dr Grzegorz Korcyl, dr Monika Kornacka, dr hab. inż. Marta Kosior-Kazberuk, dr inż. Łukasz Kotwica, dr hab. Małgorzata H. Kowalczyk, dr Kamil Kowalski, prof. dr hab. Wojciech Kowalski, dr hab. Katarzyna Kozłowicz, dr hab. Piotr Krakowiak, dr Marlena Krawczyk-Suszek, dr hab. Marta Krenz-Niedbała, ks. dr hab. Piotr Kroczek, dr inż. Karol Król, dr Celina Kruszniewska-Rajs, dr inż. Krzysztof Krzysztofowicz, dr Waldemar Kuczma, dr inż. Edyta Kudlek, dr Joanna Kula-Gradzik, dr hab. inż. Andrzej Kulig, dr inż. Tomasz Kulpa, dr Marcin Kunecki, dr hab. inż. Robert Kunkel, dr hab. Małgorzata Kwiecień, dr Marzanna Lament, prof. dr hab. Katarzyna Laskowska, dr inż. Magdalena Lech, dr inż. Justyna Libera, prof. dr hab. Tadeusz Linkner, prof. dr hab. Anna Lityńska, dr hab. Wiesław Lizak, dr inż. Aneta Lorek, dr hab. inż. Magdalena Janus, dr Tariq Mahmood, dr inż. Ewa Malczyk, dr hab. inż. Justyna Martyniuk-Pęczek, dr Sławomir Maślanka, dr hab. Jacek Matulewski, dr Artur Mazurek, dr Anna Michalska-Bańkowska, dr inż. Paweł Michalski, prof. dr hab. Jan Miciński, dr hab. ks. Bogusław Migut, dr hab. Krzysztof Mikołajczuk, dr Barbara Milewicz-Bednarska, prof. dr hab. inż. Piotr Miller, dr hab. Maria Mocarz-Kleindienst, dr Sylwia Mojsym-Korybska, dr Marta Mozgawa-Saj, dr inż. Adam Mroziński, dr hab. Dorota Narożna, dr hab. Oktawian Nawrot, prof. dr hab. Stanisław Sławomir Nicieja, dr Joanna Nieć, prof. dr hab. Mateusz Nieć, dr Jacek Niedźwiecki, dr hab. Jerzy Nita, dr Katarzyna Nowak, dr hab. Zbigniew Nowak, prof. dr hab. inż. Lucyna Nyka, dr hab. Ireneusz Ochmian, dr inż. Paweł Ogrodnik, dr hab. Dorota Olszewska-Słonina, dr hab. Krzysztof Oplustil, prof. dr hab. inż. Leszek Opyrchal, prof. dr hab. Lucjan Pajak, prof. dr hab. inż. Zbigniew Paszkowski, dr inż. Agnieszka Pawłowska, dr inż. Marek Piątek, dr inż. Paweł Pietrusiewicz, dr Karol Pilorz, dr hab. Monika Pitucha, dr hab. Magdalena Polak-Berecka, dr hab. Renata Polaniak, dr inż. Kornelia Polek-Dvraj, dr Piotr Pomorski, dr inż. Arkadiusz Popławski, dr Agnieszka Potyrańska, dr hab. Krzysztof Pudelko, dr Rafał Raczyński, dr hab. Zenon Rajfur, prof. dr hab. Konrad Rejdak, dr hab. Piotr Romańczyk, dr inż. Andrzej Roszkowski, dr hab. Lucyna Rotter, dr Monika Różańska-Boczula, dr inż. Jarosław Rubacha, dr inż. Maciej Rumiński, dr inż. Bogdan Ruszczak, dr hab. Justyna Rybak, dr hab. Stanisław Rybicki, dr Liliana Rytel, dr inż. Martyna Rzelewska, dr inż. Beata Sadowska, prof. dr hab. Zygmunt Sadowski, dr Artur Sajnog, dr Rafał Sawicki, dr hab. inż. Gabriela Siawrys, dr hab. inż. Jarosław Sidun, dr Grzegorz Siebielec, dr hab. inż. Waldemar Skomudek, dr hab. Agnieszka Skowrońska, prof. dr hab. Wojciech Skóra, prof. dr hab. Elżbieta Skrzypek, dr inż. Grzegorz Sławiński, dr hab. Beata Smolik, dr Marta Sobańska, prof. dr hab. Wojciech Sońta, dr hab. inż. Michał Stosiak, dr hab. Maria Straś-Romanowska, dr hab. Alicja Sulek, dr hab. Lech Szczegół, dr inż. Mirosława Szewczyk, dr Sebastian Szklener, dr Agnieszka Szuklerek, dr Łukasz Szleszkowski, dr hab. Magdalena Sulc-Brzozowska, dr hab. Józef Szymański, dr Lidia Szymczak-Mazur, prof. dr hab. inż. Adam Maria Szymski, dr inż. Małgorzata Śmist, dr hab. Janusz Świniarski, dr hab. Bożena Targońska-Stępnia, prof. dr hab. inż. Elżbieta Trocka-Leszczynska, prof. dr hab. Paweł Turzyński, dr inż. Lechosław Tuz, dr hab. Witold Tyborowski, dr inż. Ewa Ura-Bińczyk, dr inż. Krystyna Urbańska, dr inż. Urszula Warzyńska, dr hab. Adam Waśko, dr inż. Dariusz Wawrentowicz, dr hab. Adrian Wiater, dr hab. Jacek Wilczyński, dr Lidia Anna Wiśniewska, dr hab. Piotr Wiśniewski, dr inż. Agnieszka Witecka, dr Wojciech Witkowski, dr inż. Alicja Wodnicka, dr Krzysztof Kamil Wojtanowski, dr hab. Filip Wolański, dr Łukasz Wolko, dr hab. Karolina Wójcik, prof. dr hab. Maria Wróbel, dr inż. Joanna Wyczarska-Kokot, dr Adrian Zając, dr hab. Przemysław Zalewski, dr hab. Jerzy Zalewski, dr hab. Bożena Zawadzka, prof. dr hab. Anna Zdziennicka, prof. Piotr Ziółkowski, prof. dr hab. Dariusz Złotkowski, dr inż. Maciej Zwierzchowski

W kolekcji „Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce” (ISBN 978-83-65677-93-8) ukazały się:

1. Nauki przyrodnicze - Część I – Żywnienie i żywność
(online: ISBN 978-83-65917-96-6; druk: ISBN 978-83-65917-97-3)
2. Nauki przyrodnicze - Część II (online: ISBN 978-83-65917-99-7; druk: ISBN 978-83-65917-98-0)
3. Nauki przyrodnicze - Część III (online: ISBN 978-83-66139-00-8; druk: ISBN 978-83-66139-01-5)
4. Nauki przyrodnicze - Część IV (online: ISBN 978-83-66139-03-9; druk: ISBN 978-83-66139-02-2)
5. Nauki przyrodnicze - Część V (online: ISBN 978-83-66139-04-6; druk: ISBN 978-83-66139-05-3)
6. Nauki przyrodnicze - Część VI – Ochrona Środowiska
(online: ISBN 978-83-66139-07-7; druk: ISBN 978-83-66139-06-0)
7. Nauki medyczne i nauki o zdrowiu - Część I (online: ISBN 978-83-65917-92-8; druk: ISBN 978-83-65917-93-5)
8. Nauki medyczne i nauki o zdrowiu - Część II (online: ISBN 978-83-65917-95-9; druk: ISBN 978-83-65917-94-2)
9. Nauki techniczne i inżynieryjne - Część I – Budownictwo i architektura
(online: ISBN 978-83-66139-08-4; druk: ISBN 978-83-66139-09-1)
10. Nauki techniczne i inżynieryjne - Część II (online: ISBN 978-83-66139-11-4; druk: ISBN 978-83-66139-10-7)
11. Nauki techniczne i inżynieryjne - Część III (online: ISBN 978-83-66139-12-1; druk: ISBN 978-83-66139-13-8)
12. Nauki techniczne i inżynieryjne - Część IV (online: ISBN 978-83-66139-15-2; druk: ISBN 978-83-66139-14-5)
13. Nauki techniczne i inżynieryjne - Część V (online: ISBN 978-83-66139-16-9; druk: ISBN 978-83-66139-17-6)
14. Nauki humanistyczne i społeczne - Część I (online: ISBN 978-83-65917-83-6; druk: ISBN 978-83-65917-82-9)
15. Nauki humanistyczne i społeczne - Część II – Ekonomia, działalność gospodarcza i bankowość
(online: ISBN 978-83-65917-84-3; druk: ISBN 978-83-65917-85-0)
16. Nauki humanistyczne i społeczne - Część III (online: ISBN 978-83-65917-86-7; druk: ISBN 978-83-65917-87-4)
17. Nauki humanistyczne i społeczne - Część IV – Pedagogika, edukacja, rodzina
(online: ISBN 978-83-65917-89-8; druk: ISBN 978-83-65917-88-1)
18. Nauki humanistyczne i społeczne - Część V – Prawo i administracja
(online: ISBN 978-83-65917-90-4; druk: ISBN 978-83-65917-91-1)