

UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Seria: Inżynieria Środowiska - nr 40

zeszyty
naukowe



**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersYTETU ZIELONOGÓRSKIEGO
NR 160**

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA – 40

ZIELONA GÓRA • 2015

REDAKCJA ZESZYTU NAUKOWEGO:

dr hab. inż. Andrzej Greinert, prof. UZ (*Redaktor Naczelny*)

Redaktorzy tematyczni:

prof. dr hab. inż. Andrzej Jędrzak, prof. dr hab. inż. Joachim Koziół,
prof. dr hab. inż. Tadeusz Kuczyński, prof. dr hab. inż. Zofia Sadecka,
dr hab. Michał Drab, prof. UZ, dr hab. Urszula Kołodziejczyk, prof. UZ,
dr hab. Zygmunt Lipnicki, prof. UZ, dr hab. Marlena Piontek, prof. UZ,
dr hab. inż. Nguyen Thi Bich Loc, prof. UZ

Redaktor techniczny:

dr inż. Ewelina Płuciennik-Koropczuk

Sekretarz:

dr inż. Magda Hudak

Redaktor statystyczny:

dr hab. inż. Michał Drab, prof. UZ

Redaktor językowy:

mgr Wojciech Wieluński (jęz. ang.)

Wydano za zgodą J.M. Rektora Uniwersytetu Zielonogórskiego

ISSN 1895-7323

SPIS TREŚCI

Agnieszka Tokarska-Osyczka – Czy można pogodzić turystykę z ochroną przyrody?	5
Agnieszka Tokarska-Osyczka, Grzegorz Iszkuło – Rezerwaty przyrody w odbiorze społecznym Studium Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego	15
Bogusław J. Wojtyszyn – Ekologiczna realizacja miasta „Solarcity” inwestycją w przyszłość zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich w Austrii.....	28
Katarzyna Nowińska – Odpady z procesu szybkiego pirometalurgicznego otrzymywania cynku i ołowiu oraz ich mobilność w środowisku gruntowo-wodnym	38
Anita Jakubaszek, Artur Stadnik – Ocena pracy przydomowych oczyszczalni ścieków BIO-DUO w pierwszych miesiącach eksploatacji	45
Ewa Wiśniowska, Beata Karwowska, Elżbieta Sperczyńska – Interwencyjne wykorzystanie zeolitów w oczyszczaniu ścieków	56
Jakub Kostecki, Michał Tesz – Zintegrowane centrum komunikacji w Zielonej Górze – koncepcja rewitalizacji terenu przydworcowego	64
Małgorzata Sztubecka, Jacek Sztubecki – Badania klimatu akustycznego na terenach rekreacyjno-wypoczynkowych.....	80
Magdalena Nakielska – Komin słoneczny – studium przypadku	88

AGNIESZKA TOKARSKA-OSYCZKA*

**CZY MOŻNA POGODZIĆ TURYSTYKĘ
Z OCHRONĄ PRZYRODY?**

Streszczenie

Turystyka przyrodnicza, której celem jest poznanie bioróżnorodności flory i fauny, jest ostatnio jedną z ciekawych propozycji spędzania wolnego czasu. Obszary przyrodniczo cenne stanowią bardzo atrakcyjne miejsca wędrówek turystycznych. W wielu wypowiedziach i opracowaniach zauważyć można jednak dysonans między intensyfikacją obecności człowieka na danym terenie, a ochroną jego walorów przyrodniczych. W pracy opisano różnice między turystyką przyrodniczą i turystyką masową, z założeniem pojemności i chłonności turystycznej przyrody jako wskaźnika dla możliwości użytkowej w tych kategoriach.

Słowa kluczowe: turystyka, rezerwat, park krajobrazowy, obszar przyrodniczo cenny, ścieżka dydaktyczna

WSTĘP

Współcześnie człowiek coraz częściej dąży do bliskiego kontaktu z przyrodą. Wiedza z książek czy Internetu przestaje być wystarczająca, dlatego coraz częściej obserwuje się (wśród różnych grup wiekowych) edukacyjne wyjazdy na łono natury, w tym również na obszary objęte którąś z form ochrony przyrody. Branża turystyczna, podążając za tym nowym trendem, zaczęła oferować swoim klientom wyjazdy ekoturystyczne będące na niego odpowiedzią. Osoby zajmujące się na co dzień tematyką przyrodniczą zastanawiają się, czy możliwa jest jednoczesna ochrona cennych dóbr natury i dopuszczenie do nich turystów.

* Ogród Botaniczny Uniwersytetu Zielonogórskiego; Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Nauk Biologicznych,

TURYSTYKA PRZYRODNICZA, A TURYSTYKA ZRÓWNOWAŻONA

Turystyka przyrodnicza (ekoturystyka) to termin odnoszący się do dość nowej formy aktywności turystyczno-rekreacyjnej, której realizacja wymaga wykorzystania określonych walorów przyrody [Miedzińska 2008]. Według ujęcia Mazurczak [2008], na kontynencie europejskim od lat 90. XX w. ekoturystyka cieszy się coraz większą popularnością i stanowi jedną z alternatywnych form aktywności turystycznej na obszarach chronionych. Podstawowymi dobrami, które wpływają na jakość i sposób wypoczynku ludzi w danym regionie, w tym na rodzaj turystyki są: powierzchnia ziemi, rzeźba terenu, wody, klimat, roślinność i zwierzęta. Dobra te są ze sobą ściśle powiązane i tworzą elementy wzajemnie na siebie oddziałujące zwane geokompleksami. Geokompleksy mogą być wykorzystywane jako: dobra fizyczne, elementy edukacyjne bądź elementy emocjonalne [Miedzińska 2008]. Mazurczak [2008] dodała, że uczestnikami ekoturystyki są głównie ludzie o wysokiej świadomości ekologicznej i wrażliwości przyrodniczej. Kiryluk [2005a] wyróżniła oprócz ekoturystyki na obszarach przyrodniczo cennych inne formy turystyki, takie jak: turystyka krajoznawcza, kwalifikowana, uzdrowskowa, wypoczynkowa oraz agroturystyka. Natomiast Miedzińska [2008] dodała jeszcze: turystykę krajobrazową, poznawczą, edukacyjną, leśną, geoturystykę i kolekcjonerstwo lub zbieractwo.

Według Kiryluk [2005a], na różnych obszarach przyrodniczo cennych można realizować odmienne formy turystyki. Zależy to głównie od takich elementów jak: rodzaj walorów turystycznych i zagospodarowania turystycznego, czy forma ochrony przyrody. W rezerwatach przyrody dominującą formą turystyki jest turystyka krajoznawcza, w parkach narodowych: turystyka krajoznawcza oraz kwalifikowana po wyznaczonych szlakach, w parkach krajobrazowych: turystyka krajoznawcza, kwalifikowana, wypoczynek pobytowy, lecznictwo uzdrowskowe oraz turystyka codzienna i świąteczna. Turystyka krajoznawcza, która dominuje w rezerwatach przyrody, odnosi się głównie do korzystania ze wszystkich oznakowanych szlaków turystycznych, ścieżek przyrodniczo-dydaktycznych oraz punktów widokowych. Forma tej turystyki posiada dwa pozytywne aspekty: najmniej wpływa na formy ochrony przyrody oraz nie potrzebuje kompleksowego zagospodarowania turystycznego. Można wyróżnić tutaj: turystykę przyrodniczą, gdzie głównym celem jest poznanie bioróżnorodności flory i fauny oraz turystykę kulturową, gdzie turysta nastawia się głównie na zwiedzanie obiektów dziedzictwa kulturowego.

Jak podała Miedzińska [2008], zasięg turystyki przyrodniczej jest nieograniczony. Może być ona realizowana zarówno na obszarach: dzikich, jak i naturalnych (nieurządzonych czy inaczej antropogenicznie przekształconych). Obszary te mogą mieć wyraźne granice naturalne lub administracyjne, być obiektami historycznymi, bądź współczesnymi.

Rozwój turystyki przez wielu jest postrzegany w kategorii poprawy jakości życia społeczeństwa, które ostatnimi laty dąży do: zdrowego trybu życia, do kontaktu z naturą oraz do osiągnięcia równowagi psychicznej i dobrego samopoczucia. Zwiększenie liczby turystów biorących udział w różnych formach turystyki przyrodniczej może jednak negatywnie wpływać na obszary przyrodniczo cenne. Dlatego szczególnego znaczenia nabiera realizowanie zadań gospodarki turystycznej na tych obszarach zgodnie z zasadami zrównoważonego użytkowania obszarów. Wprowadzenie zasad turystyki zrównoważonej niesie ze sobą wiele korzyści dla społeczności miejskich, władz lokalnych i regionalnych oraz dla środowiska przyrodniczego [Szczepanowski 2005].

Miedzińska [2008] zapisała, że głównymi założeniami programowymi zrównoważonej turystyki są:

- wyłączenie spod użytkowania turystycznego obszarów o wybitnych walorach przyrodniczych i kulturowych, na których do tej pory nie powstała żadna funkcja turystyczna;
- wykorzystanie istniejących zasobów naturalnych, materialnych i ludzkich w rozwoju funkcjonalnym;
- rozpoznanie elementów składowych, które określają zdolności turystyczne danych obszarów.

Kiryluk i Borkowska-Niszczoła [2005] dodali, że główne zasady zrównoważonej turystyki są uzależnione od skali, w jakiej rozpatruje się ten aspekt. Za główne zasady zarządzania turystyką zrównoważoną uznano [Kiryluk i Borkowska-Niszczoła 2005 za Zaręba 2000]:

- wspieranie lokalnej gospodarki i udziału mieszkańców regionu w rozwoju turystyki,
- planowanie długofalowe,
- interdyscyplinarne podejście do współpracy pomiędzy różnymi podmiotami w aspekcie turystyki,
- zapewnienie ochrony i zrównoważonego wykorzystywania zasobami wyczerpywanymi, tj. zasobami przyrodniczymi, kulturowymi i społecznymi.

Turystyka w danym regionie daje wiele korzyści, ale powoduje również straty, które powinno się minimalizować, a najlepiej eliminować [Szczepanowski 2005, Miedzińska 2008]. Według Szczepanowskiego [2005], korzyści rozwoju turystyki zrównoważonej można podzielić na: korzyści dla społeczności lokalnych, korzyści płynące dla władz lokalnych, korzyści dla turystów oraz korzyści dla środowiska przyrodniczego i kulturowego.

Autor zauważył, że pozytywnymi aspektami dla społeczności lokalnych może być: tworzenie nowych miejsc pracy czy rozwój infrastruktury ogólnej w danej miejscowości oraz infrastruktury turystycznej służącej również mieszkańcom. Do korzyści płynących dla władz lokalnych wymienił: zwiększenie dochodów w gminie, poprawę wizerunku regionu i zmniejszenie migracji ludności w celu poszukiwania pracy poza gminą. Aspektami pozytywnymi dla

turystów mogą być: dostosowanie się do lokalnego sposobu życia, szersze zapoznanie się z miejscową kulturą lub zmniejszenie szkód w środowisku. Do ostatniej grupy korzyści tj. dla środowiska przyrodniczego i kulturowego Szczepanowski zaliczył m.in.: propagowanie ekoprzyjaznych form transportu, zachowanie najcenniejszych obszarów pod względem przyrodniczym i krajobrazowym, a także wiele innych. Niestety autor przytoczył też wiele negatywnych aspektów związanych z wprowadzeniem turystyki zrównoważonej takich jak: zmniejszenie ilości terenów pod inwestycje, wzrost cen noclegów, dzielenie się zasobami regionalnymi z turystami, czy wzrost ryzyka handlowego dla podmiotów działających w gminie.

Miedzińska [2008, za Jerzak 2006] podzielił turystykę przyrodniczą na dwie postaci: miękką i twardą. „Miękką” turystyka jest m.in.: zgodna z założeniami rozwoju zrównoważonego, nieinwazyjna lub bardzo słabo inwazyjna, posiada widocznie dostrzegalne walory edukacyjne. Turystyka przyrodnicza w postaci „twardej” jest inwazyjna w przyrodę, posiada aspekty hobbystyczne oraz nie podejmuje współpracy z mieszkańcami danego obszaru.

OBSZARY PRZYRODNICZO CENNE

Obszary przyrodniczo cenne są bardzo różnie definiowane, przy tym często nie wystarczająco precyzyjnie [Dobrzańska 2005]. Pojęciem tym nazywa się obszary wymagające zachowania dla przyszłych pokoleń w stanie niezmienionym lub minimalnie zmienionym [Dobrzańska 2005 za Radecki 1987] lub obszary, na których występują organizmy, gatunki, zespoły organizmów, nieożywione twory, siedliska, ekosystemy, krajobrazy wyszczególnione za względu na ich rzadkość, posiadane przez nie walory estetyczne, określoną symboliczność, typowość czy użyteczność [Dobrzańska 2005 za Ryszkowski 1985]. Według kolejnej definicji, obszary przyrodniczo cenne zasługują na ochronę ze względu na dość wysoką różnorodność biologiczną; wraz z powiązanymi z nimi zasobami naturalnymi i kulturowymi, powinny być one użytkowane w sposób, który zapewni im ochronę bioróżnorodności [Dobrzańska 2005 za Okołów 1995]. Niektóre definicje uwzględniają kryteria ekonomiczne dodając fakt, iż różnorodność biologiczna stanowi lub może stanowić istotny czynnik działalności gospodarczej [Dobrzańska 2005].

Obszary przyrodniczo cenne stanowią, obok gospodarki turystycznej i turystów, podstawę koncepcji turystyki zrównoważonej [Szczepanowski 2005]. Istotne jest więc poznanie funkcji tych terenów. Można wyróżnić funkcje:

- regulacyjne,
- społeczno-gospodarcze:
- produkcyjne,
- przestrzenne,

- informacyjne.

Klasyfikowanie opisywanych obszarów jest trudne ze względu na braki wskaźników, które pozwoliłyby określić bioróżnorodność biologiczną terenów. Dlatego niektórzy odwołują się do klasyfikacji uwzględniającej kategorie obszarów chronionych, co powoduje nieuwzględnienie obszarów jeszcze nieobjętych ochroną formalno-prawną. Według tej klasyfikacji, jako obszary przyrodniczo cenne uznaje się obiekty, których centralny punkt stanowią: parki narodowe bądź krajobrazowe, duży rezerwat bądź grupa rezerwatów, obszary chronione krajobrazu bądź obszary Natura 2000 [Dobrzańska 2005].

WALORY I ATRAKCJE NA OBSZARACH PRZYRODNICZO CENNYCH

Obszary przyrodniczo cenne są atrakcyjne dla turystów ze względu na rozmaite walory, czy atrakcje turystyczne znajdujące się w ich obrębie. Wyróżniane są walory:

- turystyczne,
- wypoczynkowe,
- krajoznawcze,
- specjalistyczne.

Walory turystyczne to te stworzone przez naturę, czasem przez człowieka, które są podstawą rozwoju zjawisk turystycznych. Najczęściej klasyfikuje się je według kryterium genezy i kryterium funkcjonalnego. Walory wypoczynkowe są uzależnione od rodzaju poszczególnych elementów w środowisku przyrodniczym i wpływają na nie: flora, klimat, wody czy ukształtowanie terenu. Możemy tu wyróżnić walory letnie i zimowe – wpływa to na formę wypoczynku. Walory krajoznawcze obejmują zarówno uroki środowiska przyrodniczego, jak również szeroko pojętą kulturę; dzielimy je na trzy podstawowe grupy: ukształtowane bez udziału człowieka, utworzone przez człowieka oraz powstałe przy udziale człowieka, który nie wpływa bezpośrednio na sam walor. Ostatnia grupa walorów, walory specjalistyczne, jest związana z środowiskiem przyrodniczym: jeziorami, rzekami, wysokimi partiami gór czy terenami nadającymi się do nizinnych i górskich spacerów [Kiryłuk 2005b].

Według Zarzyckiego [1993], współczesny turysta oczekuje następujących walorów terenowych:

- dobrze oznakowanych i dobrej jakości dróg,
- parkingów strzeżonych,
- hoteli i innych miejsc noclegowych posiadających wysoki standard,
- dobrej bazy gastronomicznej,
- estetycznego wyglądu miejscowości,
- czytelnej i rzetelnej informacji turystycznej,

- nowoczesnej sieci telefonicznej oraz bankowej.

Kiryłuk [2005b] zauważyła, że walory turystyczne są na trwałe związane z danym regionem, na który dociera turysta i to do uch miejsca występowania powinno dostosować się lokalizację obiektów podaży turystycznej. Zarzycki [1993] zauważył, że współczesny turysta nie szuka już miejsc ustronnych i dzikich, lecz nastawiony jest na wysoki komfort wypoczynku przy bliskim położeniu kontakcie z naturą. Jak dodał, ważne są te walory przyrodniczo-krajobrazowe, które odróżniają jeden regionu od drugiego oraz przyciągają turystów do odwiedzenia regionu z najciekawszymi propozycjami spędzania wolnego czasu. Kiryłuk [2005b] uzupełniła ten punkt widzenia, że na atrakcyjność turystyczną każdego regionu wpływają istniejące na danym obszarze aspekty przyciągające turystów, występowanie określonego rodzaju turystyki i infrastruktury na trwałe związanej z nią. W danym regionie wskaźnik atrakcyjności może być zróżnicowany, najczęściej jest skoncentrowany przy jakimś centralnym punkcie, gdzie zaobserwujemy zbyt duże natężenie turystów.

Atrakcjami turystycznymi nazywa się zazwyczaj ogół zjawisk i przedmiotów, których zadaniem jest przyciągnięcie jak największej liczby turystów, uwzględniając nie tylko elementy przyrodnicze i kulturowe danego regionu, ale również poziomy cen, urządzenia turystyczne, czy nastawienie mieszkańców do turystów [Kiryłuk 2005b za Kruczek i Sacha 1999].

Obszary przyrodniczo cenne stanowią bardzo atrakcyjne miejsca wędrówek turystycznych, co wskazuje na konieczność ich jak najszybszego wypromowania [Kiryłuk 2005b]. W tym celu stosowane są różnorodne działania informacyjno-promocyjne, które przede wszystkim powinny obejmować stworzenie w gminach i powiatach sprawnych systemów informacji turystycznej. Można je stworzyć poprzez [Kiryłuk 2005c]:

- tworzenie kompleksowych komputerowych baz danych,
- zakładanie nowych i wspierania istniejących punktów informacji turystycznej,
- rozwijanie informacji wizualnych (przy drogach, dworcach autobusowych i kolejowych, szlakach turystycznych),
- rozwijanie współpracy z władzami obszarów chronionych i innymi instytucjami związanymi z branżą turystyczną,
- włączanie gmin i powiatów w procesy tworzenia Lokalnych Organizacji Turystycznych i Regionalnych Organizacji Turystycznych.

OCHRONA PRZYRODY, A TURYSTYKA

Turystyka jest prężnie rozwijającą się dziedziną gospodarki, a także aktywnością człowieka. Jej rodzaj, natężenie czy rozmieszczenie mają wpływ na środowisko przyrodnicze na danym obszarze. Współdziałanie tych dwóch elementów funkcjonalno-przestrzennych: turystyki i ochrony środowiska powoduje

powstawanie różnych konfliktów społecznych – na tle konieczności pogodzenia dwóch sprzecznych z sobą interesów. Należy równocześnie zachować zasoby i walory środowiska przyrodniczego oraz wykorzystywać je gospodarczo, aby zmaksymalizować możliwe do uzyskania korzyści ekonomiczne [Kiryłuk 2005a].

Ochrona przyrody powiązana jest z celami społecznymi, jak poznawcze i wychowawcze. Historycznie znana jest chęć edukacji ludzi w zgodzie z duchem kultury, która umożliwia harmonijne współgranie człowieka i przyrody [Staniewska-Zątek 2009 za Mirek 2003 i Olaczek 2007].

Zagrożenia obszarów przyrodniczo cennych są wywołane przez [Kiryłuk 2005a]:

- nadmierny rozwój funkcji turystycznych w stosunku do chłonności i pojemności turystycznej przyrody,
- niewłaściwą lokalizację elementów zagospodarowania turystycznego,
- niedostatecznie rozwiniętą infrastrukturę turystyczną,
- nadmierny ruch samochodowy w rejonie recepcji turystycznej,
- niski poziom świadomości ekologicznej,
- nieodpowiedzialną politykę władz regionalnych.

Pisząc o zagrożeniach, warto rozwinąć pojęcie chłonności turystycznej, gdyż powinna stanowić ona główny czynnik warunkujący rozwój poszczególnych typów przestrzeni turystycznej na obszarach przyrodniczo cennych. Chłonność często definiowana jest jako maksymalna liczba uczestników ruchu turystycznego, którzy mogą w tym samym czasie przebywać na danym terenie nie powodując jego dewastacji i degradacji, równocześnie nie wpływając negatywnie na warunki wypoczyniania. Z pojęciem chłonności turystycznej nierozdzielnie związane są również terminy przepustowości, która odnosi się do szlaków turystycznych oraz pojemności, który dotyczy infrastruktury. Badania nad chłonnością trwają od wielu lat, jednak jak stwierdza Graja-Zwolińska [2009], nie wypracowano uniwersalnej metody jej wyznaczania, a każdy z opracowanych sposobów wzbudza liczne kontrowersje i ma niewielkie zastosowanie w praktyce.

Turystyka niszcząca środowisko przyrodnicze, będące jego podwaliną, sama siebie niszczy – zagrażając obszarom przyrodniczo cennym, wywołuje skutki w postaci degradacji tych obszarów, a tym samym niechęć odwiedzania przez turystów i zahamowanie rozwoju turystyki [Kiryłuk 2005a].

Referowska-Chodak [2009] stwierdziła, że turystyka i rekreacja zawsze stwarzają zagrożenie, zarówno dla środowiska abiotycznego, jak biocenozy z nim związanych. Głównymi negatywnymi aspektami może być:

- zaśmiecanie,
- nadmierne rozdeptywanie czy rozjeżdżanie szlaków turystycznych,
- świadome zrywanie efektorowanych, bądź chronionych roślin,
- hałasowanie,

- płoszenie zwierząt,
- schodzenie z wyznaczonych szlaków,
- niszczenie infrastruktury turystycznej,
- zaproszenie ognia.

Jak podali Dudek i Kowalczyk [2003], głównym rodzajem turystyki na obszarach chronionych powinna być turystyka przyrodnicza. Obszary przyrodniczo cenne powinny przede wszystkim chronić przyrodę, a jednocześnie zaspokajać potrzeby mieszkańców, turystów, czy naukowców. Dla pełnej realizacji tych zadań, na opisywanych terenach wydziela się strefy, w których rozwijają się różne formy aktywności turystycznej, bądź gospodarczej. Dla przyrody najbardziej niebezpieczną formą turystyki jest turystyka masowa, dlatego powinna ona odbywać się na obrzeżach obszarów chronionych, bądź w miejscach, gdzie możliwość degradacji walorów przyrodniczych jest niewielka. Referowska-Chodak [2009] nadmieniła, że należy w pierwszej kolejności udostępnić turystom te obiekty, bądź ich fragmenty, które dadzą sobie radę z dużą presją turystyczną. Następnie należy ograniczać negatywne wpływy poprzez kanalizowanie ruchu, za pomocą: oznakowanych i zabezpieczonych szlaków, punktów widokowych, miejsc wypoczynkowych czy miejsc parkingowych na starcie szlaków. Zagrożenia dla przyrody przez rozwój turystyki powodują pogarszanie się jakości środowiska, co w konsekwencji powoduje spadek komfortu życia i wypoczynku na danym terenie. To z kolei prowadzi do obniżenia rangi walorów turystycznych, przez co zainteresowanie turystów danym obszarem spada, bądź zostaje całkowicie zahamowane [Kiryłuk 2005a].

PODSUMOWANIE

Alternatywna forma aktywności turystycznej – ekoturystyka, z roku na rok jest coraz bardziej popularna zwłaszcza wśród osób o wysokiej świadomości ekologicznej i wrażliwości przyrodniczej. Możemy ją podzielić na turystykę przyrodniczą i kulturową, a jej zasięg jest praktycznie nieograniczony. Należy jednak pamiętać, że zwiększenie liczby turystów na obszarach przyrodniczo cennych może negatywnie na nie wpływać. Warto zatem pamiętać o pojęciu zrównoważonej gospodarki turystycznej, która niesie korzyści zarówno dla społeczności i władz lokalnych, dla turystów oraz dla środowiska przyrodniczego i kulturowego.

Warto zapamiętać, że obszary przyrodniczo cenne to takie, które człowiek powinien zachować dla przyszłych pokoleń w stanie niezmienionym lub zmienionym minimalnie. Klasyfikacja ich wartości przyrodniczej jest jednak trudna ze względu na braki we wskaźnikach, które pozwoliłyby określić bioróżnorodność biologiczną tych terenów. Głównym czynnikiem warunkującym dostępność poszczególnych typów przestrzeni turystycznej na tych obszarach powi-

nien być czynnik chłonności turystycznej, jednak i dla niego nie wypracowano uniwersalnej metody jego wyznaczania.

Turystyka przyrodnicza może występować w różnych postaciach, jednak zdecydowanie powinno wystrzegać się jej „twardej” formy, która jest mocno inwazyjna dla natury. Podczas udostępniania obszarów cenne powinno nam zależeć przede wszystkim na harmonijnym współgraniu człowieka i przyrody. W tym celu należy stosować różnorodne działania, a szczególnie te, mające charakter informacyjno-promocyjny. Działania te powinny obejmować w pierwszej kolejności stworzenie sprawnych systemów informacji turystycznej.

Podsumowując, obszary przyrodniczo cenne powinny przede wszystkim chronić przyrodę, zaspokajając przy tym również potrzeby osób z nich korzystających. Współdziałanie tych dwóch aspektów powoduje tworzenie rozmaitych konfliktów społecznych, dlatego w pierwszej kolejności turystom należy udostępniać te tereny, które poradzą sobie z ogromną presją turystyczną.

LITERATURA

1. DOBRZAŃSKA B.; 2005. Obszary przyrodniczo cenne [W:] Zarządzanie turystyką na obszarach przyrodniczo cennych (red. B. Poskrobka). Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku. Białystok, 9-24.
2. DUDEK A., KOWALCZYK A.; 2003. Turystyka na obszarach chronionych – szanse i zagrożenia. Wyd. Prace i Studia Geograficzne nr 32, 117-140.
3. GRAJA-ZWOLIŃSKA S.; 2009. Rola wskaźnika chłonności turystycznej w kształtowaniu przestrzeni turystycznej parków narodowych, [w:] Studia i materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 4(23), 187-192.
4. KIRYLUK H.; 2005a. Formy turystyki na obszarach przyrodniczo cennych, [W:] Zarządzanie turystyką na obszarach przyrodniczo cennych (red. B. Poskrobka). Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku. Białystok, 86-99.
5. KIRYLUK H.; 2005b. Walory i atrakcje turystyczne obszarów przyrodniczo cennych [W:] Zarządzanie turystyką na obszarach przyrodniczo cennych (red. B. Poskrobka). Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku. Białystok, 25-45.
6. KIRYLUK H.; 2005c. Działania powiatów i gmin na rzecz rozwoju turystyki na obszarach przyrodniczo cennych [W:] Zarządzanie turystyką na obszarach przyrodniczo cennych (red. B. Poskrobka). Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku. Białystok, 212-228.
7. KIRYLUK H., BORKOWSKA-NISZCZOTA M.; 2005. Turystyka zrównoważona [W:] Zarządzanie turystyką na obszarach przyrodniczo cennych

- (red. B. Poskrobka). Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku. Białystok, 46-64.
8. MAZURCZAK M.; 2008. Ekoturystyka w opinii pracowników Polskich Parków Narodowych [W:] Turystyka przyrodnicza. Turystyka w regionie 1(1), 79-89.
 9. MIEDZIŃSKA I.; 2008. Turystyka przyrodnicza – podstawy teoretyczne i determinanty rozwoju [W:] Turystyka przyrodnicza. Turystyka w regionie 1(1), 9-17.
 10. REFEROWSKA-CHODAK E.; 2009. Turystyka na leśnych obszarach Natura 2000 [W:] Studia i materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 4(23), 232-237.
 11. STANIEWSKA-ZAKĄTEK W.; 2009. Z badań nad przystosowaniem rezerwatów przyrody do zwiedzania. Turystyka w rezerwatach przyrody – tak czy nie (?) – dyskusji ciąg dalszy [W:] Studia i materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 4(23), 151-157.
 12. SZCZEPANOWSKI A.; 2005. Kształtowanie turystyki zrównoważonej na obszarach przyrodniczo cennych [W:] Zarządzanie turystyką na obszarach przyrodniczo cennych (red. B. Poskrobka). Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku. Białystok, 65-85.
 13. ZARZYCKI W.; 1993. Walory turystyczno-krajoznawcze Ziemi Świebodzińskiej, [W:] Walory przyrodnicze i historyczne rejonu Świebodzin, a ich wykorzystanie w zagospodarowaniu turystycznym gmin – materiały z konferencji. Wyd. Muzeum Regionalne w Świebodzinie. Świebodzin, 13-15.

IS IT POSSIBLE TO RECONCILE TOURISM AND ENVIRONMENT PROTECTION?

S u m m a r y

Nature tourism, which targets to get familiar with the diversity of fauna and flora, is becoming a very popular activity. Valuable areas are attractive places for the tourists. In a lot of opinions or articles we can observe the dissonance between intensification of human presence and environmental protection. The paper describes the differences between nature tourism and mass tourism, including bandwidth, capacity and absorptivity of nature as an indicator for the possibility of use in these categories.

Key words: tourism, nature reserve, landscape park, natural valuable area, nature trail

AGNIESZKA TOKARSKA-OSYCZKA*, GRZEGORZ ISZKUŁO**

**REZERWATY PRZYRODY W ODBIORZE SPOŁECZNYM
STUDIUM POJEZIERZA MIĘDZYCHODZKO-
SIERAKOWSKIEGO**

Streszczenie

Świadomość ekologiczna użytkowników obszarów szczególnie cennych przyrodniczo jest kwestią bardzo istotną, dlatego powinna być na bieżąco monitorowana. Badaniem ankietowym w zakresie wiedzy na temat form ochrony przyrody objęto mieszkańców i turystów odpoczywających na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. W pracy zestawiono odpowiedzi, wykonano analizy testami Kruskala-Wallisa, Chi kwadrat oraz testem dokładnym Fishera. Ustalono m.in., że 72% ankietowanych wie czym jest rezerwat przyrody, a 40% zna ich ilość w Polsce. Badania wykazały, że struktura odpowiedzi respondentów była zbliżona bez względu na ich podział na grupy wiekowe, według miejsca zamieszkania, płci i faktu posiadania dzieci. Wskazuje to więc na podobny poziom świadomości ekologicznej ankietowanych. Edukację przyrodniczą powinno zatem rozpoczynać się na najniższym szczeblu edukacji i prowadzić ją ustawicznie.

Słowa kluczowe: ochrona środowiska, rezerwat przyrody, badania społeczne

WPROWADZENIE

Pojezierze Międzychodzko-Sierakowskie to obszar, który ze względu na swoje położenie wśród jezior i lasów musi łączyć wysoką atrakcyjność turystyczną z ochroną licznych obszarów przyrodniczo cennych. Połączenie tych dwóch zagadnień może udać się pod warunkiem, że użytkownicy tego terenu (zarówno mieszkańcy, jak i turyści) będą świadomi wartości przyrody. Podczas badań nad formami ochrony przyrody na terenie Pojezierza przeprowadzono

* Uniwersytet Zielonogórski; Ogród Botaniczny Uniwersytetu Zielonogórskiego; Wydział Nauk Biologicznych

** Uniwersytet Zielonogórski; Wydział Nauk Biologicznych, Katedra Botaniki i Ekologii, Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

ankietę, która miała pomóc w ustaleniu poziomu wiedzy ekologicznej ich potencjalnych użytkowników.

OPIS TERENU BADAŃ

Pojezierze Międzychodzko-Sierakowskie zlokalizowane jest na styku dwóch województw (lubuskiego i wielkopolskiego), a dokładniej w północnej części województwa wielkopolskiego, na pograniczu mezoregionów Kotliny Gorzowskiej i Pojezierza Poznańskiego [Kondracki 1998]. W jego skład wchodzi siedem gmin (Chrzypsko Wielkie, Kwilcz, Międzychód, Pniewy, Przytoczna, Pszczew i Sieraków), na których terenie zlokalizowanych jest 11 rezerwatów przyrody [Rąkowski i in. 2006]. Najstarszym rezerwatem jest rezerwat Czaple Wyspy założony w 1957 roku. W 1958 roku powstał natomiast rezerwat Buki nad Jeziorem Lutomskim, a rok później: Jakubowo, Kolno Międzychodzkie oraz Las Grądowny nad Mogilnicą. W latach 60 ubiegłego wieku utworzono: Cegliniec, Mszar nad jeziorem Mnich oraz Jeziora Gołyńskie. Najmłodszymi obszarami chronionymi na omawianym terenie są Dąbrowa na Wyspie (1995), Dolina Kamionki (2004) oraz Bukowy Ostrów (2006).

Porównując powierzchnię zajmowaną przez obszary objęte ochroną, największy jest rezerwat Bukowy Ostrów (77,92 ha). Mniejszych, choć również stosunkowo dużych są: Dolina Kamionki (59,18 ha) oraz Buki nad Jeziorem Lutomskim (55,17 ha). Ostatnim mającym powierzchnię powyżej 10 ha jest rezerwat Kolno Międzychodzkie (14,77 ha). Pozostałe obszary tj. Cegliniec, Czaple Wyspy, Dąbrowa na Wyspie, Jakubowo, Jeziora Gołyńskie, Las Grądowny nad Mogilnicą oraz Mszar nad jeziorem Mnich mają niewielką powierzchnię. Najmniejszym obszarem chronionym jest rezerwat Jeziora Gołyńskie (3,1 ha).

Pojezierze Międzychodzko-Sierakowskie poddano do tej pory rozległym badaniom. Wykonano zestawienie walorów przyrodniczych, kulturowych oraz atrakcji turystycznych w każdym z wyżej wspomnianych rezerwatów. Ustalono, że obszary te wraz ze swoim otoczeniem stanowią bardzo cenne elementy badanego Pojezierza [Tokarska i Iszkuło 2013]. Dla siedmiu gmin tworzących Pojezierze wyliczono wskaźniki waloryzacji wartości kulturowych i przyrodniczych oraz ustalono ich atrakcyjność turystyczną. Stwierdzono, że jest ono atrakcyjne z punktu widzenia turystyki i rekreacji oraz posiada duży potencjał przyrodniczy, ze względu na dużą powierzchnię zalesioną oraz powierzchnię pokrytą przez ciek i zbiorki wodne. Jego atrakcyjność przyrodniczą zwiększa fakt, że obszary uciążliwe dla środowiska stanowią jedynie mały odsetek powierzchni. Należy pamiętać, że na badanym obszarze zlokalizowanych jest również dużo obiektów kultury materialnej podwyższających jego atrakcyjność kulturową. Wyniki badań walorów przyrodniczych oraz kulturowych wykazały,

że gmina Międzychód osiągnęła II klasa atrakcyjności turystycznej – najwyższą wśród badanych gmin. Oceniając funkcję turystyczną wykazano, iż gmina Sieraków w większości badanych elementów przoduje [Tokarska-Osyczka i Iszkutło 2014].

METODYKA BADAŃ

Sporządzono ankietę, która miała na celu sprawdzenie ogólnej wiedzy mieszkańców badanego regionu oraz turystów na nim wypoczywających na temat rezerwatów przyrody. Ostateczne zamknięcie badania nastąpiło z chwilą uzyskania ankiet od 120 respondentów. Była ona dostępna przez osiem miesięcy, równocześnie w wersji papierowej oraz elektronicznej na stronie: <http://fm.formularze.eu>. Ankiety w wersji papierowej były rozprowadzone w Zespole Szkół w Sierakowie oraz możliwe do pobrania w lokalnym sklepie z siedzibą na rynku.

Ankietowani dobierani byli w sposób losowy. Starano się jednak uzyskać przynajmniej 10 osób w różnych grupach wiekowych. Założono również, iż część ankiet powinna dotrzeć do osób zamieszkałych poza terenem Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. Nie zwracano szczególnej uwagi na płeć czy posiadanie dzieci przez ankietowanych, jednak założono, że w całej puli powinni znaleźć się ankietowani obu płci oraz posiadający dzieci.

Ankieta składała się z 18 punktów i była anonimowa, pytania w niej zostały podzielone na trzy bloki pytań, blok: A – dane personalne, B – pytania ogólne dotyczące rezerwatów przyrody oraz C – pytania szczegółowe dotyczące rezerwatów na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. Pytania zawarte w niej miały charakter pytań: zamkniętych oraz otwartych.

Pierwszy etap analizy odpowiedzi respondentów polegał na ustaleniu udziału procentowego dla każdej z opcji we wszystkich pytaniach. W tym celu liczono ilu ankietowanych wybrało poszczególne możliwości odpowiedzi w każdym z pytań. Dodatkowo wykonano analizy testami: Kruskala-Wallisa, Chi kwadrat oraz testem dokładnym Fishera. Test Kruskala-Wallisa użyto do przeanalizowania sumy prawidłowych odpowiedzi w pytaniach zamkniętych, przy czym wcześniej ustalono, że za każdą poprawną odpowiedź ankietowany uzyskiwał jeden punkt, a za każdą błędną zero punktów. Maksymalnie było można uzyskać 11 punktów. Sumę uzyskanych punktów analizowano względem zmiennych grupujących, którymi były: płeć (mężczyzna, kobieta), wiek (siedem grup wiekowych), miejsce zamieszkania (mieszkaniec Pojezierza, turysta) oraz posiadanie dzieci (posiadający i nieposiadający dzieci). Test Chi kwadrat zastosowano do przeanalizowania pytań, które posiadały więcej niż dwie opcje odpowiedzi. Testem tym objęto trzy pytania, przy których zastosowano takie same zmienne grupujące jak przy wcześniej opisanym teście Kruskala-Wallisa. Testem dokładnym Fischera badano natomiast pytania, które miały dokładnie

dwie opcje odpowiedzi. Analizie tej poddano również trzy pytania, których odpowiedzi ponownie analizowano z tymi samymi zmiennymi grupującymi. Respondenci do tych analiz zostali podzieleni na cztery grupy wiekowe: poniżej 16 lat, od 16 do 19 lat, od 20 do 25 lat oraz powyżej 25 lat. Przy ostatniej zmiennej we wszystkich testach – posiadanie dzieci – wykluczono z badania grupy wiekowe: poniżej 16 lat oraz od 16 do 19 lat. Przyjęto, że istnieją istotne różnice, gdy prawdopodobieństwo jest mniejsze od 0,05 ($p < 0,05$). Analizy te wykonano przy użyciu wersji próbnej programu Statistica 10.

WYNIKI

W ankiecie wzięło udział 120 respondentów. W oparciu o dane uzyskane z odpowiedzi na pytania bloku A, stwierdzono, iż były to 74 kobiety (co stanowi 62% wszystkich osób, które odpowiadały na ankietę) oraz 46 mężczyzn (38%). Liczba respondentów w poszczególnym wieku przedstawia się następująco: poniżej 12 roku – 13 osób (11%), od 13 do 15 roku – 13 osób (11%), od 16 do 19 roku – 32 osoby (27%), od 20 do 25 roku – 27 osób (22%), od 26 do 35 roku – 12 osób (10%), od 36 roku do 50 – 9 osób (7%), powyżej 51 lat – 14 osób (12%). Liczba respondentów posiadających dzieci wyniosła 32 (27% wszystkich respondentów). Ze 120 osób, aż 102 osoby były mieszkańcami Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego (74%).

Na pytania jednokrotnego wyboru znajdujące się w bloku B respondenci odpowiadali następująco: pytanie pierwsze (Czy wie Pan(i) czym jest rezerwat?) – 72% poprawnych odpowiedzi (87 osób), pytanie drugie (Czy orientuje się Pan(i) ile (w 2008 r.) było rezerwatów przyrody w Polsce?) – 40% poprawnych odpowiedzi (48 osób), pytanie czwarte (Czy Pana(i) zdaniem rezerwat – z punktu widzenia prawa – jest ważniejszą formą ochrony od parku narodowego?) – 55% poprawnych odpowiedzi (66 osób), pytanie piąte (Czy Pana(i) zdaniem rezerwat – z punktu widzenia prawa – jest ważniejszą formą ochrony od parku krajobrazowego?) – 69% poprawnych odpowiedzi (83 osoby). Pytanie trzecie bloku B (Co może podlegać ochronie w rezerwacie?) było pytaniem wielokrotnego wyboru (możliwe odpowiedzi: flora, walory krajobrazowe, fauna, infrastruktura turystyczna, twory przyrody nieożywionej, otulina obszaru chronionego); tylko połowa proponowanych odpowiedzi była prawidłowa. Najwięcej, bo aż 84 osoby (70%) wskazało część odpowiedzi poprawnych i część błędnych. 23 osoby (19%) wskazało poprawne odpowiedzi, przy czym tylko 10 z nich wskazało wszystkie trzy poprawne odpowiedzi. 13 osób (11%) wskazało wyłącznie błędne odpowiedzi.

Na podstawie pytań zamieszczonych w bloku C ustalono, że 67 respondentów (56%) odwiedziło już jakiś rezerwat znajdujący się na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. Osoby te, poproszone o podanie nazw odwie-

dzonych przez siebie obszarów chronionych, wymienili: Buki nad Jeziorem Lutomskim (51 wskazań), Czaple Wyspy (18), Mszar nad jeziorem Mnich (11), Cegliniec (8), Kolno Międzychodzkie (6), Dolina Kamionki (2), Dąbrowa na Wyspie (1) oraz Las Grądowy nad Mogilnicą (1). Respondenci, którzy przecząco odpowiedzieli na pytanie dotyczące wizytowania na terenie rezerwatów Pojezierza (53 osoby, 44% ogółu), jako powód wskazywali: brak zainteresowania sprawą (33 wskazania) lub brak wystarczających informacji na ich temat (13 wskazań). Siedem osób z tej grupy nie udzieliło odpowiedzi na to pytanie. Ta sama grupa 53 osób podawała również swoje plany dotyczące ewentualnego wybrania się do rezerwatów. Pięć osób odpowiedziało, iż zamierza je odwiedzić w najbliższym czasie, 26 osób chciałoby się tam wybrać, ale w bliżej nieokreślonym terminie, 22 osoby nie planują takiej wizyty. Z uzyskanych w bloku C danych wiadomo, iż 56 osób (47%) było zachwyconych swoją wizytą na terenie rezerwatów. Jako powody zachwyty wymieniali one: piękno przyrody, naturalny stan zachowania środowiska, ciekawe rośliny i zwierzęta oraz możliwość odpoczynku na świeżym powietrzu. 79 respondentów (66%) uznało również rezerваты za atrakcję turystyczną. Dwanaście osób uznało, że potrafi wskazać przykład obszaru, który powinien zostać objęty ochroną, jaką jest rezerwat przyrody. Spośród 120 respondentów 38 (32%) potrafiło wskazać poprawną liczbę rezerwatów przyrody zlokalizowanych na terenie Pojezierza. 81 osób (68%) stwierdziło, iż informacje na temat rezerwatów przyrody są łatwo dostępne, a jako przykłady źródeł, podawało Internet i książki o regionie.

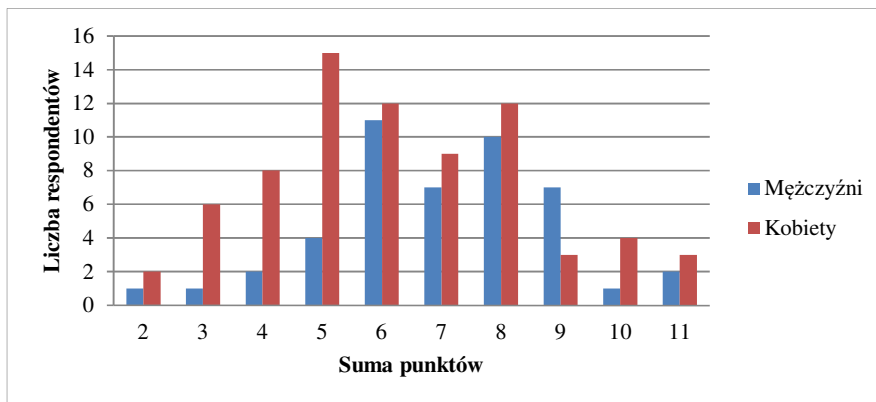
Tab. 1. Zestawienie istotności testu Kruskala-Wallisa z podziałem na różne zmienne grupujące. Wartości istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) wyróżniono pogrubieniem czcionki

Tab. 1. Statement of significance Kruskal-Wallis test divided into different groups. Values statistically significant ($p \leq 0.05$) selected in bold font

Zmienna grupująca	Wartość statystyki	p
płeć	5,100	0,024
wiek	4,215	0,239
miejsce zamieszkania	0,882	0,976
posiadanie dzieci	1,641	0,200

Po zbadaniu testem Kruskala-Wallisa sumy punktów za prawidłowe odpowiedzi na zamknięte pytania (pytania numer: 1, 2, 3, 4, 5 z bloku B oraz pytanie numer 8 z bloku C) stwierdzono (tab. 1), iż jedyną zmienną grupującą, która wpływa na istotność wyniku jest płeć (ryc. 1). W zdecydowanej większości pytań to kobiety udzielały częściej poprawne odpowiedzi (wyjątkiem jest pytanie: Czy Pana(i) zdaniem rezerwat – z punktu widzenia prawa – jest ważniejszą formą ochrony od parku krajobrazowego?) w porównaniu do mężczyzn.

W przypadku pozostałych zmiennych grupujących stwierdzono, iż nie wpływają one istotnie na wynik testu.



Ryc. 1. Suma punktów za prawidłowe odpowiedzi w pytaniach zamkniętych. Test Kruskala-Wallisa dla zmiennej grupującej: płeć przy $p = 0,024$

Fig. 1. Sum of points for correct answers to closed questions. Kruskal-Wallis test for a grouping variable: sex at $p = 0.024$

Test Chi kwadrat zastosowano do pytań sprawdzających wiedzę: czym jest rezerwat przyrody, ile ich było w 2008 roku oraz ile z nich zlokalizowanych jest na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. W przypadku pierwszego pytania analiza testem Chi kwadrat względem czterech wspomnianych wcześniej zmiennych: płeć, wiek, miejsce zamieszkania oraz posiadanie dzieci przez respondentów, nie wykazała różnic, gdyż żaden z wyników nie okazał się istotnym (tab. 2).

W przypadku kolejnego pytania (ile rezerwatów było w Polsce w 2008 roku) jedna ze zmiennych – płeć – okazała się nie mieć istotnego wpływu na wynik testu. Pozostałe trzy zmienne wykazały istotny wpływ na wynik testu (tab. 2). Najwięcej prawidłowych odpowiedzi (tj. 1407 rezerwatów - ponad 54%) udzieliły osoby w przedziale wiekowym powyżej 25 lat (ryc. 2). Respondenci poniżej 16 lat udzielili znacznie mniej poprawnych odpowiedzi (25%), a pozostałe dwie grupy uzyskały jedynie 12,5% (respondenci w wieku od 16 do 19 lat) oraz 8,33% (respondenci w wieku od 20 do 25 lat).

W przypadku zmiennej: miejsce zamieszkania, wynik okazał się istotny statystycznie (tab. 2). W tym przypadku prawidłową odpowiedź (tj. 1407 rezerwatów – 75%) częściej wskazywały osoby zamieszkałe na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego.

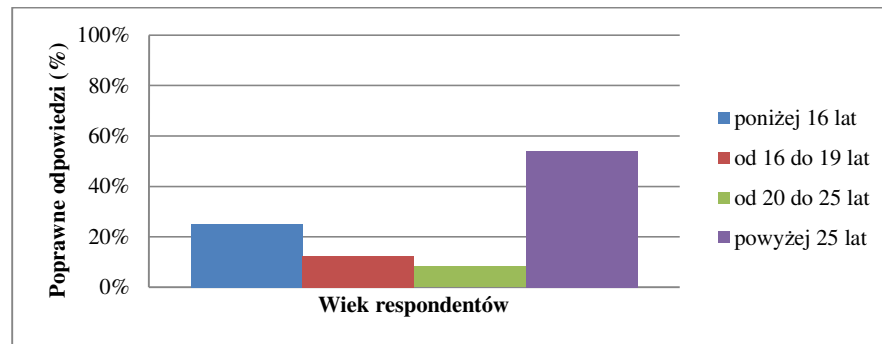
Analizując to pytanie w oparciu o zmienną – posiadanie dzieci, wynik okazał się również istotny (tab. 2). W tym przypadku prawidłową odpowiedź (tj. 1407 rezerwatów – 70%) częściej wskazywały osoby posiadające dzieci.

W przypadku ostatniego pytania (liczba rezerwatów na terenie Pojezierza) względem którego zastosowano test Chi kwadrat, tylko jedna ze zmiennych grupujących (płeć) wykazała istotny wpływ na wynik testu (tab. 2). Tutaj najwięcej prawidłowych odpowiedzi (tj. 11 rezerwatów – 71,05%) udzieliły kobiety.

Tab. 2. Zestawienie istotności testu Chi kwadrat z podziałem na różne zmienne grupujące dla trzech pytań. Wartości istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) wyróżniono pogrubieniem czcionki

Tab. 2. Statement of the significance of the Chi square test divided into different groups the three questions. Values statistically significant ($p \leq 0.05$) selected in bold font

Pytanie	Zmienna grupująca	Wartość statystyki	p
Czym jest rezerwat przyrody?	płeć	1,252	0,534
	wiek	3,157	0,789
	miejsce zamieszkania	0,002	0,959
	posiadanie dzieci	0,460	0,794
Liczba rezerwatów przyrody w 2008 roku?	płeć	0,581	0,748
	wiek	37,98	<0,001
	miejsce zamieszkania	7,394	0,025
	posiadanie dzieci	11,02	0,004
Liczba rezerwatów przyrody na terenie Pojezierza?	płeć	9,638	0,008
	wiek	10,18	0,117
	miejsce zamieszkania	0,354	0,837
	posiadanie dzieci	1,195	0,550



Ryc. 2. Udział poprawnych odpowiedzi na pytanie o liczbę rezerwatów w 2008 roku w Polsce w klasach wiekowych respondentów

Fig. 2. The share of correct answers to the question about the number of reserves in 2008 in Poland in the age classes of the respondents

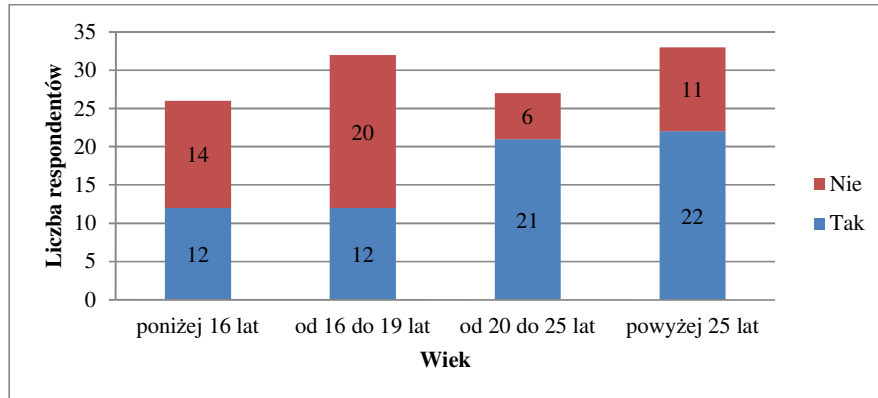
Test dokładny Fishera zastosowano do pytań sprawdzających wiedzę ankietowanych na temat ważności rezerwatu przyrody względem parku narodowego i krajobrazowego oraz do pytania o dotychczasową wizytę w którymkolwiek rezerwacie na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. W przypadku pierwszego pytania analiza testem dokładnym Fishera względem tych samych czterech zmiennych (płeć, wiek, miejsce zamieszkania, posiadanie dzieci), nie wykazała różnic, gdyż żaden z uzyskanych wyników nie był istotny (tab. 3).

Tab. 3. Zestawienie istotności testu dokładnego Fishera z podziałem na różne zmienne grupujące dla trzech pytań. Wartości istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) wyróżniono pogrubieniem czcionki

Tab. 3. Statement of the significance of the Fisher test divided into different groups the three questions. Values statistically significant ($p \leq 0.05$) selected in bold font

Pytanie	Zmienna grupująca	Wartość statystyki	p
Czy rezerwat – z punktu widzenia prawa – jest ważniejszą formą ochrony od parku narodowego?	płeć	3,146	0,076
	wiek	1,566	0,667
	miejsce zamieszkania	0,002	0,959
	posiadanie dzieci	<0,001	0,987
Czy rezerwat – z punktu widzenia prawa – jest ważniejszą formą ochrony od parku krajobrazowego?	płeć	2,407	0,121
	wiek	7,178	0,066
	miejsce zamieszkania	0,092	0,761
	posiadanie dzieci	4,313	0,038
Czy był Pan(i) w jakimś rezerwacie na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego?	płeć	0,066	0,796
	wiek	11,32	0,010
	miejsce zamieszkania	6,759	0,009
	posiadanie dzieci	0,011	0,915

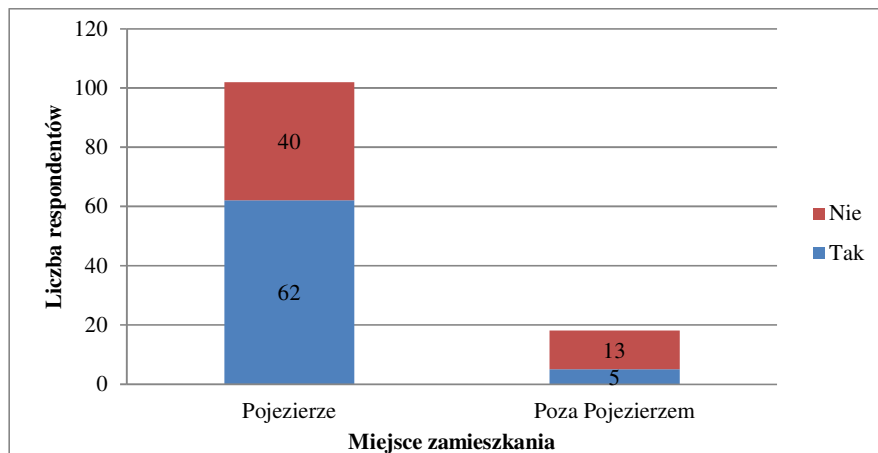
W przypadku ostatniego pytania, względem którego zastosowano test dokładny Fishera (dotychczasowa wizyta w którymkolwiek rezerwacie na terenie Pojezierza), dwie ze zmiennych grupujących (wiek oraz miejsce zamieszkania) wykazały istotny wpływ na wynik testu (tab. 3). Wykazano, że najwięcej osób w wieku powyżej 25 lat odwiedziło którykolwiek rezerwat na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego (ryc. 3).



Ryc. 3. Udział odpowiedzi na pytanie o dotychczasowe odwiedzenie któregośkolwiek rezerwatu na terenie Pojezierza

Fig. 3. Participation answers the question about the current visit of any reserve in the Lakeland

Analizując to pytanie w oparciu o zmienną – miejsce zamieszkania, wynik okazał się istotny (tab. 3). W tym przypadku osobami częściej odwiedzającymi rezerwaty na badanym obszarze są jego mieszkańcy (ryc. 4). Dwie pozostałe zmienne (płeć oraz posiadanie dzieci) okazały się nie mieć istotnego wpływu na wynik testu (tab. 3).



Ryc. 4. Udział odpowiedzi na pytanie o dotychczasowe odwiedzenie któregośkolwiek rezerwatu na terenie Pojezierza

Fig 4. Participation answers the question about the current visit of any reserve in the Lakeland

DYSKUSJA

Na atrakcyjność turystyczną w sposób istotny wpływają warunki przyrodnicze [Rydz i Niemczyk 2007]. Jednak analizując wyniki ankiety można stwierdzić, iż przeciętny mieszkaniec Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego lub też turysta je odwiedzający, wykazuje się raczej średnią wiedzą na tematy związane z formami ochrony przyrody w Polsce, czy regionie. Świadomość ekologiczna ankietowanych osób nie jest dostatecznie szeroka, czemu dowodzi fakt, w jaki sposób respondenci odpowiadali na pytania ankiety. Zaledwie pięć osób – spośród wszystkich 120 ankietowanych – uzyskało maksymalną liczbę punktów możliwych do zdobycia w części sprawdzającej ich wiedzę ekologiczną. Najwięcej osób uzyskiwało około 6-7 punktów (na 11 możliwych). Oznacza to, że zaznaczali oni tylko połowę z wszystkich prawidłowych odpowiedzi. Trudno tu porównać świadomość ankietowanych na ten temat z innymi obszarami, ponieważ, według naszej wiedzy, są to pierwsze tego typu badania w Polsce. Do tej pory badano jedynie stan wiedzy Polaków na temat obszarów Natura 2000. Jednak wnioski z tych badań są zbieżne z naszymi. Oceniono, że wiedza na temat obszarów Natura 2000 jest niewystarczająca, ponieważ aż 62% ankietowanych w ogóle nie słyszało o obszarach Natura 2000 jako formie ochrony przyrody [Badanie 2010]. Jednak w innych tego typu badaniach przeprowadzonych wśród turystów w 2011 roku 59% respondentów słyszała o obszarach Natura 2000, jednak ich wiedza na ten temat była bardzo powierzchowna [Kamieniecka 2012]. Wiedza na temat pozostałych form ochrony przyrody (w tym rezerwatów), ze względu na znacznie dłuższą historię funkcjonowania w Polsce, powinna być większa w porównaniu do stosunkowo nowej formy jaką jest Natura 2000. Jak wykazały jednak nasze badania problem dotyczy nie tylko nowych form ochrony przyrody, ale w ogólnie świadomości przyrodniczej społeczeństwa.

Rozpatrując odpowiedzi respondentów dzieląc ich na poszczególne grupy (płeć, wiek etc.) można również stwierdzić, iż niektóre z tych zmiennych wpływają w istotny sposób na ich odpowiedzi. Można zauważyć, że większość ankietowanych w wieku do 19 lat odwiedziło rezerwat przyrody na terenie Pojezierza, przy stosunkowo nielicznym procencie osób starszych. W przypadku badań na terenie rezerwatów w pobliżu Kielc zwrócono uwagę, że wśród odwiedzających rezerwat nie było osób w wieku poniżej 18 lat [Cisło 2013]. O różnicach zadecydowała najprawdopodobniej różna metodyka przeprowadzania ankiet. W przypadku Kielc ankiety wykonano w dni wolne od pracy wśród osób odwiedzających rezerwat przyrody. Można się więc domyślać, że wizyty rezerwatów przez dzieci odbywają się w ramach edukacji przyrodniczej w szkołach.

Fakt posiadania dzieci okazał się również istotny w naszych badaniach (analiza była wykonana z pominięciem grup wiekowych: poniżej 19 lat), gdyż

wśród tej grupy respondentów padało więcej prawidłowych odpowiedzi, aniżeli w przypadku pozostałych. Prawdopodobnie jest to związane z tym, iż osoby będące rodzicami mają – poprzez pomoc swoim dzieciom podczas przygotowań do zajęć szkolnych – lepiej ugruntowaną wiedzę ekologiczną. Drugim przykładem może być zróżnicowanie na mieszkańców i turystów odwiedzających Pojezierze. Rezerваты wizytowali głównie mieszkańcy danego obszaru. Wygląda na to, że może to być szerzej obserwowana zależność, ponieważ w przypadku badań Cisło [2013] również stwierdzono, że to głównie mieszkańcy – 78,8% odwiedzali rezerваты przyrody. Możliwe jest więc, iż wiąże się to ze złym propagowaniem tych miejsc. Potwierdzają to ankietowani w badaniach Cisło [2013] wskazując, że istotnym problemem jest właśnie słaba reklama rezerwatów, chociaż zaznaczali, że obszary te mają bardzo dobrą dostępność – 73,6%. Osoby na co dzień żyjące w jakimś miejscu są z reguły lepiej zorientowane od osób przebywających tam tymczasowo. Przekłada się to na fakt, iż lokalni mieszkańcy posiadają wiedzę na temat szczegółów okolicy, w której żyją – w tym o rezerwach, nawet jeśli nie są one w żaden sposób promowane.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie 120 odpowiedzi ankietowanych stwierdzono, że aż 72% respondentów wie czym jest rezerwat przyrody, jednak tylko 40% zna ich liczbę w Polsce. Dodatkowo 55% z przebadanych osób słusznie uważa, że park narodowy jest ważniejszą formą ochrony natury niż rezerwat przyrody, a aż 69% ankietowanych uważa, że park krajobrazowy jest mniej ważną formą ochrony od rezerwatu. Tylko 32% ankietowanych wie, że na terenie Pojezierza jest 11 rezerwatów przyrody, jednak 56% respondentów było już kiedyś na terenie któregośkolwiek nich. Dodatkowo, blisko 66% przebadanych uważa rezerваты przyrody, za atrakcję turystyczną.

Rozpatrując odpowiedzi ankietowanych, w przypadku większości pytań struktura była zbliżona bez względu na: płeć, wiek, miejsce zamieszkania czy posiadanie dzieci. Może wskazywać to na podobny poziom edukacji ekologicznej respondentów. Czynnikiem wpływającym na niską świadomość względem wiedzy na temat ochrony przyrody jest zbyt małe nasycenie programów nauczania problematyką ochrony i kształtowania otaczającego nas środowiska, dlatego konieczna jest edukacja ekologiczna mieszkańców. Edukację ekologiczną powinno zaczynać się już na najniższych szczeblach edukacji. Ogromnym zagrożeniem dla przyrody jest ogólny brak wiedzy, dlatego ważne jest, aby uświadamiać o zasadach panujących na obszarach chronionych. Prowadzenie działań edukacyjnych (zwłaszcza wśród młodzieży) jest niezmiernie ważne i cenne. Dostęp do nich ma bardzo niewielki procent społeczeństwa, dlatego mieszkańcy Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego, ze względu na stosun-

kowo dużą liczbę takich terenów w swoim otoczeniu, powinni być objęci działaniami edukacyjnymi mającymi na celu polepszenie i ugruntowanie ich wiedzy na temat szeroko pojętej ochrony przyrody.

LITERATURA

1. BADANIE wiedzy i postaw Polaków wobec przyrody oraz idei jej ochrony, czyli Polska i Polac z lotu ptaka; 2010.
2. CISŁO Ł.; 2013. Kieleckie rezerваты przyrody oraz ocena ich atrakcyjności regionalnej, [w:] Rocznik Świętokrzyski. Seria B. Nauki Przyrodnicze (34). Wyd. Polska Akademia Nauk, Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Kraków, 9-22.
3. KAMIENIECKA J.; 2012. Świadomość ekologiczna turystów. Wyd. Instytut na rzecz Ekorozwoju. Warszawa.
4. KONDRACKI J.; 1998. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo PWN. Warszawa.
5. RĄKOWSKI G.; WALCZAK M.; SMOGORZEWSKA M.; 2006. Województwo lubuskie, [w:] Rezerваты przyrody w Polsce Środkowej. Dział Wydawnictw IOS. Warszawa, 11-164.
6. RYDZ E.; NIEMCZYK K.; 2007. Atrakcyjność turystyczno-wypoczynkowa miasta i gminy Puck oraz jej znaczenie w ruchu turystycznym województwa pomorskiego, [w:] Słupskie Prace Geograficzne (3). Wyd. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku. Słupsk, 191-202.
7. TOKARSKA A.; ISZKUŁO G.; 2013. Walory przyrodnicze i kulturowe rezerwatów na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego, [w:] Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody 32 (1). Wyd. Białowiecki Park Narodowy. Białowieża, 89-102.
8. TOKARSKA-OSYCZKA A.; ISZKUŁO G.; 2014. Waloryzacja przyrodniczo-krajobrazowa, kulturowa oraz ocena atrakcyjności turystycznej gmin na terenie Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego, [w:] Zeszyty naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego – 153. Inżynieria środowiska – 33. Wyd. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zielona Góra, 67-81.

PUBLIC PERCEPTION OF THE NATURE RESERVE AREAS STUDY ON THE EXAMPLE OF MIĘDZYCHODZKO- SIERAKOWSKIE LAKE LAND

S u m m a r y

The ecological awareness of the valuable area's users should be constantly monitored. A survey regarding forms of the environment protection was developed and The Międzychodzko-Sierakowskie Lakeland inhabitants were examined. Except the count of answers, Kruskal-Wallis analysis, Chi square analysis and Fisher test were made. As determined, 72% of respondents knows the definition of nature reserve and 40% of them can say the correct number of them. The tests shown that the structure of answers were equal for all group of respondents, divided by age, place of residence, gender and the fact of having children. On this base it is possible to conclude that the level of the ecological awareness of the valuable area's user is similar and the ecological education should be started on first stages of school education and be carried out continuously.

Key words: environment protection, nature reserve, sociological survey

BOGUSŁAW J. WOJTYSZYN*

**EKOLOGICZNA REALIZACJA MIASTA „SOLARCITY”
INWESTYCJĄ W PRZYSZŁOŚĆ ZRÓWNOWAŻONEGO
ROZWOJU OBSZARÓW MIEJSKICH W AUSTRII**

Streszczenie

Dobłą praktyką w rozwiązywaniu problemów klimatycznych, zarówno w skali lokalnej jak i globalnej, jest rozwój zrównoważonego budownictwa solarnego obszarów miejskich w Austrii. Miasto Linz zrealizowało w dzielnicy Pichling projekt ekologicznego osiedla „solarCity”, opracowany przez międzynarodowy zespół uznanych architektów i specjalistów od niskoenergetycznych systemów budowlanych. Przedsięwzięcie to uzyskało w Europie i na świecie ponad krajowy rozgłos i wysoką ocenę w zakresie ochrony klimatu, poziomu zadowolenia mieszkańców i efektywności zarządzania energią, także w zakresie zrównoważonego rozwoju w bezpośrednim sąsiedztwie chronionych siedlisk przyrodniczych.

Słowa kluczowe: zrównoważone budownictwo solarne, wskaźniki ekologiczne, zrównoważone obszary miejskie, ekologia miasta

Wprowadzenie

Wyniki badań naukowców z Austrii, Niemiec i USA pokazują, że zmiany w wielkości populacji i urbanizacja przede wszystkim w Chinach, Indiach, UE i USA, będą miały w nadchodzących dekadach olbrzymi wpływ na globalną emisję gazów cieplarnianych. Jak stwierdził Shonali Pachauri z Międzynarodowego Instytutu Analizy Systemów Stosowanych (IIASA) w Austrii, zwiększenie populacji miejskiej może wywołać 25% wzrost emisji CO₂ z powodu wyższego zużycia energii na jednego mieszkańca [Europejska Komisja 2011, European Commission 2015]. Dotyczy to przede wszystkim obszarów zabudowy miejskiej, które powstawały w ostatnim stuleciu według ówczesnych modeli rozwoju miast na świecie [Wojtyszyn 2001]. Jest więc niezwykle ważne pogłę-

* Uniwersytet Zielonogórski, Katedra Architektury i Urbanistyki

bianie wiedzy na temat sposobu w jaki zachowanie, decyzje i tryb życia człowieka, zwłaszcza w mieście, determinują kierunek przyszłej zmiany klimatu.

Przykładem dobrej praktyki w rozwiązywaniu problemów klimatycznych, zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej, jest rozwój zrównoważonego budownictwa solarnego w Austrii. Taką, najwyżej ocenioną inwestycją w przyszłość zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich, jest ekologiczna realizacja przez miasto Linz projektu osiedla „solarCity” w nowopowstałej dzielnicy Pichling [Wojtyszyn 2015A, Wojtyszyn 2015B, Zahlenbuch 2015].

PROCES PROJEKTOWANIA I REALIZACJI EKOLOGICZNEGO OSIEDLA „SOLARCITY”

Linz, prężnie rozwijające się miasto Górnej Austrii z dużym rynkiem pracy, w ostatniej dekadzie XX wieku stanęło przed koniecznością tworzenia nowych terenów mieszkaniowych dla pozamiejscowej ludności, dojeżdżającej w celach zarobkowych. Położony w południowej części miasta obszar Linz-Pichling o dużej dostępności komunikacyjnej, wydawał się być najlepszą z możliwych przestrzenią rozwoju. Teren ten charakteryzował się ekstensywną zabudową prywatną i uprawami rolniczymi przy niewielkim jeziorze i bagnach Traundunaj, znajdujących się na największym ciągu naturalnych krajobrazów w Górnej Austrii [Atelier Dreiseitl 2015].

Władze miasta uzgodniły w 1991 r. program mieszkaniowy dla Pichling, uwzględniający rozwój niskoenergetycznego budownictwa [Dobusch 2012]. Wszystko to wymagało starannego zaplanowania harmonijnej integracji przyszłego osiedla z istniejącym naturalnym otoczeniem (fot. 1). W 1992 r. zlecono znanemu urbanistce – profesorowi Rolandowi Rainerowi z Austrii, opracowanie regionalnego planu rozwoju obszarów miejskich Linz wraz z planem zagospodarowania przyszłej dzielnicy Linz-Pichling i osiedla mieszkaniowego dla 5-6 tys. mieszkańców [Eiblmayr 2004, Waechter-Bohm 2004].

W następnych latach władze miasta, wspierając duże zainteresowanie wspólnot mieszkaniowych i firm budowlanych tym ekologicznym przedsięwzięciem pod nazwą „solarCity”, uruchomiły zlecenia badawczo-projektowe i zaprosiły do ich realizacji światowej sławy architektów oraz specjalistów od niskoenergetycznych systemów budowlanych. Byli to architekci Norman Foster i Richard Rogers z Anglii oraz Thomas Herzog z Niemiec, a także znany planista technologii energetycznych Norbert Kaiser z Niemiec. Utworzyli oni Grupę „READ” (Renewable Energies in Architecture and Design / Energie Odnawialne w Architekturze i Wzornictwie), która opracowała projekty pierwszego etapu eko-zabudowy na 630 mieszkań [Breuste i Riepel 2005].



Fot. 1. Widok na „solarCity” Linz-Pichling, Realizacja [Stadt Linz 2015]
Phot. 1. View of the „solarCity” Linz-Pichling, Completion [Stadt Linz 2015]

Do drugiego etapu projektowania zabudowy osiedla (w 1996 r.) zaproszono, wyłonionego w drodze konkursu, wiedeńskiego architekta Martina Treberspurga – doświadczonego specjalistę od architektury solarnej w mieszkaniowym budownictwie społecznym [Treberspurg 2008].

W 1997 r., konkurs na zagospodarowanie rekreacyjne cennych, otwartych terenów zieleni w otoczeniu zabudowy osiedla, wygrał znany zespół architektów krajobrazu Atelier Dreiseitl z Niemiec, specjalizujący się w krajobrazie wodnym [Landscape Architects Network 2015]. W tym samym roku z konkursów na architekturę infrastruktury społecznej wyłoniono [Designbuild-Network 2015]:

- na przedszkole – architekta Helmuta Schimek, z Austrii,
- na centrum szkolne – architekta Michaela Loudon, z Austrii,
- na usługowe centrum osiedla – monachijski zespół Auer + Weber Architekturbüro + Partner, z Niemiec.

Projekty były prowadzone przy współudziale rady doradczej, reprezentowanej przez sektor publiczny, biznesu i społeczności lokalnej [Magistrat Linz 2004, SolarCity Stadt Linz 2015].

W 2001 r. rozpoczęto prace budowlane, które na obiektach mieszkalnych i usługowych zakończono w roku 2006, a prace związane z linią tramwajową i parkiem sportowym zrealizowano w roku 2008 [Rahmat 2015, SolarCity 2015].



*Fot. 2-3. Hillypark „solarCity” – ochronna strefa buforowa obszarów
Natura 2000, proj. Atelier Dreiseitl, Niemcy [Wojtyszyn 2015]
Phot. 2-3. Hillypark "solarCity" – a protective buffer zone
Natura 2000, proj. Atelier Dreiseitl, Germany [Wojtyszyn 2015]*



*Fot. 4-5. Usługowe Centrum „solarCity”,
proj. Auer + Weber + Architekten, Niemcy [Wojtyszyn 2015]
Phot. 4-5. Services Center „solarCity”,
proj. Auer + Weber + Architekten, Niemcy [Wojtyszyn 2015]*



*Fot. 6 i 7. Budynki mieszkalne „solarCity”: na lewo proj. Herzog + Partner, Niemcy,
na prawo proj. Richard Rogers Partnership, Anglia [Wojtyszyn 2015]
Phot. 6 i 7. Housing "solarCity": to the left – proj. Herzog + Partner, Germany, to
the right – proj. Richard Rogers Partnership, England [Wojtyszyn 2015]*

Ekologiczna ewaluacja niskoenergetycznego przedsięwzięcia

Miasto Linz, celem określenia dalszego kierunku rozwoju obszarów miejskich na trzech zrównoważonych filarach – ekonomicznym, ekologicznym i społecznym, zrealizowało projekt „solarCity” opracowany przy udziale międzynarodowego zespołu uznanych architektów. W 2007 r. władze miasta przeprowadziły ewaluację przedsięwzięcia za pomocą metody oceny projektów rozwoju obszarów miejskich, opracowanej w ramach programu badawczego BMVIT „Rozwój zrównoważony” i podprogramu „Budowanie przyszłości” [Coman 2015]. Na podstawie zebranej dokumentacji, dotyczącej jakości projektu w zakresie ochrony klimatu, poziomu zadowolenia mieszkańców i efektywności zarządzania energią, władze miasta wykazały, że „solarCity” potwierdza istnienie praktycznej możliwości osiągnięcia zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich nawet w bezpośrednim sąsiedztwie chronionych siedlisk przyrodniczych (tab. 1).

Tab. 1. Zestawienie wybranych danych i wskaźników ekoprojektu „solarCity”

Tab. 1. Summary of selected indicators of sustainable projects „solarCity”

Lokalizacja
Południowa dzielnica miasta Linz (stolicy Górnej Austrii) – Pichling. Wąski otwarty obszar rolniczy z naturalnym krajobrazem parku jeziora Weikerlsee, pomiędzy rzekami Trauną i Dunajem od strony rzeczki Auen, w sąsiedztwie polderów zalewowych o wysokich walorach przyrodniczych, prawnie chroniony przez „Naturę 2000”.
Powierzchnia i ludność
Jeden z pięciu planowanych perspektywicznie zespołów mieszkaniowych przyszłego słonecznego miasta Linz, jakim jest zrealizowane w pierwszym etapie solarCity-Pichling, zajmuje obszar 32,5 ha terenów zabudowanych mieszkaniowych z usługami i 20 ha terenów otwartych ogrodowo-parkowych, na którym docelowo będzie mieszkać od 3 do 5 tys. ludzi w około 1300 mieszkaniach.
Standardy ekologiczne
Wskaźnik poboru ciepłej wody ogrzanej energią słoneczną: planowany – min 34%, osiągnięty – 50%. Wskaźnik efektywności energetycznej zabudowy: planowany – 44Wkh/(m ² rok), osiągnięty – 36 Wkh/(m ² rok), Wskaźnik planowany i osiągnięty: intensywności zabudowy – 0,65 i średniej ważonej kondygnacji >2, Wskaźnik wielkości terenów zieleni przypadający na mieszkańca: planow. – 30m ² /M, osiągnięty – 60m ² /M.

Projekt
- <u>Urbanistyka, Architektura Krajobrazu i Architektura (1992-2001)</u>: Prof. Roland Rainer (A), Arch-Schimek.at (A), Architekturbüro Gellner (A), Atelier Dreiseitl (D), Auer + Weber + Architekten (D), Diessl Manfred (A), Foster & Partners (GB), Herzog + Partner (D), Jordan architektur & energie (A), Kaufmann + Partner (A), Karrer Herbert (A), Kneidinger Franz (A), Lassy architektur + raumplanung (A), Latz + Partner (D), Loudon & Habeler (A), Pointner + Pointner (A), Rainer Roland (A), Richard Rogers Partnership (GB), Schwarzenbacher – archsolar (A), Schweiger Helmut (A), Stögmüller Heinz (A), Stummer Reinhard (A), Treberspurg und Partner (A), Weismann Erich (A). - <u>Środowiskowa inżynieria budowlana (1998-2005)</u>: Kaiser Norbert (D), Schimetta Hans (A). - <u>Nagrody i wyróżnienia</u>: Nagroda ONZ "Najlepszych praktyk" w konkursie na poprawę stanu środowiska – 1998, Wyróżnienie z pięciu najlepszych projektów "Innovative building concepts" w konkursie „Dom przyszłości” – 2000”, Nagroda grupy NGO "Earth Society Foundation " Nowym Jork "Environmental Award 2001", Wyróżnienie na Międzynarodowej Konferencji w Bremie „Biznes i gmina – nowe partnerstwo” – 2001, Nagroda „Leaf Award 2005” w kategorii „Best Environmentally Sustainable Project” i inne. - <u>Projekty dotowane</u> przez Generalny XII Dyktoriat Badań i Rozwoju UE na kwotę 600 tys. €.
Realizacja
- Budowę prowadzono w latach 2001-2008, której koszty wyniosły na mieszkalnictwo – 125 mln €, a na infrastrukturę społeczną – 65 mln €. W pracach wykonawczych uczestniczyło 8 firm budowlanych, które na zlecenie 12 wspólnot mieszkaniowych budowały domy mieszkalne, a na zlecenie Gminy miasta Linz, Fundacji, Firm deweloperskich i biznesowych budowały obiekty infrastruktury społecznej, takiej jak: osiedlowe centrum usługowe, urzędnia przestrzeni rekreacyjno-sportowej, zespół szkół publicznych, przedszkole, ośrodek poradni rodzinnej, ośrodek duszpasterski/konferencyjny. - Na dachach zabudowy mieszkaniowej osiedla solarCity, zamontowano 3500 m² paneli słonecznych (ogniw fotowoltaicznych i kolektorów cieplnych) i około 500 m² na obiektach infrastruktury społecznej. - Do pełnego wykorzystania energii słonecznej zastosowano innowacyjne rozwiązania architektoniczno-budowlane związane z orientacją i ukształtowaniem zabudowy, rodzajem okien i ścian elewacyjnych oraz systemu wentylacyjnego (rekuperacja), równocześnie zwiększające energooszczędność i zmniejszające koszty eksploatacji. - Celem zmniejszenia w osiedlu zewnętrznego poboru energii konwencjonalnej, zastosowano innowacyjne rozwiązania technologiczne i techniczno-budowlane umożliwiające korzystanie nie tylko z energii solarnej, ale również z energii geotermalnej i wytwarzanej z biomasy w zmodernizowanym zakładzie energetycznym Linz (kogeneracja). - Wdrożono innowacyjny dodatkowy system oczyszczania ścieków w osiedlu (podłączenie osiedla do kanalizacji miejskiej jest w Austrii nakazem prawnym), polegający na selektywnym ich zbieraniu i przetwarzaniu (odseparowany mocz stosuje się do

bezpośredniego nawożenia, ścieki szare i brązowe po przegnicciu i przefiltrowaniu w formie stałej są kompostowane i wraz z oczyszczoną wodą wykorzystywane do pielęgnacji zieleni, a ich nadmiar odprowadzany do cieków powierzchniowych i na poldery przeciwpowodziowe).

- Wprowadzono zdecentralizowany retencyjny system gromadzenia i gospodarowania wodą opadową, powiązany z systemem ochrony przeciwpowodziowej i biegnącym przez osiedle zrewitalizowanym strumykiem Aumühlbach (wzdłuż 4,2 km strumienia nasadzono 1500 drzew).

- Miejscowy krajobraz otwarty Pichling związany z solarCity, został całkowicie odrestaurowany wraz z rozbudową sieci siedlisk należących do obszarów Natura 2000, znajdujących się na terenie chronionych pasów zieleni i mokradeł doliny Traun i doliny Dunaj-Augen. Są one w odpowiedni sposób buforowane urządzeniami rekreacyjnymi osiedlowego ogrodu Hillypark (Pagórkowaty Park), wzmacniającymi ochronę parku krajobrazowego dolin rzecznych i jeziora Weikerlsee.

Władze miasta uznały również, że kolejnym ich sukcesem jest zcentralizowany sposób zarządzania tak dużym i złożonym projektem, jakim jest „solarCity” i, że dzięki powołanej w tym celu miejskiej Baudirektion, zostały osiągnięte wszystkie limity energetyczne nałożone na realizatorów tego przedsięwzięcia. Stwierdzono też, że „solarCity” należy traktować, jako innowacyjną inwestycję w przyszłość zrównoważonego rozwoju Linz i aby osiągnąć pełny sukces, nie można tego ekologicznego przedsięwzięcia pomijać w dalszym rozwoju obszarów miejskich. W przeciwnym razie osiedle to stanie się tylko „słonecznym satelitą” oderwanym od struktury całego miasta [Lechner i Kobl Müller 2015].

PODSUMOWANIE

Postępujące coraz szybciej w ostatnim stuleciu przestrzenne przekształcenia urbanistyczne środowiska człowieka, przyczyniają się zarówno w skali globalnej, jak i lokalnej, do wzrostu niekorzystnych zmian jakościowych życia nieustannie zwiększającej się populacji w mieście. Podejmowane wcześniej kompleksowe działania w kierunku uzdrowienia miast poprzez planowanie urbanistycznych modeli ich rozwoju, okazały się niedostatecznie skuteczne. Dawne modele struktury miasta koncentrowały się głównie na zaspokajaniu potrzeb ekonomicznych i społecznych oraz na tworzeniu silnych kontaktów mieszkańców miast z naturą. Nie uwzględniały one skali przekształceń środowiska miejskiego, ani niekorzystnego wpływu renty gruntowej na zachowanie naturalnych terenów otwartych i utrzymanie ich efektywności. Realizacja wizji „solarCity” w Linz Pichling jest wyjściem naprzeciw współczesnym oczekiwaniom wobec zrównoważonego rozwoju miasta. Mieści się ona w podejściu, zgodnym z funkcjonalno-przestrzennym modelem miasta ekologicznego. Stanowi też komplek-

sowe ujęcie rozwiązań na rzecz zdrowego miasta i minimalizacji jego obciążeń dla środowiska. SolarCity ukazuje, jak poprawę jakości życia jego mieszkańców i utrzymanie ekosystemów, od których ono zależy, można osiągnąć poprzez opracowanie i realizację ekologicznego modelu rozwoju zabudowy miejskiej. W tym przypadku został on oparty na ujednoliconych kryteriach ekologicznych, preferujących przede wszystkim nisko-emisyjne, nieszkodliwe dla środowiska systemy energetyczne, hamujące wzrost niekorzystnych zmian klimatycznych na Ziemi w wymiarze lokalnym i globalnym. Dotychczasowa praktyka w planowaniu i realizacji modeli rozwoju miast ekologicznych jest jeszcze niewystarczająca i wymaga dalszego doskonalenia zwłaszcza ze względu na istotne dla ich rozwoju zróżnicowanie lokalizacyjne uwarunkowań środowiskowych. Na władzy publicznej i podmiotach gospodarczych spoczywa obowiązek wprowadzania do projektów planów zabudowy miejskiej standardów ekologicznych zapewniających zrównoważony kierunek rozwoju miast. Skutkiem prawidłowego podejścia w opisywanym zakresie jest utrzymanie w dobrym stanie miejskiego środowiska przyrodniczego. Rozwiązania przyjęte dla „solarCity” w Linzu można uznać za modelowe dla rozwoju miast ekologicznych.

LITERATURA

1. ATELIER DREISEITL; 2015. SolarCity Linz-Pichling – Nachhaltige Stadtentwicklung, w: <http://www.linz.at/leben/>.
2. BREUSTE J. H., RIEPEL J.; 2005. SolarCity Linz/Austria – A European Example for Urban Ecological Settlements and its Ecological, w: Division of Physical and Applied Geography. Paris-Lodron-University of Salzburg.
3. COMAN R.; 2015. SolarCity, 4020 Linz-Pichling, w: <http://www.raiffeisen-evolution.com/pl/immobilien/uebersicht/projekt/projectid/3069/>.
4. DESIGNBUILD-NETWORK; 2015. SolarCity Centre, Linz-Pichling, Austria, w: <http://www.designbuild-network.com/projects/zero-mountain/zero-mountain1.html>.
5. DOBUSCH F.; 2012. Bürgermeister der Landeshauptstadt Linz - Prognosen für Linz, Stadtplanung Linz, Heimo Pertlwieser ISBN 987-3-900401-59-7, Linz.
6. EIBLMAYR J.; 2004. SolarCity – taugt das Konzept? Vorgaben und Ausblick, w: *Bauwelt* 18/2004, 44-47.
7. EUROPEAN COMMISSION; 2015. Zmiany klimatyczne – problem demograficzny. CORDIS_news_32652_pl.

8. LANDSCAPE ARCHITECTS NETWORK; 2015. Solar City Shows us How to Practice Sustainable Urban Development, w: - <http://landarchs.com/solar-city-shows-us-how-to-practice-sustainable-urban-development>.
9. LECHNER R., KOBLMÜLLER M.; 2015. Beitrag aus dem Buch - Evaluierung, w: http://www.linz.at/images/betrag_evaluierung.
10. KOMISJA EUROPEJSKA; 2011. Plan działań w zakresie Energii 2050. E-wydanie: [hppt://ec.energia.eu/polska/news/111215/energia.pl](http://ec.energia.eu/polska/news/111215/energia.pl).
11. MAGISTRAT LINZ; 2004. Linz. Eine Stadt lebt auf Präsentationsmappe zur solar-City Linz, Linz.
12. RAHMAT R.; 2015. "The solar city" Linz, Austria, w: <http://www.slideshare.net>.
13. SOLARCITY; 2015. SolarCity, w: www.solarcity.at.
14. SOLARCITY STADT LINZ; 2015. SolarCity Pichling - Das Projekt, w: <http://www.solarcity.linz.at>.
15. STADT LINZ; 2015. SolarCity Pichling, w: [http://www.linz.at/images/Druktei \(neues Fenster\): Foto Stadt.jpg](http://www.linz.at/images/Druktei%20neues%20Fenster%20Foto%20Stadt.jpg).
16. TREBERSPURG M.; 2008. SolarCity Linz Pichling: Sustainable Urban Development, Publisher: Springer, ISBN: 9783211305621, Wien, New York.
17. WAECHTER-BOHM E.; 2004. Linz und die solarCity. Ein Rundgang, w: *Bauwelt* 18/2004, 33-43.
18. WOJTYSZYN B., J.; 2001; Ekologiczne interpretacje przestrzeni zurbanizowanej, w: *Kształtowanie przestrzeni zurbanizowanej w myśl zasad ekorozwoju*, OD KPE, ISBN: 8391557200, Wrocław, 11-39.
19. WOJTYSZYN B., J.; 2015A.; Linz miastem symbiozy kultury, przemysłu i natury. Lista Światowej Sieci Kreatywnych Miast UNESCO „City of Media Arts”, w: XIII Seminarium z cyklu: *Krajobrazy XXI wieku – idee, strategie, realizacje*. Austria, Włochy – 12 - 19. 09. 2015 r., Zakład Kształtowania Środowiska, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska, Raport serii SPR nr WIA/S-013/15, Wrocław.
20. WOJTYSZYN B., J.; 2015B.; Ekologiczna realizacja miasta – „solarCity” Linz-Pichling. Inwestycja w przyszłość zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich, w: XIII Seminarium z cyklu: *Krajobrazy XXI wieku – idee, strategie, realizacje*. Austria, Włochy – 12 - 19. 09. 2015 r., Zakład Kształtowania Środowiska, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska, Raport serii SPR nr WIA/S-013/15, Wrocław.
21. ZAHLENBUCH; 2015. Stadtplanung Linz mit der Aufteilung der Flächennutzung, w: <http://www.linz.at/zahlen/>.

ECOLOGICAL IMPLEMENTATION CITY OF THE "SOLARCITY" INVESTMENT IN THE FUTURE OF SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT IN AUSTRIA

S u m m a r y

A good practice in solving climate issues both locally and globally is develop sustainable solar buildings of urban areas in Austria. City Linz realized in the district Pichling project of ecological settlements "solarCity" developed by an international team of recognized architects and professionals from low-energy building systems. This project received in Europe and the world over national notoriety and a high rating in terms of climate protection, the level of citizen satisfaction and the efficiency of energy management, including in terms of sustainability in the immediate vicinity of the protected natural habitats.

Key words: sustainable buildings solar, ecological indicators, sustainable urban development, urban ecology.

KATARZYNA NOWIŃSKA***ODPADY Z PROCESU SZYBOWEGO
PIROMETALURGICZNEGO OTRZYMYWANIA
CYNKU I OŁOWIU ORAZ ICH MOBILNOŚĆ
W ŚRODOWISKU GRUNTOWO-WODNYM***Streszczenie*

W pracy przedstawiono, ocenę wpływu na środowisko szlamów z procesu szybowego Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A., w oparciu o wykonane diagramy Eh-pH. Na podstawie sporządzonych diagramów Eh-pH w temperaturach w zakresie $-5 \div +30^{\circ}\text{C}$, określono warunki stabilności wybranych głównych faz szlamów oraz warunki, w których może dojść do ich rozkładu, a tym samym uwolnienia do środowiska gruntowo-wodnego zawartych w fazach pierwiastków toksycznych.

Słowa kluczowe: odpady, szlasy, pirometalurgia, cynk, ołów, diagramy Eh-pH, środowisko gruntowo-wodne

WSTĘP

Huta Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A. jest producentem cynku i ołowiu wytapianych pirometalurgiczną metodą Imperial Smelting Process (ISP). Na ciąg technologiczny huty składają się dwa podstawowe Wydziały: Maszyny Spiekalniczej (SP) oraz Pieca Szybowego (PSP). Surowiec wsadowy do procesu stanowi mieszanka wsadowa będąca mieszaniną surowców pierwotnych (koncentraty cynkowo-ołowiowe) oraz wtórnych (surowce odpadowe z procesu ISP). W trakcie przebiegu procesu technologicznego powstaje szereg odpadów: pyły, szlasy, zgary, żużle [Technologia... 2010]. Odpady te charakteryzują się różnorodnym składem chemicznym i mineralnym. W procesie technologicznym huty, część odpadów jest zwracana do procesu technologicznego (pyły, zgary, szlasy), a część deponowana na składowisku (żużle, szlasy) [Yong Li i in. 2010].

* Instytut Geologii Stosowanej, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska

Szlamy powstające w piecu szybowym, będące produktem mokrego odpylania gazów odlotowych, zawierają w swym składzie ok. 30% Zn i 33% Pb oraz szereg pierwiastków towarzyszących [Technologia... 2010; Adamczyk i in. 2010].

Na podstawie badań [Adamczyk i Nowińska 2015] stwierdzono, że podstawowymi formami występowania cynku i ołowiu, w wyżej wymienionych szlamach są: tlenek ołowiu, tlenek cynku, siarczek ołowiu, siarczek cynku oraz siarczany ołowiu.

Celem pracy jest określenie mobilności tlenku ołowiu oraz tlenku cynku w środowisku gruntowo-wodnym, w oparciu o diagramy Eh-pH.

METODYKA BADAŃ

Przedmiot badań stanowiły próbki szlamów z pieca szybowego, pobrane w ilości 0,5 kg w odstępach 1 miesięcznych (10 serii).

Identyfikacji składu mineralnego próbek szlamów, dokonano w oparciu o pomiary ich składu chemicznego (Zn, Pb, S, O, Si, Cu, Mn, Fe, As, Se, Cd, Sn, Sb, In, Te), przy użyciu mikroanalizatora rentgenowskiego JCXA 733 firmy Jeol, wyposażonego w spektrometr wavelenght-dispersive (WDS) ISIS 300, firmy Oxford Instruments. Pomiary wykonano seriami, które obejmowały kilkanaście do kilkudziesięciu pomiarów składu chemicznego w mikroobszarze, w celu ustalenia dominujących form chemicznych poszczególnych pierwiastków. Dla danego mikroobszaru ziarna wykonano analizy w 10 powtórzeniach.

W pracy przeanalizowano trwałość w środowisku hipergenicznym, dwóch głównych składników mineralnych szlamów pieca szybowego, a mianowicie tlenku ołowiu i tlenku cynku.

Dla określenia mobilności PbO i ZnO, wykorzystano modelowanie geochemiczne oparte na diagramach Eh i pH. Diagramy te sporządzono dla warunków charakterystycznych dla środowiska gruntowo-wodnego rejonu huty.

W rozważaniach przyjęto następujące wartości parametrów charakteryzujących rejon HC „Miasteczko Śląskie” S. A.: średni opad: 700 mm/rok, średnia temperatura w zimie: -5°C, maksymalna temperatura lata: +30°C. Rozważania prowadzono w granicach pola trwałości wody dla zakresu wartości Eh – 0,6÷+1,2V i wartości pH 4÷10 (środowisko gruntowo-wodne obszaru badań charakteryzuje się wartościami pH od 4,5 do 7,5). Diagramy Eh-pH zostały sporządzone dla temperatur -5°C, +10°C, +20°C, +30°C, co pozwoliło na prześledzenie tendencji zachowania się form występowania rozważanych pierwiastków wraz ze wzrostem temperatury, w warunkach naturalnych. Stężenia ołowiu i cynku przyjęte do obliczeń założono na poziomie wartości dopuszczalnych wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi,

oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2006 nr 137 poz. 984), tj.: Zn - $3,1 \cdot 10^{-5}$ mol/l, Pb - $2,4 \cdot 10^{-6}$ mol/l.

Przy sporządzaniu diagramów eH – pH uwzględniono również dwutlenek węgla, będący naturalnym składnikiem wód, a stężenie C – $4,5 \cdot 10^{-4}$ mol/l – określono również na poziomie wartości wg powyższego Rozporządzenia.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Tlenek cynku i tlenek ołowiu, jedne z głównych składników szlamów pochodzących z procesu szybowego PSP, będą ulegały w środowisku gruntowo-wodnym rozkładowi pod wpływem procesów hipergenicznych. Na przebieg procesów hipergenicznych mają wpływ następujące czynniki: sezonowa zmienność temperatury, opady atmosferyczne, nasłonecznienie oraz wartości Eh i pH środowiska gruntowo-wodnego.

Zmiany Eh i pH, określające pole trwałości tlenku ołowiu i tlenku cynku w środowisku gruntowo-wodnym, mogą wywoływać ich rozkład. Na podstawie sporządzonych diagramów Eh-pH stwierdzono, że produktami rozkładu są (rys. 1):

- PbO : Pb^{2+} , PbCO_3 , PbOH^+ , PbO i Pb,
- ZnO : Zn^{2+} , $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ i ZnO.

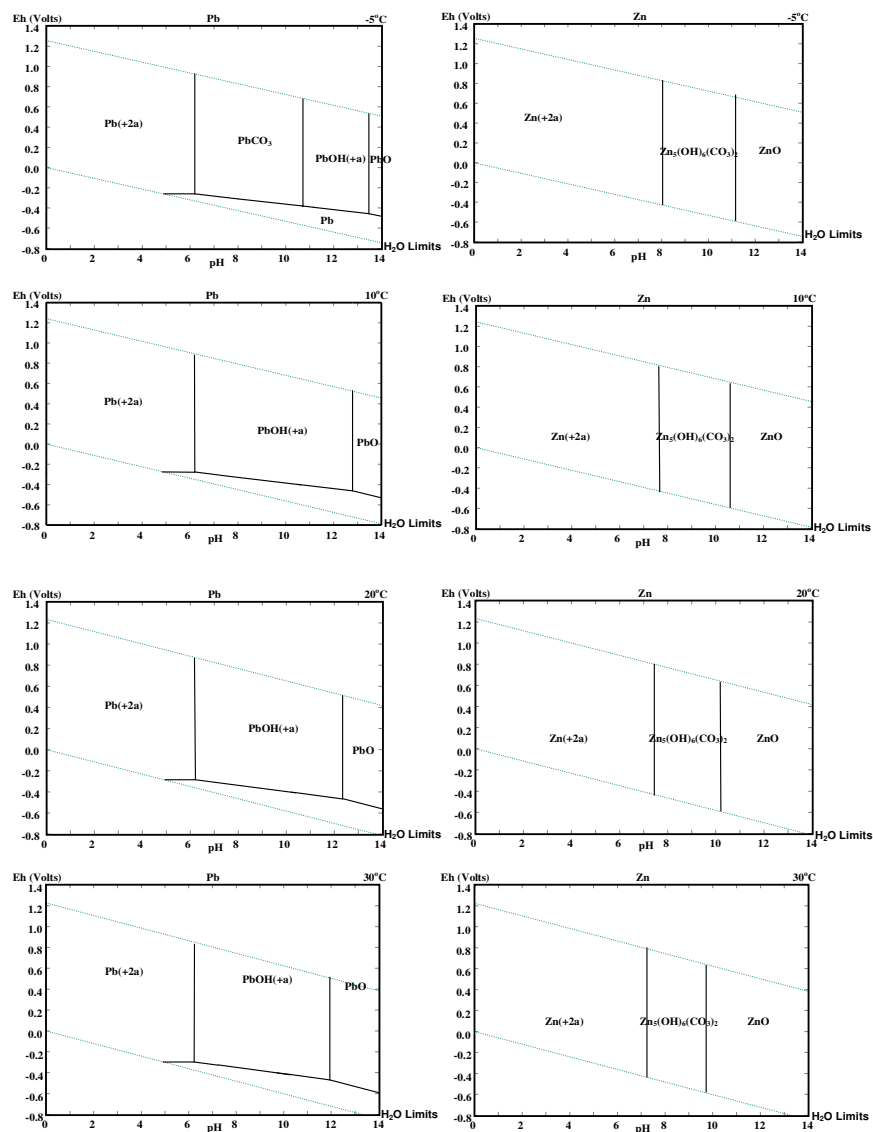
Wśród form w jakich występują ołów i cynk w środowisku hipergenicznym można wyróżnić zarówno formy stałe (PbCO_3 , PbO, Pb, $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$, ZnO) jak i jonowe (Pb^{2+} , PbOH^+ , Zn^{2+}). Obecność poszczególnych form występowania pierwiastków zależy głównie od wartości Eh i pH, z uwzględnieniem zmian temperatury.

Należy podkreślić, że ze względu na utleniające warunki rozpatrywanego środowiska, ołów metaliczny nie będzie w nim występował.

Na podstawie sporządzonych diagramów Eh i pH (rys. 1) można stwierdzić, że zmiana wartości Eh ma ograniczony wpływ na trwałość tlenku ołowiu i tlenku cynku w środowisku gruntowo-wodnym. Zjawisko to można wytłumaczyć stabilnością tego parametru w warunkach, jakie są rozważane. Istotnym czynnikiem wpływającym na mobilność tlenku ołowiu i tlenku cynku w rozpatrywanym środowisku jest wartość pH. Parametr ten ulega sezonowym wahaniom, między innymi z uwagi na zabiegi rolnicze związane z nawożeniem gleb.

Zgodnie ze sporządzonymi diagramami w temperaturze -5°C zmiana wartość pH przyczynia się do przejścia Pb w formy (rys. 1):

- jonową PbOH^+ przy $\text{pH} = 10,7 \div 13,5$,
- stałą PbCO_3 w zakresie $\text{pH} = 6,2 \div 10,7$,
- jonową Pb^{2+} przy $\text{pH} = 0,0 \div 6,2$.



Rys. 1. Diagramy Eh-pH trwałości tlenku cynku i tlenku ołowiu
w temperaturach -5°C , $+10^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, $+30^{\circ}\text{C}$

Fig. 1. Eh-pH diagrams of stability of zinc oxide and lead oxide
at temperature: -5°C , $+10^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, $+30^{\circ}\text{C}$

W tej samej temperaturze ZnO ulegnie rozkładowi, w zależności od wartości pH, na formy (rys. 1):

- stałą $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ przy $\text{pH}=8,0\div 11,1$,
- jonową Zn^{2+} w zakresie $\text{pH}=0,0\div 8,0$.

Analizując powyższe dane można stwierdzić, że tlenek ołowiu występujący w szlamach z pieca szybowego PSP, w temperaturze -5°C wykazuje znaczną mobilność w środowisku gruntowo-wodnym, przechodząc przy wysokich wartościach pH (w środowisku alkalicznym) w formę jonową PbOH^+ , a następnie kolejno w formę rozpuszczalną ołowiu PbCO_3 i formę jonową Pb^{2+} . Tlenek cynku występujący w badanych szlamach, wykazuje natomiast mniejszą mobilność w środowisku hipergenicznym, w porównaniu do PbO, ulegając rozkładowi, przy wartości $\text{pH}=11,1$, na formę stałą $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$, a następnie przy $\text{pH}=8,0$, na formę jonową Zn^{2+} . Obecność $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ w środowisku gruntowo-wodnym wykazał również Cabała [2009] w glebach terenów hutnictwa i górnictwa cynku i ołowiu rejonu olkuskiego. Genezę powstania tego minerału wiąże on z wtórnymi przemianami mineralnymi zachodzącymi w środowisku utleniającym.

W badaniach zaobserwowano, że w temperaturach dodatnich tj. $+10^\circ\text{C}$, $+20^\circ\text{C}$ i $+30^\circ\text{C}$ nie występuje stała forma PbCO_3 oraz, że tlenek ołowiu, wraz z obniżaniem się pH środowiska gruntowo-wodnego przechodzi w formy jonowe, takie jak: $\text{Pb}(\text{OH})^+$ (w środowisku zasadowym) oraz Pb^{2+} (w środowisku kwaśnym). Ponadto, zaobserwowano, że pole trwałości $\text{Pb}(\text{OH})^+$ w temperaturach $+10^\circ\text{C}$, $+20^\circ\text{C}$, $+30^\circ\text{C}$, ulega wyraźnemu rozszerzeniu w porównaniu do temperatury -5°C (rys. 1).

Tlenek cynku we wszystkich rozważanych temperaturach (-5°C , $+10^\circ\text{C}$, $+20^\circ\text{C}$, $+30^\circ\text{C}$), wraz ze zmianą wartości pH, ulegał rozkładowi na dwie formy: $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ i Zn^{2+} . Zwraca uwagę, że pole trwałości ZnO zwiększa się poprzez przesunięcie linii granicznej pomiędzy ZnO, a $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ w temperaturze -5°C przy $\text{pH}=11,1$ do wartości $\text{pH}=9,80$ w temperaturze 30°C .

WNIOSKI

Tlenek ołowiu i tlenek cynku są jednymi z głównych składników mineralnych szlamów powstających w procesie szybowym PSP. Na podstawie sporządzonych diagramów Eh-pH stwierdzono, że składniki te nie są trwałe w środowisku gruntowo-wodnym i ulegają rozkładowi przy wysokich wartościach pH. Produktami rozkładu PbO, w rozpatrywanych temperaturach (-5°C , $+10^\circ\text{C}$, $+20^\circ\text{C}$, $+30^\circ\text{C}$) są formy jonowe: $\text{Pb}(\text{OH})^+$ (w środowisku zasadowym) oraz Pb^{2+} (w środowisku kwaśnym), przy czym w temperaturze -5°C , w zakresie wartości $\text{pH}=6,2\div 10,7$, ołów występuje w formie stałej PbCO_3 .

Tlenek cynku ulegał rozkładowi, we wszystkich rozpatrywanych temperaturach, do formy stałej $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ (środowisko zasadowe) oraz formy jonowej Zn^{2+} (środowisko kwaśne).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w środowisku gruntowo-wodnym rozpatrywanego rejonu Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”, charakteryzującego się zakresem pH od 4,5 do 7,5, zarówno tlenek ołowiu, jak i tlenek cynku, zawarte w szlamach z pieca szybowego PSP, wykazują dużą mobilność. Dlatego też szlamy te, w przypadku ich deponowania na składowisku, mogą stanowić potencjalne źródło zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego.

LITERATURA

1. ADAMCZYK Z., MELANIUK-WOLNY E., NOWIŃSKA K., 2010. The mineralogical and chemical study of feedstock mixtures and by-products from pyrometallurgical process of zinc and lead production. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
2. ADAMCZYK Z., NOWIŃSKA K., 2015. Pierwiastki towarzyszące w fazach szlamów powstających w procesie szybowym pirometalurgicznego otrzymywania cynku i ołowiu, (przekazane do recenzji).
3. CABAŁA J., 2009. Metale ciężkie w środowisku glebowym olkuskiego rejonu eksploatacji złóż Zn-Pb, Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
4. SZUMMER A. (red.), 1994. Podstawy ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej, WNT, Warszawa.
5. Technologia otrzymywania cynku i ołowiu w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie, materiały własne HC „Miasteczko Śląskie”, 2010 (niepublikowane).
6. YONG Li, JI-KUN Wang, CHANG Wei, CHUN-XIA Liu, JI-BO Jiang, FAN Wang, 2010. Sulfidation roasting of low grade lead-zinc oxide ore with elemental sulphur, Minerals Engineering, vol. 23, iss. 7.

WASTES FROM PYROMETALLURGICAL PROCESS OF LEAD AND ZINC PRODUCTION AND THEIR MOBILITY IN GROUND-WATER ENVIRONMENT

S u m m a r y

The wastes (sludges, drosses, slags) produced during pyrometallurgical process of zinc and lead production of Zinc Plant „Miasteczko Śląskie”, contain a lot of metals and may have a potential impact on the environment. During depositing of the wastes, toxic elements contained in them, may be released into the water environment, causing its pollution. The following factors have an impact on mobility of the elements in environment: (i) concentration of elements and (ii) forms of occurrence of elements in the wastes. The paper presents the assessment of the impact of sludges from shaft furnace of Zinc Plant “Miasteczko Śląskie” on the environment. On the basis of Eh-pH diagrams, in the temperature range -3÷+25°C, conditions of stability and dissolution of some main phases of the sludges in the ground-water environment, were determined.

Key words: wastes, sludges, pyrometallurgy, zinc, lead, Eh-pH diagrams, ground-water environment.

ANITA JAKUBASZEK*, ARTUR STADNIK**

OCENA PRACY PRZYDOMOWYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW BIO-DUO W PIERWSZYCH MIESIĄCACH EKSPLOATACJI

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań podstawowych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach z przydomowych oczyszczalni ścieków BIO-DUO firmy Sotralentz. Obiektami badań były oczyszczalnie zlokalizowane w województwie dolnośląskim na terenie gminy Bardo. Badania prowadzono w pierwszym półroczu eksploatacji obiektów. Analizie poddano ścieki oczyszczone odprowadzane do odbiorników, którymi są studnie chłonne lub rowy melioracyjne. Na podstawie uzyskanych wyników badań wykazano, że w większości przebadanych obiektów już po 4 tygodniach eksploatacji wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie przekraczały stężeń dopuszczalnych. Część oczyszczalni wymagała dłuższego okresu wpracowania i regulacji ilości powietrza dostarczanego do reaktora. Ponowne badania wykazały poprawę pracy oczyszczalni oraz spełnienie wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska.

Słowa kluczowe: oczyszczanie ścieków, przydomowe oczyszczalnie ścieków

WSTĘP

Zgodnie z danymi GUS w Polsce w latach 2007-2013 odnotowano znaczący wzrost inwestycji wodno-kanalizacyjnych. W dużych miastach problem w gospodarce wodno-ściekowej jest praktycznie rozwiązany, skanalizowanie jest na poziomie >97%, gorzej sytuacja w dalszym ciągu wygląda na wsiach. Mimo, że w latach 2007-2013 wykonano wiele inwestycji wodno-kanalizacyjnych,

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Technologii Wody, Ścieków i Odpadów

** Uniwersytet Zielonogórski; Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska; student kierunku inżynieria środowiska

w dalszym ciągu sieć kanalizacyjna nawet w połowie nie pokrywa się z siecią wodociągową [GUS 2014, Heidrich 2013, Janik 2012].

Jednostki samorządu terytorialnego coraz częściej na terenach, gdzie budowa zbiorczych kanalizacji sanitarnych jest nieuzasadniona ekonomicznie lub technicznie sięgają po indywidualne systemy oczyszczania ścieków korzystając z zapisu: art. 42 ust 4 Ustawy Prawo Wodne „*W miejscach gdzie budowa systemów kanalizacji zbiorczej nie przyniosłaby korzyści dla środowiska lub powodowałaby nadmierne koszty, należy stosować systemy indywidualne lub inne rozwiązania zapewniające ten sam co systemy kanalizacji zbiorczej poziom ochrony środowiska*” [Prawo Wodne 2001; Goleń, Waręzak 2012].

Bardzo duże znaczenie ma dobór odpowiedniej i sprawdzonej technologii, która poradzi sobie z nierównomiernościami ilościowymi i jakościowymi dopływających ścieków, a także zagwarantuje odpowiedni do wymogów poziom redukcji zanieczyszczeń [Pryszcz, Mrowiec 2015]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego [Dz. U. 2014 nr 0, poz. 1810] określa jakość ścieków odprowadzanych do odbiorników. Jeśli odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest grunt lub wody płynące to wymagania jakościowe są następujące:

- $BZT_5 < 40 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$,
- $\text{ChZT}_{\text{Cr}} < 150 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$,
- zawiesina ogólna $< 50 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$.

Przydomowe oczyszczalnie ścieków, które objęte są normą EN PN 12566-3, dzięki zastosowaniu biologicznych procesów oczyszczania w układach reaktorowych, zapewniają wysoką skuteczność oczyszczania ścieków.

Systemy te zajmują zdecydowanie mniej miejsca na terenie posesji niż układy drenażowe osiągając jednocześnie wyższą sprawność. Pewną uciążliwością dla inwestora może być zapewnienie właściwej eksploatacji oraz regularnych przeglądów serwisowych, jednak spełniając te wymagania uzyskujemy zakładany efekt ekologiczny [Puchlik, Ignatowicz 2014].

Rozwiązaniem, które w tym artykule scharakteryzowano są hybrydowe oczyszczalnie SL BIO-DUO firmy Sotralentz. Celem badań było sprawdzenie po jakim czasie od uruchomienia oczyszczalni parametry ścieków oczyszczonych uzyskają poziom wymagany w Rozporządzeniu Ministra Środowiska. Badania prowadzono na rzeczywistych obiektach, zainstalowanych podczas inwestycji publicznej w gminie Bardo w woj. dolnośląskim. Warunki gruntowo-wodne, gdzie montowane były oczyszczalnie są w niektórych przypadkach bardzo trudne – wysoki poziom wód gruntowych, czasem podłoże skaliste.

Gmina Bardo od wielu lat borykała się z kwestią uporządkowania gospodarki ściekowej na „technicznie trudnych” terenach, gdzie budowa systemu zbiorczego była nieuzasadniona ekonomicznie i technicznie. Do tej pory ścieki

z terenów nieskanalizowanych zbierane były w zbiornikach bezodpływowych – w wielu przypadkach nieuszczelnionych, a następnie transportowane taborem asenizacyjnym do punktów zlewnych. Po przygotowaniu analizy władze gminy podjęły decyzję o zdecentralizowaniu całego systemu i oparły swoją gospodarkę ściekową w kilku miejscowościach o przydomowe oczyszczalnie ścieków.

CHARAKTERYSTYKA OCZYSZCZALNI BIO-DUO

System BIO-DUO wykorzystuje połączenie dwóch technologii oczyszczania ścieków: osadu czynnego i złoża biologicznego, które zapewnia mniejszą wrażliwość układu na zmiany składu dopływających ścieków. Podstawowa wersja oczyszczalni zbudowana jest z dwóch zbiorników o pojemności 2,5 m³ każdy. Pierwszy z nich pełni rolę osadnika wstępnego, drugi jest hybrydowym reaktorem biologicznym. Oczyszczalnia posiada zintegrowaną skrzynkę sterującą, w której znajduje się sterownik wraz z wyspą zaworową oraz dmuchawą membranową.

Ścieki surowe dopływają z budynku poprzez przykanalik oraz studzienkę rewizyjną do osadnika wstępnego. W osadniku, w warunkach beztlenowych, odbywa się I stopień oczyszczania. Częstki łatwo opadające sedymentują, tłuszcze i oleje flotują, tworząc na powierzchni kożuch. W przydennej części osadnika gromadzi się osad wstępny, który ulega fermentacji. Ścieki podczyszczone w osadniku wstępnym podawane są porcjowo do reaktora za pomocą pompy mamutowej. Cykliczny sposób podawania ścieków do reaktora zabezpiecza część biologiczną przed chwilowymi przeciążeniami, które mogą występować w dopływie.



Rys. 1. Przekrój przydomowej hybrydowej oczyszczalni BIO-DUO [Sotralentz Sp. z o.o.]
Fig. 1. Profile of a hybrid of household sewage treatment BIO-DUO [Sotralentz Sp. z o.o.]

Reaktor hybrydowy stanowią dwie szeregowo połączone komory. Pierwsza z nich to układ napowietrzanego złoża biologicznego. W celu równomiernego wymieszania i napowietrzenia ścieków oraz uzyskania równomiernego obciążenia hydraulicznego złoża, zastosowano powietrzne podnośniki cieczy pracujące jako wewnętrzne cyrkulatory bioreaktora. Cyrkulator spełnia dwa zadania:

- podniesienie ścieków z dna zbiornika i równomierne rozprowadzenie ich w górnej części złoża biologicznego
- wstępne napowietrzenie ścieków.

Następnie przez szczelinę w dolnej części ścianki oddzielającej komory ścieki przepływają do komory osadu czynnego, gdzie są napowietrzane za pomocą drobnopęcherzykowego dyfuzora talerzowego. Komora ta pełni jednocześnie rolę osadnika wtórnego dla obumarłej błony biologicznej oraz osadu nadmiernego. W kolejnym etapie ścieki oczyszczone kierowane są do komory filtracyjnej, w której zainstalowany jest filtr szczelinowy zatrzymujący osad w zbiorniku. W komorze filtracyjnej panują warunki atoksyczne, umożliwiające przeprowadzenie procesu denitryfikacji. Nadmiar osadu zgodnie z algorytmem jest recyrkulowany do osadnika wstępnego. Całością steruje automatyka, która zabudowana jest w szczelnej skrzynce sterującej.

CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań była ocena działania przydomowych oczyszczalni ścieków BIO-DUO. Badania prowadzono w 70 przydomowych oczyszczalniach hybrydowych BIO-DUO, zainstalowanych przy budynkach mieszkalnych. Ścieki oczyszczone pochodzące z badanych obiektów najczęściej odprowadzane są do studni chłonnych, w kilku przypadkach (po uzyskaniu pozwoleń wodno-prawnych) odbiornikiem były rowy melioracyjne. Gospodarstwa, objęte badaniami zamieszkuje średnio pięć osób, natomiast zużycie wody nie przekracza 100 dm³/d na użytkownika. Na terenie gminy zainstalowane zostały oczyszczalnie BIO-DUO 0,9 i 1,4 o maksymalnym przepływie 0,9 i 1,4 m³/d. Wszystkie reaktory pracowały jako niskoobciążone, średnie obciążenie biomasy wynosiło ok. 0,15 gBZT₅/g s.m.

Badane obiekty charakteryzowały się zróżnicowaną ilością ścieków surowych dopływających do oczyszczalni w ciągu doby, średni dopływ ścieków wynosił od 0,3 do 1,4 m³/d.

Zgodnie z dostarczoną przez producenta książką eksploatacji instalacji SL-BIO przekazano użytkownikom informacje dotyczące bieżącej obsługi oczyszczalni. Poinformowano mieszkańców o podstawowych czynnościach eksploatacyjnych oraz substancjach, których nie należy wprowadzać do instalacji.

Pobór pierwszych próbek ścieków oczyszczonych przeprowadzono po około czterech tygodniach od uruchomienia instalacji. Próbki pobierano w godzinach

porannych między 9:00 i 12:00. Równocześnie z poborem próbek ścieków odczytywano stan wodomierza zainstalowanego w budynku. Na tej podstawie określano ilość zużytej wody od momentu zainstalowania i uruchomienia instalacji oraz wyznaczano średnie wartości przepływu ścieków.

W okresie od 30.09.2014 r. do 05.12.2014 r. zbadano ścieki oczyszczone pochodzące z 70 indywidualnych oczyszczalni ścieków. W obiektach, w których podczas badania wartości BZT₅, ChZT oraz zawiesiny ogólnej były wyższe niż dopuszczalne w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014r. – przeprowadzono powtórne badania w marcu i październiku 2015 roku.

W pobranych próbkach ścieków oczyszczonych oznaczono:

- temperaturę – metodą elektrochemiczną – za pomocą miernika HQD30,
- pH – metodą elektrochemiczną – za pomocą miernika HQD30,
- BZT₅ – metodą respirometryczną z zestawem Oxi Top, zgodnie z PN-EN 1899-1:2002,
- ChZT – metodą z dwuchromianem potasu, zgodnie z PN ISO 6060:2006,
- zawiesinę ogólną – metodą wagową, zgodnie z PN-EN 872:2007/Apl:2007.

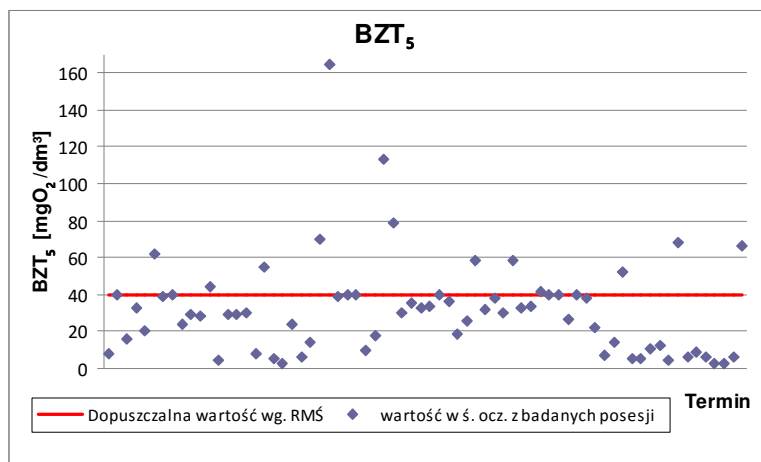
WYNIKI BADAŃ

W okresie pierwszych badań od 30 września do 5 grudnia 2014r. **temperatura ścieków** oczyszczonych w badanych obiektach zmieniała się w zakresie od 9,8°C do 16,5°C. W miesiącach zimowych (listopad, grudzień) kiedy temperatura zewnętrzna obniżała się, obniżała się również temperatura ścieków odpływających, lecz nigdy nie spadła poniżej 9°C. Najwyższe temperatury od 13 do 16,5°C odnotowano w ściekach pobranych 30 września, najniższą w ściekach pobranych 28 listopada. Średnie temperatury badanych ścieków zawierały się w przedziale 11-13°C. Zapewnienie odpowiedniej temperatury ścieków, poprzez dobrą termoizolacyjność całego systemu przyczynia się do sprawnego przebiegu przemian biochemicznych.

Ścieki pochodzące z badanych obiektów charakteryzowały się **pH** w przedziale od 7,0 do 7,9, były to korzystne warunki dla prowadzenia procesów biochemicznych.

Na rysunku 2 przedstawiono wartości **BZT₅ ścieków oczyszczonych** pochodzących z badanych oczyszczalni. Zawartość zanieczyszczeń organicznych wyrażonych BZT₅ zawierała się w przedziale od 3 mgO₂·dm⁻³ do 165 mgO₂·dm⁻³ (rys. 2). Spośród 70 badanych obiektów 58 oczyszczalni po cztero-tygodniowym okresie wpracowania osiągnęło wartości BZT₅ zgodne z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (40 mgO₂·dm⁻³).

W 12 obiektach odnotowano przekroczenia wartości dopuszczalnej tego wskaźnika.

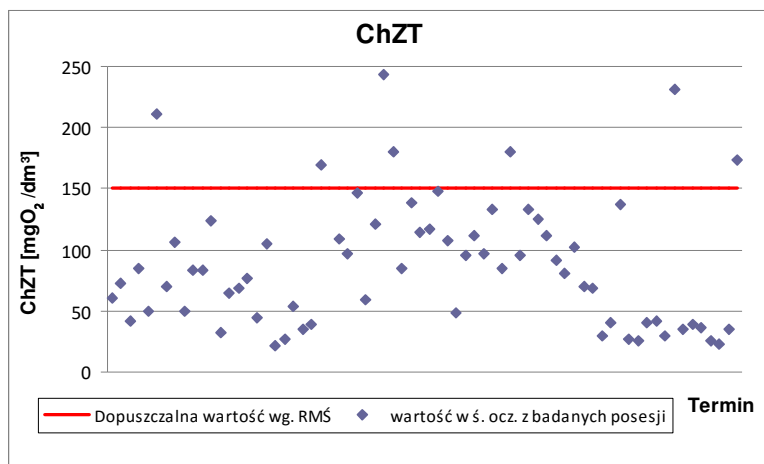


Rys. 2. Wartości BZT_5 w ściekach oczyszczonych
 Fig. 2. The values of BOD_5 in treated wastewater

W tabeli 1 zestawiono wyniki badań pochodzące z instalacji, w których wartości wskaźników są wyższe niż dopuszczalne. Najwyższe wartości BZT_5 zaobserwowano w oczyszczalniach znajdujących się na posesjach 25 i 31 (tab. 1). Po sprawdzeniu przez serwis okazało się, że podczas uruchomienia oczyszczalni nie była wykonana prawidłowa regulacja ilości powietrza dostarczanego do reaktora, natomiast z automatyki odczytano, że kilkukrotnie oczyszczalnia odłączona była od zasilnia elektrycznego.

Wartości **ChZT w ściekach oczyszczonych** przedstawiono na rys. 3. W badanych oczyszczalniach ChZT ścieków oczyszczonych wynosiło od $21 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $271 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. W ośmiu obiektach spośród siedemdziesięciu odnotowano przekroczenie wartości dopuszczalnej tzn., że ponad 89% oczyszczalni już po czterech tygodniach pracy uzyskało wartości zgodne z RMŚ. Najwyższe ChZT, tak samo jak w przypadku BZT_5 , zaobserwowano w oczyszczalniach na posesjach nr 25: $271 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz 31: $243 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Tak duże wartości ChZT mogły być spowodowane wprowadzaniem do ścieków znacznych ilości środków chemicznych lub innych związków, które mogą być trudno biodegradowalne przez mikroorganizmy.

Należy pamiętać, że użytkownicy badanych instalacji do tej pory korzystali ze zbiorników bezodpływowych, do których odprowadzano praktycznie wszystkie nieczystości płynne. W wielu przypadkach pozostają tzw. „stare” przyzwyczajenia – usuwania do systemu kanalizacji substancji, które stają się dla mieszkańców zbyteczne, resztek pożywienia, silnych związków utleniających stosowanych w sanitariatach, które mogą mieć wpływ na prawidłowe funkcjonowanie indywidualnego systemu oczyszczania.



Rys. 3. Wartości ChZT w ściekach oczyszczonych

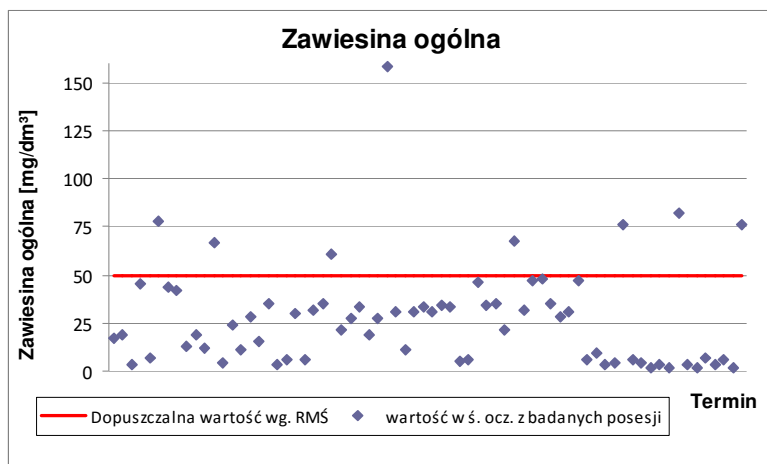
Fig. 3. The values of COD in treated wastewater

Tab. 1. Wyniki badań ścieków w oczyszczalniach przekroczonymi wartościami dopuszczalnymi

Tab. 1. Test results in treatment plants do not meet the limit values

Parametr / Posesja	Po 4 tygodniach od uruchomienia						Marzec 2015				
	Q _z [dm ³ /d]	Temp. [°C]	pH	BZT ₅ [mgO ₂ /dm ³]	ChZT [mgO ₂ /dm ³]	Zawiesina [mg/dm ³]	Temp. [°C]	pH	BZT ₅ [mgO ₂ /dm ³]	ChZT [mgO ₂ /dm ³]	Zawiesina [mg/dm ³]
Pos.6	550	14,0	7,3	62	211	78	16,1	7,4	40	141	37
Pos.12	1200	15,0	7,7	44	123	67	15,9	7,3	40	118	50
Pos.18	900	11,9	7,3	55	105	35	14,8	7,3	29	141	34
Pos.24	810	12,9	7,5	70	169	35	16,3	7,5	61	157	46
Pos.25	600	12,5	7,6	165	271	61	16,5	7,7	120	169	68
Pos.31	1400	13,0	7,9	113	243	158	14,7	7,3	40	149	47
Pos.32	940	11,5	7,1	79	180	31	16,8	7,2	42	138	31
Pos.41	1100	12,0	7,6	58	111	46	17,0	7,3	37	97	25
Pos.45	1200	13,1	7,7	58	180	68	17,2	7,5	51	149	40
Pos.57	740	10,5	7,6	52	137	76	16,7	7,3	40	117	24
Pos.63	1200	10,0	7,5	68	231	82	17,5	7,4	39	101	35
Pos.70	950	12,0	7,4	66	173	76	17,5	7,4	56	121	51

Na rys. 4 przedstawiono stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych pochodzących z badanych obiektów. W 62 oczyszczalniach zawartość zawiesiny mieściła się w granicach określonych Rozporządzeniem ($50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Wartości wyższe odnotowano w ośmiu obiektach. Najwyższe stężenie zawiesiny ogólnej zaobserwowano w posesji nr 31: $158 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. W pozostałych siedmiu oczyszczalniach, z przekroczoną dopuszczalną zawartością zawiesiny, wartości te zawierały się w przedziale $61 \div 82 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1).



Rys. 4. Stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych
 Fig. 4. The concentration of suspended solids in treated wastewater

W posesjach spełniających warunki określone wymogami prawnymi, stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych wynosiło od 2 do 48 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [rys.4]. W dwudziestu trzech badanych obiektach zawiesina została usunięta do poziomu poniżej 10 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Zastosowany w oczyszczalniach BIO-DUO system filtracji odpływających ścieków oczyszczonych pozwala utrzymać wartości zawiesiny na tak niskim poziomie.

W oczyszczalniach, w których parametry ścieków oczyszczonych nie spełniały warunków określonych w Rozporządzeniu przeanalizowano i poprawiono ustawienia pracy urządzeń oraz pouczono mieszkańców o konieczności odpowiedniej eksploatacji.

W marcu 2015 ponownie zbadano ścieki pochodzące z tych posesji (tab. 1). W siedmiu oczyszczalniach parametry ścieków oczyszczonych mieszczą się w granicach dopuszczalnych wartości. W posesjach nr 24, 32, 45 i 70 odnotowano niewielkie przekroczenia dopuszczalnych wartości (tab. 1). W oczyszczalni znajdującej się na posesji nr 25 ścieki oczyszczone nadal mały zbyt wysokie wartości zanieczyszczeń. BZT_5 wynosiło 120 $\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, ChZT – 169 $\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast stężenie zawiesiny 68 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Tab. 2. Wyniki badań ścieków oczyszczonych w październiku 2015r.

Tab. 2. The results of tests of treated sewage in October 2015.

Parametr/ Posesja	Q _{sr} [dm ³ /d]	Temp. [°C]	pH	BZT ₅ [mgO ₂ /dm ³]	ChZT [mgO ₂ /dm ³]	Zawiesina [mg/dm ³]
Pos24	900	15,7	7,1	36	148	33
Pos25	720	14,9	7,5	40	150	44
Pos70	840	14,5	7,3	39	143	35

W październiku 2015 r. ponownie skontrolowano jakość ścieków oczyszczonych w posesjach 24, 25 i 70 (tab. 2). Wartości badanych wskaźników zanieczyszczeń BZT₅, ChZT i zawiesiny ogólnej były zgodne z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu.

PODSUMOWANIE

W pierwszym okresie eksploatacji obiektów 58 z 70 badanych oczyszczalni osiągnęło wartości BZT₅, ChZT i zawiesiny ogólnej odpowiadające wymaganiom określonym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska. Przekroczenia badanych wskaźników odnotowano w 12 instalacjach. Powodem zbyt wysokich zawartości wybranych wskaźników mógł być zbyt krótki okres pracy oczyszczalni, niewłaściwa regulacja urządzeń napowietrzających w reaktorze lub nieodpowiednia eksploatacja oczyszczalni. W obiektach, gdzie wystąpiły przekroczenia wskaźników zanieczyszczeń serwis fabryczny producenta wykonał modyfikację algorytmów pracy oraz regulację ilości powietrza doprowadzającego do reaktora biologicznego. W powtórnych badaniach, wykonanych w marcu 2015r. wartości poszczególnych wskaźników były przekroczone w 5 obiektach. Po sprawdzeniu warunków pracy przez serwis stwierdzono, że zbyt wysokie parametry ścieków oczyszczonych były skutkiem nieprawidłowej eksploatacji instalacji przez użytkowników. W wielu posesjach eksploatacja prowadzona była zgodnie z zaleceniami producenta, jednak zdarzały się także sytuacje, kiedy użytkownicy odłączali oczyszczalnię z zasilania, celem zaoszczędzenia kilku kWh - sytuacja niezrozumiała, ale jednak spotykana.

Badania kontrolne, wykonane w październiku 2015 r. wykazały, że wartości badanych wskaźników w ściekach oczyszczonych mieszczą się w zakresie wyznaczonym przez RMŚ.

Podstawowym warunkiem do odpowiedniego funkcjonowania oczyszczalni przydomowych jest prawidłowa bieżąca eksploatacja zgodna z zaleceniami producenta, a także corocznie przeprowadzony serwis systemu. W gminie zorganizowano szkolenie dla użytkowników instalacji dotyczące podstawowych czynności eksploatacyjnych. Podpisana została również umowa serwisowa

z serwisem producenta, który ma za zadanie przeprowadzić coroczny przegląd urządzeń włącznie z poborem próbek ścieków oczyszczonych do analizy.

Stosowanie się do zaleceń producenta oraz odpowiednio wyregulowany, a następnie prawidłowo eksploatowany i serwisowany system gwarantuje prawidłowe funkcjonowanie instalacji oraz osiągnięcie wartości BZT₅, ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Środowiska.

LITERATURA

1. GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY, 2014. Infrastruktura komunalna w 2013 r., Warszawa.
2. GOLEŃ M., WAREŻAK T., 2012: Podstawy prawne i finansowe budowy oczyszczalni przydomowych. Oficyna wydawnicza SGH Warszawa.
3. HEINDRICH, Z., 2013. Leksykon przydomowych oczyszczalni ścieków. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa.
4. JANIK M., JUCHERSKI A., WALCZOWSKI A., 2012. Gospodarowanie ściekami w zabudowie rozproszonej Cz. I. [W:] Przegląd Komunalny, 7/2012, st. 52-60.
5. PRYSZCZ M., MROWIEC B. M.: Funkcjonowanie przydomowych oczyszczalni ścieków w Polsce. Inżynieria Ekologiczna Vol. 41, 2015 s.133-141.
6. PUCHLIK M., IGNATOWICZ K., 2014. Porównanie wybranych rozwiązań przydomowych oczyszczalni ścieków. W: Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska. Tom 4. Wrocław.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2014 nr 0, poz. 1810).
8. Sotralentz Sp. z o.o. – oczyszczalnia BIO-DUO.
9. Urząd Miasta i Gminy Bardo – Wyniki pracy oczyszczalni.
10. Ustawa z dnia 18 lipca 2001: Prawo Wodne. (DZ. U. 2001 Nr 115 poz. 1229).

EVALUATION SEWAGE TREATMENT PLANTS BIO-DUO IN THE FIRST MONTHS OF OPERATION

S u m m a r y

The article presents the results of the basic indicators of pollutants in sewage from domestic wastewater treatment plants BIO-DUO company Sotralentz. Research sewage treatment facilities were located in the Dolnośląskie Province in the municipality of Bardo. The study was conducted in the first half operation of facilities. We analyzed effluent discharged into the receivers, which are cesspools or drainage ditches. Based on the results of research it has shown that in most studied objects after 4 weeks of life indicator values of pollutants in treated wastewater does not exceed concentration limits. Part of the sewage require a longer period and regulating the amount of air supplied to the reactor. Re study showed improvement in plant operation and fulfillment of requirements specified in the Ordinance of the Minister of the Environment.

Key words: wastewater treatment, sewage treatment plants

**EWA WIŚNIEWSKA, BEATA KARWOWSKA,
ELŻBIETA SPERCZYŃSKA***

INTERWENCYJNE WYKORZYSTANIE ZEOLITÓW W OCZYSZCZANIU ŚCIEKÓW

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wykorzystania wybranych zeolitów do interwencyjnego wspomagania usuwania azotu amonowego z mieszanin ścieków, skroplin z wysokotemperaturowego suszenia osadów i cieczy nadosadowych w procesie osadu czynnego. W badaniach zastosowano zeolit ogrodniczy oraz bentonit w dawce 2 g/dm³. Zastosowanie zeolitów pozwoliło na zwiększenie efektywności usuwania azotu amonowego o 50% w porównaniu do układu kontrolnego.

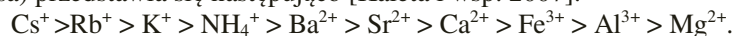
Słowa kluczowe: zeolity, azot amonowy, oczyszczanie ścieków, ciecze osadowe, skropliny z suszenia osadów

WSTĘP

Do zeolitów zalicza się zarówno związki naturalne, jak i syntetyczne. Zeolity naturalne są glinokrzemianami o szkieletowej strukturze, zawierającymi wolne przestrzenie wypełnione jonami oraz cząsteczkami wody mającymi dużą swobodę ruchu [Mozgawa 2007]. Umożliwia to m.in. wymianę jonową, sorpcję oraz odwracalną dehydratację [Wenchuan i wsp. 2010]. Zalicza się do nich ok. 40 minerałów. Najbardziej rozpowszechnionym zeolitem naturalnym jest klinoptylolit ($(K_2, Na_2, Ca)_3Al_6Si_3O_{72} \cdot 24H_2O$) [Anielak 2000]. Stosowane są także inne zeolity, jak bentonit, którego głównym składnikiem jest montmorylonit: $Al_2[(OH)_2Si_4O_{10}]_nH_2O$ czy sepiolit ($Mg_4[Si_6O_{15}(OH)_2] \cdot 6H_2O$). Zeolity syntetyczne mogą być glinokrzemianami, ale stanowią także inne związki. Najczęściej stosowaną metodą ich wytwarzania jest synteza hydrotermiczna. W tym celu wykorzystywać można także syntezę metodą fuzji oraz metodą stopionych soli. Jednym z częściej stosowanych materiałów, z których otrzymuje się zeolity syntetyczne są popioły lotne [Suchocki 2005].

* Politechnika Częstochowska, Katedra Chemii, Technologii Wody i Ścieków

Ze względu na swoją budowę, zwłaszcza naturalne zeolity wykazują się dużą selektywnością w stosunku do jonów jednowartościowych, jak np. NH_4^+ . Szereg wymienialności dla tych związków w stosunku do kationów (wg Mercla i Ames) przedstawia się następująco [Kaleta i wsp. 2007]:



Wykorzystywanie zeolitów w oczyszczaniu ścieków wynika z coraz bardziej rygorystycznych wymagań stawianych jakości oczyszczonych ścieków komunalnych i przemysłowych. Powoduje to konieczność stosowania wysokoefektywnych metod oczyszczania, jak adsorpcja czy wymiana jonowa. Wykorzystanie konwencjonalnych adsorbentów, jak węgiel aktywny, czy też żywic jonowymiennych jest drogie, dlatego też poszukiwane są tańsze materiały, o podobnych właściwościach, których zastosowanie byłoby opłacalne ekonomicznie. Do tego rodzaju materiałów zalicza się zeolity.

W oczyszczaniu ścieków zeolity są wykorzystywane przede wszystkim do usuwania związków biogenych (jonów amonowych, fosforanów), pierwiastków radioaktywnych, a także metali ciężkich. Znane są również przykłady zastosowania zeolitów do usuwania ze ścieków THM-ów [Vasylechko i wsp. 1998].

Według danych przedstawianych przez różnych autorów naturalne zeolity pozwalają na usunięcie ze ścieków azotu amonowego w ilości ok. 0,4 do 25,5 mg/g adsorbenta [Gupta i wsp. 2015; El-Shafey i wsp. 2014]. Według różnych danych równowaga procesu sorpcji jonów amonowych na zeolitach ustala się po ok. 60 do 120 min. [Huang i wsp. 2010]. Wpływ na efektywność procesu mają, oprócz czasu kontaktu ścieków z zeolitami, pH roztworu, dawka zeolitu, rodzaj zeolitu, obecność innych anionów oraz kationów w roztworze. Badania Huang i wsp. [Huang i wsp. 2010] wykazały, że w przypadku wykorzystywania do adsorpcji naturalnych zeolitów wpływ kationów obecnych w roztworze na efektywność usuwania azotu amonowego można przedstawić następująco:



anionów natomiast:



W roztworach, w których znajdują się także jony fosforanowe nie konkurują one z jonami amonowymi. Efektywność usuwania fosforanów z roztworów wynosi od kilkudziesięciu do ponad stu mg/g adsorbenta. Przykładowo w badaniach prowadzonych przez Zhanga i wsp. [Zhang i wsp. 2011] wydajność adsorpcji fosforanów z wykorzystaniem syntetycznego zeolitu na bazie popiołów lotnych wyniosła 132 mg/g. Maksymalną efektywność usuwania fosforanów uzyskano przy pH 7.

Szczególnie interesujące są badania usuwania azotu amonowego ze ścieków w warunkach technicznych. Badania takie prowadzone były w Polsce przez Anielak i wsp. [Anielak i wsp. 2009; Anielak i Smarzyńska 2007] w oczyszczalniach w Dygowej i Krokowej.

W oczyszczalni ścieków w Dygowej do wspomagania procesów biologicznych osadu czynnego wykorzystywany był klinoptylolit węgierski, który dozowano do reaktorów SBR [Anielak i wsp. 2009]. Cykl pracy reaktorów wynosił 5 godzin. Zeolity były dozowane do reaktorów w fazie napowietrzania. Dawka zeolitu wynosiła od 16 do 32 kg/d. Wykorzystanie klinoptylolitu pozwoliło na ustabilizowanie efektywności usuwania związków organicznych oznaczonych jako BZT₅. Zeolit zwiększał także stopień usuwania azotu ogólnego ze ścieków. Stopień ten był zależny od dawki klinoptylolitu, a maksymalne usuwanie autorki uzyskali przy dawce 24 kg zeolitu/d. Zwiększenie dawki zeolitu powyżej tej wartości nie spowodowało dalszego wzrostu stopnia usuwania azotu. Równolegle ze związkami azotu był usuwany także fosfor ogólny.

Podczas badań Anielak i Smarzyńskiej [Anielak i Smarzyńska 2007] prowadzonych w oczyszczalni ścieków w Krokowej zeolit dawkowany był do osadu czynnego (reaktor SBR) przez okres 220 dni. W całym przedziale czasowym efekty oczyszczania ścieków w reaktorze, do którego dozowano zeolit były lepsze w porównaniu z reaktorem kontrolnym. Zaobserwowano zwiększone usuwanie azotu amonowego, co autorki tłumaczą m.in. tym, że stosowany zeolit zapewniał dobre warunki dla rozwoju bakterii nitryfikacyjnych.

Najczęściej zeolity są dozowane, albo bezpośrednio do komory osadu czynnego, albo do odpływu z osadników wstępnych. Dobowa dawka zeolitu zależy od wieku osadu, a wraz ze wzrostem dawki rośnie efektywność usuwania azotu amonowego. Dawka zeolitu powinna zostać dobrana doświadczalnie [Anielak i wsp. 2009; Anielak i Smarzyńska 2007].

W dotychczasowych badaniach nie analizowano możliwości interwencyjnego dozowania zeolitów. Można przypuszczać, że w przypadku awaryjnego odprowadzania cieczy osadowych do głównego ciągu technologicznego oczyszczalni, które mogłoby zaburzyć proces biologicznego usuwania związków biogennych, powinna być stosowana duża dawka zeolitu, która pozwoli na szybkie, interwencyjne usunięcie nadmiernych ilości azotu ze ścieków. Zeolity mogą zatem znaleźć zastosowanie w oczyszczalni także w przypadku okresowych problemów z usuwaniem związków azotu ze ścieków.

Celem badań była ocena efektywności interwencyjnego usuwania azotu amonowego ze ścieków przy wykorzystaniu wysokich dawek zeolitów.

METODYKA BADAŃ

Badania wykorzystania zeolitów do interwencyjnego usuwania azotu amonowego przeprowadzono w skali laboratoryjnej. Wykorzystano mieszaninę skroplin z wysokotemperaturowego suszenia osadów ściekowych oraz cieczy osadowych wymieszanych z syntetycznymi ściekami bytowo-gospodarczymi (10% v/v). Ciecze odpadowe wykorzystane w badaniach wpływają negatywnie

na nitryfikację w stężeniu ok. 5÷10% objętościowych w ściekach.

W oczyszczalni sytuacje, w których udział mieszanin skroplin oraz cieczy osadowych w objętości ścieków przekracza 10% występują sporadycznie. Zasadne jest określenie możliwości wykorzystania zeolitów jako środka mającego zastosowanie do usuwania azotu amonowego w sytuacjach nagłego zrzutu zanieczyszczeń do komór osadu czynnego.

W badaniach wykorzystano zeolit ogrodniczy oraz bentonit (w postaci dostępnego w handlu żwirku dla kotów).

Przed wprowadzeniem adsorbentów do komór osadu czynnego wyznaczono wstępnie dawki zeolitów. Do 0,5 dm³ roztworu zawierającego azot amonowy (w postaci chlorku amonu) dozowano od 0,5 do 5 g sorbentu. Próbkę wytrząsano przez 24 h na wytrząsarce poziomej. Eksperyment prowadzono w trzech równoległych powtórzeniach. Określono ilość azotu amonowego, która może zostać usunięta z roztworu wodnego przez 1 g bentonitu oraz 1 g zeolitu wykorzystanego w doświadczeniu.

W zasadniczych badaniach możliwości interwencyjnego wykorzystania zeolitów układ laboratoryjny stanowiła komora napowietrzania, do której dozowano adsorbenty. Równolegle analizowano pracę trzech układów osadu czynnego: kontrolnego zasilanego mieszaniną cieczy osadowych, skroplin oraz ścieków oraz dwóch układów badawczych, w których praca osadu czynnego była wspomagana wykorzystaniem bentonitu lub zeolitu. Parametry pracy osadu czynnego były następujące: obciążenie substratowe osadu 0,3 gBZT₅/g_{s.m.o.}·d; czas zatrzymania ścieków w komorze napowietrzania 8 h. Dawka sorbentów wynosiła 2 g_{zeolitu/bentonitu}/dm³ i została dobrana na podstawie wstępnych badań określających efektywność usuwania jonów amonowych z roztworów oraz stężenia azotu amonowego w ściekach.

WYNIKI BADAŃ

Wybrane właściwości fizyko-chemiczne substratu zestawiono w tabeli 1. Efektywność usuwania jonów amonowych z roztworu zawierającego chlorek amonowy przedstawiono na rys. 1.

Mieszanina wykorzystana w badaniach charakteryzowała się lekko alkalicznym odczynem (pH 7,01÷7,78). Zawartość związków organicznych oznaczonych jako BZT₅ nie przekraczała 172 mgO₂/dm³. Wartość ilorazu BZT₅/ChZT wynosząca ok. 0,6 wskazywała na dobrą podatność związków organicznych obecnych w mieszaninie na biodegradację. Stężenie fosforanów mieściło się w zakresie 2,56÷5,15 mgPO₄³⁻/dm³, stężenie azotu amonowego natomiast 23,87÷24,52 mgN-NH₄⁺/dm³. Azot amonowy był dominującą formą azotu stanowiąc 75÷80% N ogólnego.

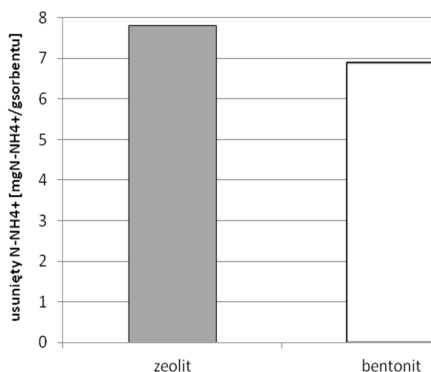
Zeolit okazał się efektywniejszym sorbentem w usuwaniu jonów

amonowych z roztworu. Efektywność usuwania azotu amonowego z wykorzystaniem zeolitu wynosząca 7,80 mgN-NH₄⁺/g sorbentu była o ok. 11% większa niż z wykorzystaniem bentonitu. W przypadku tego ostatniego związku efektywność usuwania azotu amonowego wyniosła 6,9 mgN-NH₄⁺/g. Uzyskane wyniki efektywności usuwania N-NH₄⁺ mieszczą się w zakresie podawanym przez innych autorów dla naturalnych zeolitów, tj. 0,4÷25,5 mg/g sorbentu [Gupta i wsp. 2015; El-Shafey i wsp. 2014]. Efektywność usuwania jonów amonowych z roztworów zależy od rodzaju zastosowanego zeolitu, pH, temperatury, obecności innych jonów i powinna być wyznaczana doświadczalnie [Gupta i wsp. 2015].

Tab. 1. Wybrane właściwości fizyko-chemiczne mieszanin skroplin z wysokotemperaturowego suszenia osadów ściekowych oraz cieczy osadowych z syntetycznymi ściekami bytowo-gospodarczymi

Tab. 1. Selected physicochemical parameters of mixtures of condensates from high-temperature sludge drying, reject waters and synthetic wastewater

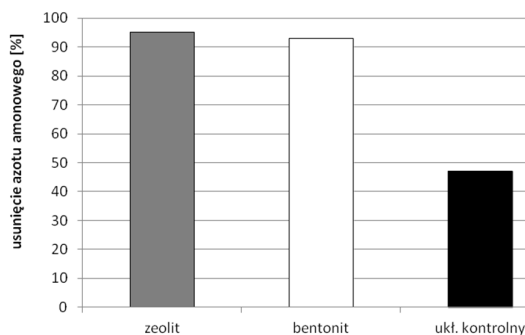
Parametr	Jednostka	Wartość
pH	-	7,01÷7,78
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	143÷172
ChZT	mgO ₂ /dm ³	238÷280
N-NH ₄ ⁺	mgN-NH ₄ ⁺ /dm ³	23,87÷24,52
N ogólny	mgN/dm ³	30,24÷32,85
PO ₄ ³⁻	mgPO ₄ ³⁻ /dm ³	2,56÷5,15



Rys. 1. Skuteczność usuwania jonów amonowych z roztworu chlorku amonu (początkowe stężenie N-NH₄⁺ 150 mg/dm³) w zależności od zastosowanego sorbenta

Fig. 1. Effectiveness of ammonium nitrogen ions removal from ammonium chloride solution (initial concentration of N-NH₄⁺ 150 mg/dm³) depending on sorbent used

Porównanie procentowej efektywności usuwania jonów amonowych w układach badawczych przedstawiono na rys. 2. Efektywność usuwania jonów amonowych w układach, do których wprowadzono bentonit lub zeolit była znacząco wyższa niż osiągnięta w układzie kontrolnym (osad czynny, do którego nie dozowano zeolitów).



Rys. 2 Efektywność usuwania azotu amonowego w układach badawczych wspomaganych dozowaniem zeolitu w porównaniu z układem kontrolnym

Fig. 2. Average removal of ammonium nitrogen by using activated sludge supported by zeolites in comparison to control system

Zastosowanie zeolitów pozwoliło na ok. 50% zwiększenie usuwania azotu amonowego w porównaniu z układem kontrolnym. Większy stopień usuwania azotu amonowego uzyskano w układzie, do którego dozowano zeolit. Różnica stopnia usuwania azotu amonowego pomiędzy układami, do których dozowano zeolity wynosiła < 5%.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zeolity mogą być wykorzystywane nie tylko jako środek wspomagający usuwanie azotu w systemach oczyszczania ścieków osadem czynnym przy długotrwałym ich zastosowaniu, ale także w sytuacjach interwencyjnych, jako sorbent pozwalający zapobiec zakłóceniom usuwania związków biogenych. Stosowane dawki zeolitów w przypadku ich interwencyjnego stosowania są wyższe niż w przypadku długotrwałego wykorzystywania zeolitów do wspomagania pracy osadu czynnego. Interwencyjne wykorzystanie zeolitów pozwala jednakże w krótkim okresie czasu zwiększyć efektywność usuwania azotu amonowego o 50% w porównaniu z układem kontrolnym. Zaletą wykorzystania zeolitów w oczyszczaniu ścieków jest wysoka efektywność usuwania zanie-

czyszczeń z ich wykorzystaniem. Metoda ta jest także elastyczna, pozwala na dostosowanie dawki do zmieniających się warunków.

LITERATURA

1. ANIELAK A. M.; 2000. Chemiczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków, Wyd. PWN.
2. ANIELAK A.M., SMARZYŃSKA M., 2007, Oczyszczanie ścieków zeolitami naturalnymi w systemie SBR na oczyszczalni w Krokowej, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 5, 30-35.
3. ANIELAK A.M., WOJNICZ M., PIASKOWSKI K. 2009, Ocena skuteczności zastosowania zeolitów w oczyszczaniu ścieków komunalnych, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 7-8, 27-31.
4. EL-SHAFFEY O., FATHY N.A., EL-NABARAWY T., 2014, Sorption of ammonium ions onto natural and modified Egyptian kaolinites: kinetic and equilibrium studies, *Advances in Physical Chemistry*, ID 935854, 12 pp.
5. GUPTA V.K., SADEGH H., YARI M., SHAHRYARI GHOSHEKANDI R., MAAZINEJAD B., CHAHARDORI M., 2015, Removal of ammonium ions from wastewater a short review in development of efficient methods, *Global J. Environ. Sci. Manage.* 1(2): 149-15.
6. HUANG H., XIAO X., YAN B., YANG L., Ammonium removal from aqueous solutions by using natural Chinese (Chende) zeolite as adsorbent, *J Hazard. Mater.* 2010, 175(1-3), 247-252.
7. KALETA J., PAPCIAK D., PUSZKAREWICZ A., 2007. Klinoptylolity i diatomity w aspekcie przydatności w uzdatnianiu wody i oczyszczaniu ścieków, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, Tom 23, zeszyt 3, 21-34.
8. MOZGAWA, W., 2007. Spektroskopia oscylacyjna zeolitów. Wyd. AGH.
9. SUCHOCKI, T., 2005. Zeolity z popiołów lotnych. Otrzymywanie i aplikacje w inżynierii środowiska, Wyd. Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
10. VASYLECHKO V.O., LEBEDYNETS Ł.O., GRYSCHOUK G.V., LBODA R., SKUBISZEWSKA-ZIĘBA J., 1998. Badania nad przydatnością zakarpackiego klinoptylolitu do adsorpcji chloroformu z roztworów wodnych, *Ochrona środowiska*, 3(70), 27-30.
11. WENCHUAN C., JIANCHAO H., BIN L., CONGQIANG L., FENGCHANG W., 2010. Zeolite and fungi's flocculability of simulated wastewater containing heavy metal ions or phosphorus, *Chin. J. Geochem.* 29: 137-142.

EMERGENCY USE OF ZEOLITES IN WASTEWATER TREATMENT

S u m m a r y

The paper presents the results of the studies on use of selected zeolites in emergency situations in wastewater treatment plants. They were used for removal of ammonium nitrogen from mixtures of wastewater, reject waters and condensates from high-temperature sludge drying. Zeolite and bentonite at dose of 2g/dm^3 were used. The use of zeolites allowed to increase the efficiency of ammonium nitrogen removal about 50% compared to control system.

Key words: zeolites, ammonium nitrogen, wastewater treatment, reject waters, condensates from sewage sludge drying

JAKUB KOSTECKI*, MICHAŁ TESZ**

**ZINTEGROWANE CENTRUM KOMUNIKACJI
W ZIELONEJ GÓRZE – KONSEPCJA REWITALIZACJI
TERENU PRZYDWORCOWEGO**

Streszczenie

Przystanki, stacje, a następnie dworce zielonogórskie historycznie były lokowane na obrzeżach terenu zabudowanego. Reguła ta była zachowana przy konstruowaniu linii kolejowej i dworca w 2. połowie XIX w. – linia ta została zbudowana ok. 1 km na północ od Ratusza i ok. 600 m od granic zwartej zabudowy miejskiej. W pobliżu dworca kolejowego powstały duże zakłady przemysłowe, bazy przeładunkowe i zakłady usługowe. W toku rozwoju tego sektora, został on uzupełniony o zabudowę mieszkalną, usługową i tereny zieleni. Współcześnie zabudowa ma w dużej mierze charakter chaotyczny, co jest wynikiem mieszania się różnych wizji urbanistycznych. W wyniku znacznego rozwoju przestrzennego miasta, zarówno transport kolejowy, jak drogowy przebiegają przez jego środek. Przeszkodą wynikającą z tego faktu jest utrudniona przez torowisko komunikacja części miasta, które rozwinęły się po obu jego stronach. W pracy przedstawiono koncepcję przebudowy przestrzeni przylegającej do dworców PKP i PKS, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju i użytkowania terenu. Założeniem jest także ułatwienie komunikacji między sektorami miejskimi rozdzielonymi przez torowisko.

Słowa kluczowe: dworzec kolejowy, zagospodarowanie terenu, rewitalizacja

WSTĘP

Tereny miejskie to niezwykle zróżnicowane, złożone z wielu elementów przestrzennych skupisko ludności. Nieodłącznym elementem przestrzeni miejskiej

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

** Uniwersytet Zielonogórski; Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska; student kierunku inżynieria środowiska

(oprócz terenów mieszkaniowych, przemysłowych i rekreacyjnych) są tereny komunikacyjne.

Okres drugiej połowy XX wieku i początek wieku XXI to okres dominacji transportu i komunikacji kołowej, co potwierdzają dane Głównego Urzędu Statystycznego – GUS [2012]. W roku 2012 w Polsce zarejestrowanych było ponad 22,8 mln pojazdów (samochodów, ciągników, autobusów i motocykli). W województwie lubuskim liczba ta wynosiła 670 tys., a w samej in Zielonej Górze nieco ponad 68 tys. [GUS 2013]. W porównaniu do roku 2005, liczba zarejestrowanych pojazdów na poziomie kraju wzrosła do 136%, a na poziomie województwa – o 146%. W samym mieście Zielona Góra wskaźnik ten wzrósł do 134%, względem liczby wyjściowej. Zachowana została jednak ważna rola międzymiejskiego transportu publicznego, zarówno autobusowego, jak kolejowego. Rozwój szczególnie tego ostatniego, ze znaczącym podniesieniem jakości świadczonych usług, może przynieść efekt w postaci utrzymania pozycji tego środka komunikacji i transportu, a nawet jej poprawy.

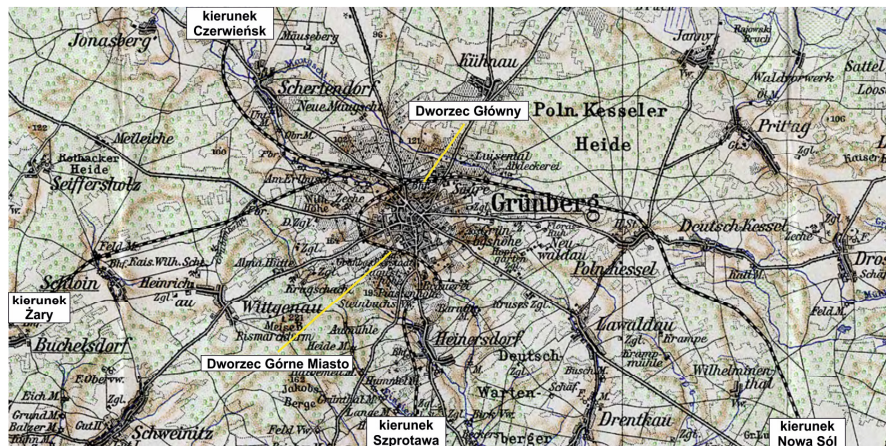
Nieodłącznym elementem systemów komunikacji publicznej są obszary węzłowe w postaci dworców i przystanków. W dużych miastach przybierają one postać rozbudowanych przestrzeni dedykowanych różnym usługom, uzupełniającym ofertę usługodawcy wiodącego – kolei i linii autobusowych. Niestety, w toku rozwoju miast, na licznych takich obszarach narastały zdarzenia przestrzenne, które określić należy jako wadliwe. Współcześnie są one pełne wad, odnoszących się zarówno do kwestii estetyki, jak usytuowania budynków, tras kołowych i pieszych, ochrony środowiska, a nawet problemów społecznych i związanych z bezpieczeństwem. Sytuacja taka wywołała w wielu miejscach świata ruch w kierunku uczytelnienia przestrzeni przylegających do dworców, ich estetyzacji i otwarcia na nowoczesne formy usług. Skuteczna rewitalizacja obszarów związanych z transportem kolejowym i drogowym jest jak najbardziej możliwa także w Polsce, co potwierdzają przykłady z Wrocławia, Poznania, Bydgoszczy, czy Katowic [Stangel 2011, Niwiński i Porębski 2012]. Prawidłowe kształtowanie przestrzeni w miastach jest niezwykle istotne nie tylko z punktu widzenia rozwoju obszarów kolejowych, ale całych ośrodków [Niewiadomski 2003, Parysek 2007].

W pracy przedstawiono koncepcję przebudowy przestrzeni przylegającej do dworców PKP i PKS, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju i użytkowania terenu.

ANALIZA HISTORYCZNA

Pierwszą styczność z koleją Zielona Góra przeżyła w latach 40. XIX wieku, jednak pierwszy pociąg pojawił się tu dopiero w 1879 roku [Kochański 2006]. Główna linia kolejowa w Zielonej Górze została zbudowana ok. 1 km na północ

od Ratusza, ok. 600 m od granic zwartej zabudowy. Również około 1 km od centrum miasta powstał dworzec kolejowy Zielona Góra Główna (Grünberg Hauptbahnhof). Prowadziła ona komunikację osobową i transport towarów z Berlina, przez Gubin (Guben) i Czerwieńsk (Rothenburg), a w drugim kierunku przez Nową Sól (Neusalz), Głogów (Glogau) do Wrocławia (Breslau). Od tej linii istniały dwie dodatkowe, odchodzące od niej w kierunku Szprotawy (Sprottau) i Żar (Sorau). Na linii szprotawskiej znajdował się drugi zielonogórski dworzec – Zielona Góra Miasto Górne (Grünberg Oberstadt), rys. 1.



Rys. 1. Układ linii kolejowych Grünberg i. Schl. (Zielona Góra) na początku XX w.

Fig. 1. Railways in Grünberg i. Schl. (Zielona Góra) lay-out in the beginning of XXth Century

W pobliżu obu dworców kolejowych rozbudowały się wcześniej utworzone, a także powstały nowe zakłady przemysłowe, bazy przeładunkowe i zakłady usługowe, jednak to linia północna była w tym zakresie zdecydowanie ważniejszą (rys. 2). W sąsiedztwie dworca głównego, w okresie przedwojennym funkcjonowały m.in. zakłady: Bohr, Brunnenbau und Wasserversorgungs AG, Raetsch Weinbrennerei, Deutsche Wollenwaren Manufaktur AG, Schirmer Sägewerk, Lorenz Pappfabrik, Mangelsdorf Tischlerei. Zlokalizowano tam także urząd finansowy i urząd celny. Dwie największe fabryki tego rejonu przedstawione na historycznych rycinach z początku XX w. (fot. 1-2).

Istnienie linii kolejowych wywołało efekt w postaci systematycznego rozszerzania się terenów zabudowanych w ich kierunku (rys. 3). Powstały osiedla mieszkaniowe budownictwa jedno- i wielorodzinnego – m.in. przy dzisiejszych ulicach: Chopina, Spółdzielczej, Bohaterów Westerplatte, Kazimierza Wielkiego, Alei Niepodległości, Bolesława Chrobrego, a bliżej

dworca przy ulicach: Ułańskiej, Klonowej, Lipowej, Akacjowej, Dworcowej, Gen. Józefa Bema, w tym duży sektor willowy z okazałymi budynkami wśród zieleni – przy dzisiejszych ulicach: Bohaterów Westerplatte, Kazimierza Wielkiego, Alei Niepodległości, Bolesława Chrobrego i Ułańskiej.



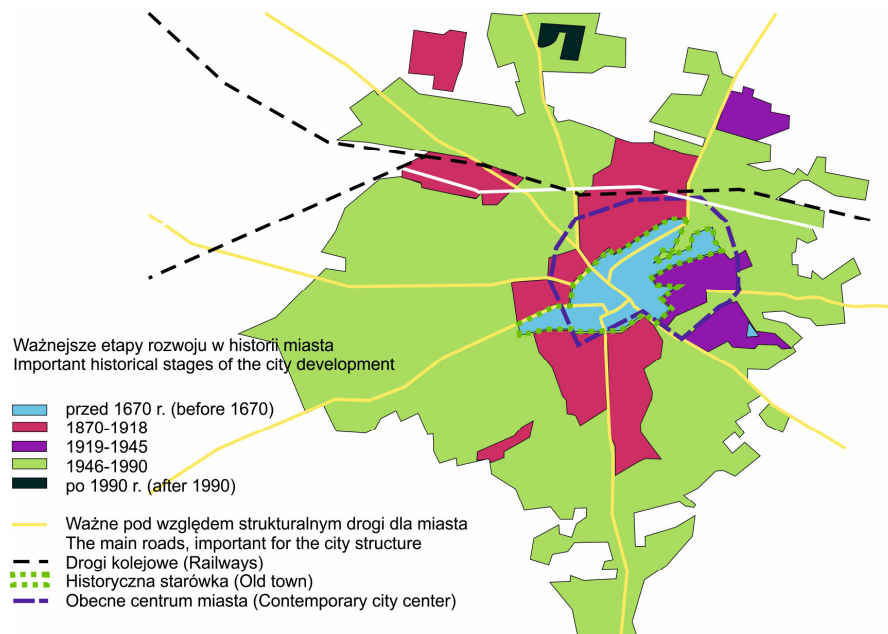
Rys. 2. Strefa przyległa do dworca głównego w okresie przedwojennym
(Messtichblatt 4059, 1:25000, 1933)

Fig. 2. Urban zone adjacent to the main railway station until the WWII
(Messtichblatt 4059, 1:25000, 1933)



Fot. 1-2. Fabryki w rejonie głównego dworca kolejowego w Zielonej Górze (mat. arch.)
Phot. 1-2. Industrial areas adjacent to Zielona Góra main railway station (arch. mat.)

Na północ od linii kolejowej zabudowa przybrała dwojaki charakter. Umieścił się tam duży zakład przemysłu metalowego Beuchelta (po II WŚ Wagmo, a następnie Zastal), obok którego istniały rozległe tereny rolnicze, w tym ogrody i winnice, z ekstensywnie rozmieszczoną zabudową o charakterze podmiejskim i wiejskim. Odstępstwem od tej zasady była zabudowa wzdłuż dwóch osi komunikacyjnych – Lausitzer Str. (Batorego) i Züllichauer Chaussee (Sulechowska), liniowa o większej zwartości.



Rys. 3. Historyczny rys rozwoju obszaru zurbanizowanego Zielonej Góry
Fig. 3. Historical outline of Zielona Góra urban area development

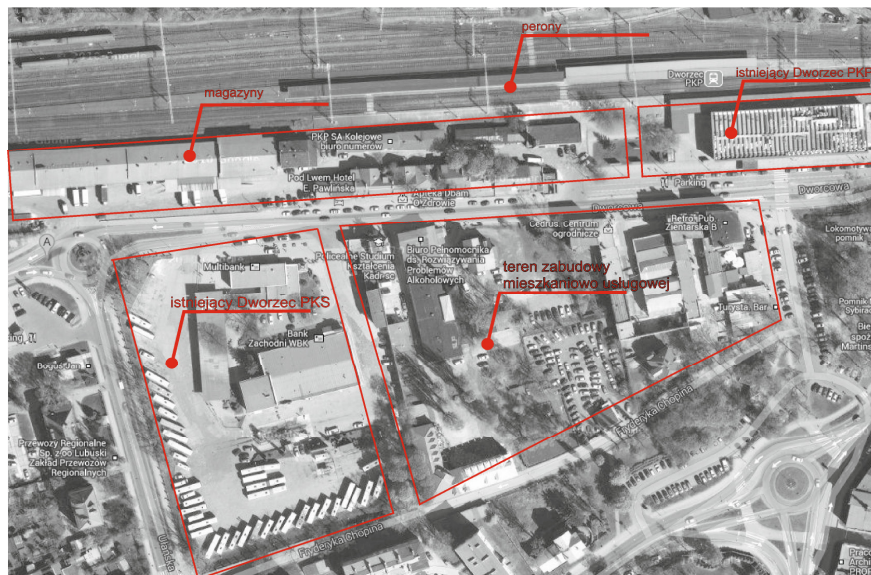
W ciągu dziesięcioleci, poza terenami zabudowanymi, zmieniał się także układ komunikacyjny opisywanej części miasta. Ulice Bohaterów Westerplatte (przedwojenna Kapellen-weg), Batorego (Lausitzer Str.), Sulechowska (Züllichauer Chaussee) urosły do rangi elementów podstawowego systemu komunikacji kołowej w mieście. Również inne ulice – Dworcowa (Hatzfeld Str.), Bolesława Chrobrego (Bismarck Str.), Chopina (Lindeberg), Kazimierza Wielkiego (Moltke Str.), czy Aleja Niepodległości (Bahnhof Str.), zyskały na znaczeniu prowadząc coraz intensywniejszy ruch kołowy i pieszy. Otwierające się sektory miejskie na północ od torów kolejowych wywołały z czasem konieczność ich lepszego niż dotąd skomunikowania. Zarzucono możliwość jednopoziomowego przekraczania torowiska przez krzyżującą się z nim drogę

(Züllichauer Chaussee), na rzecz dwupoziomowego układu, w którym ulica Sulechowska poprowadzona jest wiaduktem nad torowiskiem.

ANALIZA WSPÓŁCZESNA

Opisywany teren, sąsiadujący z dworcem kolejowym, współcześnie zajmują obiekty usługowe o charakterze mieszkaniowym, remontowo-wytwórczym i handlowym (częściowo w dawnych budynkach fabrycznych), usług administracji (w dawnych budynkach fabrycznych), usług medycznych oraz teren zieleni (skwer na Placu Kolejarza), a całość powiązana jest siecią komunikacyjną opisanych wcześniej ulic, powiązanych skrzyżowaniami konwencjonalnymi i rondami. Historyczne budynki fabryczne i willowe oraz kamienice w pobliżu dworca poddano renowacji, a sektory częściowej rewitalizacji (fot. 3 i 4). W odległości ok. 200 m od dworca kolejowego w kierunku zachodnim (400 m od wiaduktu) znajduje się dworzec autobusowy PKS (rys. 4).

Linia kolejowa w układzie wschód-zachód nie zmieniła swojego pierwotnego przebiegu, rozbudowano jedynie układ bocznic kolejowych. Przejście przez perony umożliwia położony ok. 200 m w kierunku wschodnim od dworca PKP wiadukt w pasie ulicy Sulechowskiej.



Rys. 4. Lokalizacja obiektów objętych opracowaniem
(oprac. wł. na podstawie <http://geoportal.gov.pl/>)

Fig. 4. Present location of the stations (based on: <http://geoportal.gov.pl/>)

Budynek dworca PKP w ostatnich latach został poddany rewitalizacji, która pierwotnie nie objęła terenów przydworcowych (fot. 5). Działania takie zostały podjęte w roku 2015 i są kontynuowane na początku roku 2016. W sąsiedztwie wiaduktu znajdują się obiekty Miejskiego Zakładu Komunikacji oraz węzeł linii autobusowej „Dami”.



Fot. 4. Budynki fabryczne Bohr, Brunnenbau und Wasserversorgungs AG po renowacji
Phot. 4. Factory buildings of Bohr, Brunnenbau und Wasserversorgungs AG
after the renovation processes

Publiczna komunikacja kołowa funkcjonuje w Zielonej Górze od 1945 roku [Kochański 2006]. Niskie nakłady na renowację i utrzymanie obiektu dworca PKS spowodowały jednak, uległ on daleko posuniętej degradacji. Na terenie

dworca, poza stanowiskami, zlokalizowany jest parking dla autobusów, na którym w godzinach szczytu znajduje się ponad 100 pojazdów. Teren ten, z uwagi na liczne zaniedbania i uszkodzenia budynków, nawierzchni oraz zieleni wywołane długim czasem eksploatacji przy braku kompleksowo wykonywanych napraw, zaliczyć należy do miejskich obszarów zdegradowanych (fot. 6). Dworzec autobusowy jest stosunkowo słabo skomunikowany, znajdując się ok. 500 m od najbliższego przystanku komunikacji miejskiej.



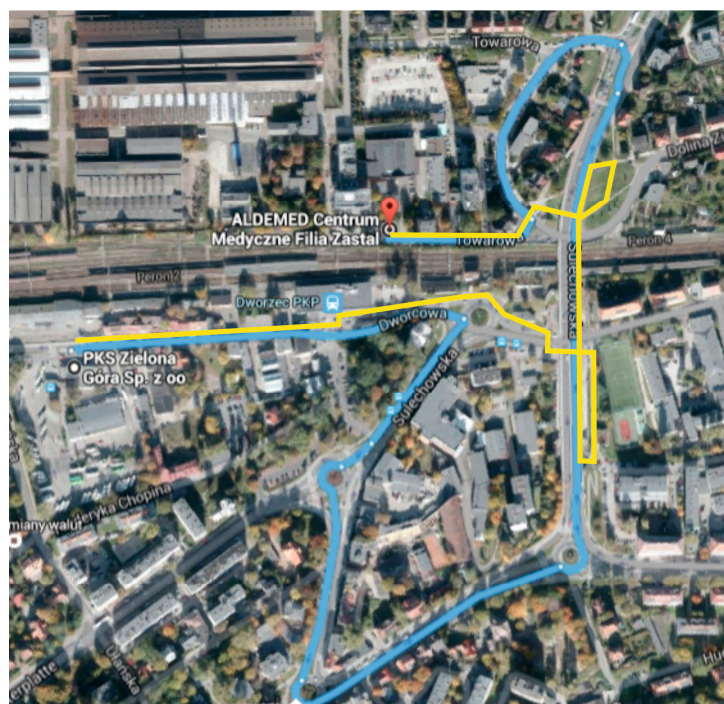
Fot. 5. Budynek dworca kolejowego w Zielonej Górze, wygląd współczesny
Phot. 5. Building of the main railway station in Zielona Góra, contemporary view



Fot. 5. Teren dworca autobusowego, wygląd współczesny
Phot. 5. The area of the bus station in Zielona Góra, contemporary view

W sąsiedztwie dworca kolejowego, po północnej stronie torów kolejowych, funkcjonuje od kilku lat centrum medyczne AldeMed (przy ul. Towarowej 20,

w sąsiedztwie zakładów Zastal). Jest to rozbudowana placówka, tym samym odwiedzana niemal ciągle przez dużą grupę ludzi. Z racji położenia na uboczu, dostęp do obiektu jest jednak utrudniony, brak jest bezpośredniego połączenia komunikacji, a przedostanie się do niego od strony śródmieścia, czy dworców wiąże się z koniecznością pokonania schodów prowadzących na wiadukt oraz ok 1200 m spacerem, co dla niektórych osób jest znaczącym utrudnieniem (rys. 5). Na terenie placówki i w bezpośredniej jej okolicy jest niewiele miejsc parkingowych w odniesieniu do zapotrzebowania. Należy do tego dodać liczne obiekty wytwórcze i usługowe zlokalizowane przy tej samej ulicy, także wymagające miejsc parkingowych i odznaczające się tożsamymi trudnościami komunikacyjnymi. W dalszych sektorach względem dworca kolejowego ulokowały się w końcu XX i na początku XXI w. duże osiedla mieszkaniowe wypełniając systematycznie teren między ulicami Sulechowską, Batorego i Trasą Północną.



- Trasa piesza PKS-AldeMed
- Trasa dojazdu samochodem PKS- AldeMed

Rys. 5. Trasa pomiędzy dworcem PKS a kliniką AldeMed
[oprac. wł. na podstawie <http://maps.google.pl>]

Fig. 5. Walking route between bus station and AldeMed
[own elab. based on: <http://maps.google.pl>]

Teren wykazuje współcześnie szereg wad przestrzenno-użytkowych, wynikających z nawarstwienia się w czasie różnych koncepcji zagospodarowania terenu i funkcjonowania obiektów. Fakt ten potwierdzają aktualne analizy dokonywane przez różnych autorów, m.in. Piersiak i Pluskota [2014].

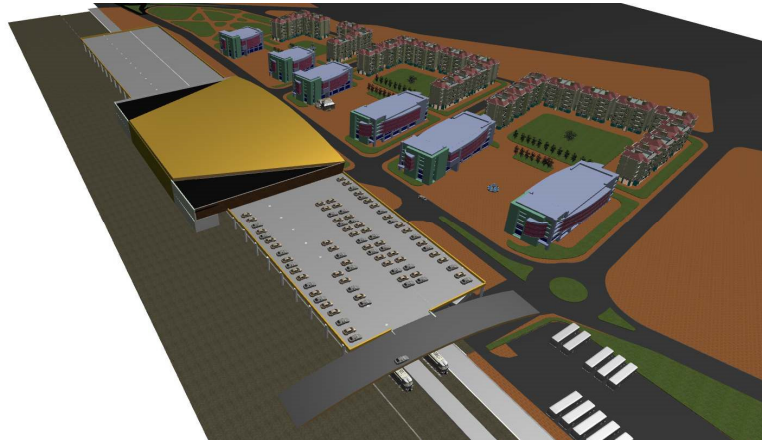
KONCEPCJA ROZWIĄZANIA

Głównym założeniem prezentowanej w artykule koncepcji jest stworzenie Zintegrowanego Centrum Komunikacji (ZCK) Zielona Góra Centrum, które w wygodny i bezkolizyjny sposób, połączyć może usługi komunikacyjne oferowane przez przewoźników (PKS, PKP, MZK oraz przewoźników prywatnych) w formie jednej funkcjonalno-przestrzennej bryły. Biorąc pod uwagę istniejące problemy komunikacyjne, Koncepcja Zintegrowanego Centrum została zlokalizowana po północnej stronie ulicy Dworcowej na miejscu magazynów firmy „DB Shenker” (na południe od torów kolejowych). Obiekty PKS, PKP i MZK usytuowano w formie liniowej eliminując kolizje w poruszaniu się pomiędzy nimi. Dodatkowo wprowadzono szereg usprawnień komunikacyjnych na terenie przyległym do dworców, powiększono istniejący teren zieleni, uporządkowano zabudowę mieszkaniową oraz usługową (rys. 6-9).

W części centralnej obiektu umieszczono część obsługi pasażerów, która obejmuje kasy MZK, PKS, PKP oraz przejścia do strefy odjazdów autobusów i pociągów. Po wschodniej stronie strefy obsługi pasażerów, znajduje dworzec PKP, w którym wydzielono poczekalnię oraz strefy kas i administrację. Z zachodniej strony strefy obsługi klientów znajduje się strefa odjazdów autobusów, która znajduje się za projektowanym wiaduktem łączącym zatorze z centrum (umożliwiającym wjazd na nadziemny parking znajdujący się ponad strefą PKS). Wszystkie obiekty zostały zadaszone. Na platformie, nad częścią centralną, przewidziano miejsce dla centrum usługowo-handlowo-gastronomicznego. Prowadzą do niego ruchome schody z parteru. Nad strefą odjazdów autobusów ulokowany został nadziemny parking dla samochodów osobowych, z wjazdem z projektowanego wiaduktu. Poprzez część handlową istnieje swobodne połączenie ze strefą obsługi pasażerów.

Projektowany obiekt pozwala na rozwiązanie problemu skomunikowania części miasta po północnej stronie torów z centrum, po przez wprowadzenie trzech przejść podziemnych, oraz dodatkowego wiaduktu dla aut osobowych. Największe przejście podziemne o szerokości 9 m zaprojektowano pod częścią centralną nowego dworca. Prowadzi ono z części obiektu ulokowanej za torami, na plac po południowej stronie ulicy Dworcowej, jednocześnie umożliwiając wejście do strefy obsługi klienta. Kolejne przejście poziome – bezpośrednio w okolicy centrum zdrowia „AldeMed”. Trzecie przejście podziemne zostało ulokowane prostopadle do Parku Kolejarka, tak by ułatwiało komunikację oso-

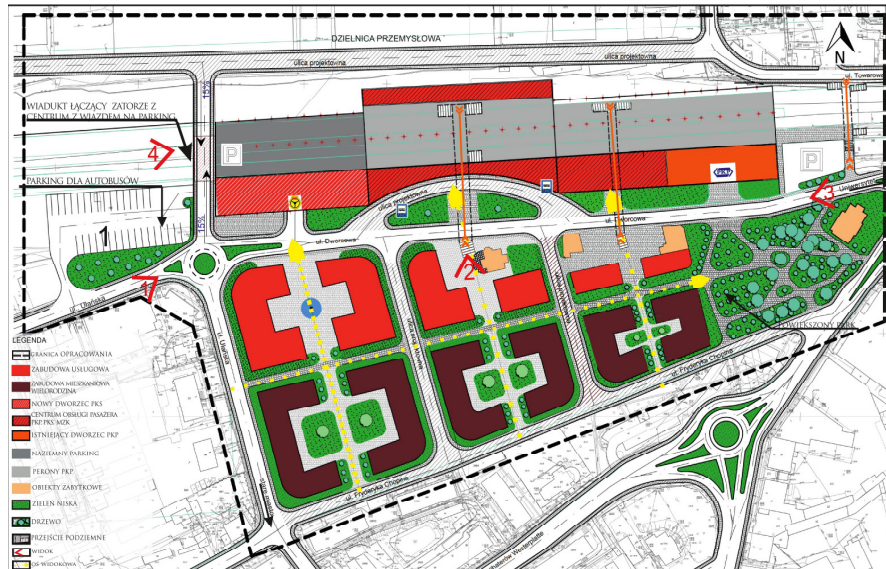
bom, które nie muszą korzystać z usług Centrum. Aby ułatwić funkcjonowanie osobom starszym i niepełnosprawnym, wszystkie przejścia zostały wyposażone w ruchome pochylnie.



Rys. 6. Koncepcja rewitalizacji obszarów przydworcowych – widok ogólny
Fig. 6. The concept of the railway station revitalization – general view

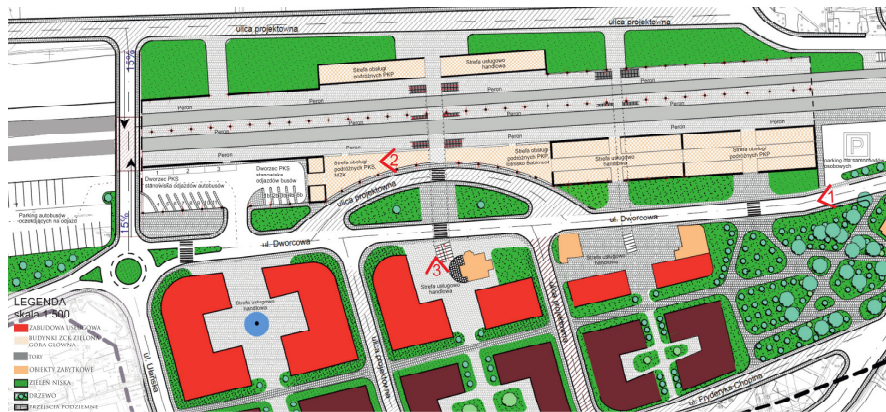


Rys. 7. Koncepcja rewitalizacji obszarów przydworcowych – widok ogólny
Fig. 7. The concept of the railway station revitalization – general view



Ryc. 8. Koncepcja rewitalizacji obszarów przydworcowych – widok ogólny

Fig. 8. The concept of the railway station revitalization – general view



Ryc. 9. Koncepcja rewitalizacji obszarów przydworcowych – widok ogólny

Fig. 9. The concept of the railway station revitalization – general view

W celu ułatwienia komunikacji kołowej, zaprojektowano nowy wiadukt, obsługujący również nadziemny parking. Dzięki temu rozwiązaniu możliwy jest przejazd samochodem osobowym do części miasta oddzielonej torami, bez konieczności wjazdu na istniejącą estakadę.

Zmieniony został również istniejący układ komunikacyjny. Ul. Fryderyka Chopina została poszerzona i stworzony został wyjazd na ul. Bohaterów We-

sterplatte. Również ul. Dworcowa została poszerzona oraz zaprojektowano dodatkowy pas przeznaczony dla autobusów MZK i taksówek.

W części usługowo-mieszkaniowej zostały zaprojektowane dodatkowo dwie ulice obsługujące ten teren. Po północnej stronie torów przedłużono ul. Towarową. Teren po południowej stronie ul. Dworcowej, został przeprojektowany – stworzono tu strefy usług w bezpośrednim sąsiedztwie ZCK, oraz strefy zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej (na północ od ul. Fryderyka Chopina).

Na projektowanym terenie przewidziano również rozbudowę istniejącego skweru oraz stworzenie dodatkowych alei, które stwarzałyby swoistą zieloną oazę w centrum komunikacyjnym pozwalając na odpoczynek od miejskiego zgiełku.

Na problem dostępności obiektów transportowych dla pasażerów zwracano uwagę niejednokrotnie [Cervero 2001, Givoni i Rietveld 2007, Krygsman i inni 2004, Murray 2001]. Integracja pojedynczych dworców w węzły i huby przesiadkowe ma wiele zalet – poczynając od oszczędności miejsca, poprzez udogodnienia dla pasażerów łącznie z mniejszą inwazyjnością (np. dźwiękową) dla otoczenia [Chew 1999, Currie i Wallis 2008]. Oczywiście muszą być spełnione pewne podstawowe założenia, dzięki którym integracja pojedynczych dworców będzie uznana za sukces. Zalicza się do nich m.in. [Potocka 2015]:

- zwartość (mała odległość przesiadkowa)
- węzeł jest czytelny dla potencjalnych użytkowników
- dostosowano infrastrukturę do liczby pasażerów,
- dostosowano węzeł do potrzeb osób z różnymi rodzajami niepełnosprawności, osób starszych oraz podróżujących z dziećmi
- założono bezpieczeństwo węzła,
- informacja jest łatwo dostępna (mapy, rozkłady jazdy) oraz
- w węźle dostępne są funkcje dodatkowe (biletomaty, toalety, zadaszenia).

Proponowana koncepcja spełnia podstawowe kryteria związane z użytecznością nowoczesnych węzłów przesiadkowych.

Na problem z komunikacją w rejonie dworzec autobusowy – dworzec kolejowy w Zielonej Górze wskazywano uwagę już wcześniej [Niemiec i inni 2014]. Rozwiązania polegające na grupowaniu dworców autobusowych i kolejowych w spójną całość są nie tylko wygodne dla pasażerów, stanowią również obiekty łatwiejsze w zarządzaniu. Potwierdzają to liczne prace prowadzone na terenie Polski (Trójmiasto, Poznań, Kraków, Wrocław, Białystok), jak i doświadczenia za granicami kraju (Birmingham, Aglomeracja Turyńska, Gandawa, Rotterdam) [Beister i Peczyński 2015 a, b].

PODSUMOWANIE

W przedstawionej koncepcji oparto się na zintegrowaniu wszystkich usług komunikacji lokalnej i ponadlokalnej (MZK, PKS, PKP, lokalni przewoźnicy, taksówki). Przejścia pomiędzy projektowanymi obiektami tworzą 4 osie kompozycyjne:

- w kierunku Parku Kolejarsza,
- w kierunku skrzydła PKS,
- w kierunku PKP,
- w kierunku części centralnej ZCK.

Uwolnione w ten sposób tereny przeznaczono na uporządkowanie zabudowy mieszkaniowej, usługowej i komunikacyjnych. Atrakcyjne wizualnie Zintegrowane Centrum Komunikacyjne – Zielona Góra Centrum zastąpi rozproszoną zabudowę i stanie się magnesem nie tylko dla osób korzystających z usług przewozowych, lecz również całej gamy mniejszych dostawców usług.

Powiększenie obszaru zieleni w znacznym stopniu podniesie walory estetyczne, dając możliwość kontemplacji zarówno turystom, mieszkańcom jak i przypadkowym przechodniom.

Zmieniony układ komunikacji pieszej i kołowej zmniejszy problemy komunikacji miasta po obu stronach torowiska, oraz skróci czas dojścia i przejazdu. komunikacja – zarówno piesza, jak i samochodowa pozwoli na znaczne skrócenie czasu i dystansu do pokonania.

LITERATURA

1. BEISTER M., PECZYŃSKI L., 2015a: Przesiadamy się w Polsce, iZTM - Miesięcznik Zarządu Transportu Miejskiego, 12 (94), 11–13.
2. BEISTER M., PECZYŃSKI L., 2015b: Przesiadamy się w Europie, iZTM - Miesięcznik Zarządu Transportu Miejskiego, 12 (94), 14–16.
3. Chew C.H., 1999: Integrated bus/rail station. *Applied Acoustics* 56. 57–66.
4. CERVERO, R., 2001. Walk-and-ride: factors influencing pedestrian access to transit. *Journal of Public Transportation* 3 (4), 1–23.
5. Currie G., Wallis I., 2008: Effective ways to grow urban bus markets – a synthesis of evidence. *Journal of Transport Geography* 16, 419–429.
6. GEOPORTAL, 2013. Portal PGI. Dostępny w World Wide Web: <http://geoportal.pgi.gov.pl>.
7. GIVONI M., RIETVELD P., 2007: The access journey to the railway station and its role in passengers' satisfaction with rail travel, *Transport Policy* 14, 357–365.

8. GUS 2012. Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2012, Praca zbiorowa pod red. Dmochowska H., Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa.
9. GRUSZCZYŃSKI W., STAWIARSKA A., 2004. 50 lat Komunikacji Miejskiej w Zielonej Górze, Fabryka Reklamy IBI, Zielona Góra ss. 39.
10. KOCHAŃSKI P., 2006. Ceglana architektura dworców kolejowych województwa lubuskiego w: Rocznik Lubuski (red. W. Eckert), Tom 32, cz. 1.
11. KRYGSMAN S., DIJST M., ARENTZE T., 2004: Multimodal public transport: an analysis of travel time elements and the interconnectivity ratio, *Transport Policy* 11, 265–275.
12. MURRAY, A.T., 2001. Strategic analysis of public transport coverage. *Socio-Economic Planning Sciences* 35, 175–188.
13. NIEMIEC B, OLKISZ M., CICHOCKI T., 2014: Opracowanie koncepcyjne przedprojektowe założenia koncepcyjne dla budowy skrzyżowania ulic Dworcowa-Sulechowska-Bema w Zielonej Górze wraz z budową placu przesiadkowego i budową tunelu pieszo-rowerowego pod torami kolejowymi w rejonie dworca PKP w Zielonej Górze oraz zadaszenia nad przystankami komunikacji miejskiej głównego centrum przesiadkowego, ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o., Zielona Góra.
14. NIWIŃSKI G., POREBSKI J. 2012. Dworzec Centralny w Warszawie, *Architektura*, 2 (209), 30–49.
15. NIEWIADOMSKI Z. 2003. Planowanie przestrzenne. Zarys systemu. Wydawnictwo Prawnicze Lexis Nexis, Warszawa, ss. 224.
16. PARYSEK J.J. 2007. Wprowadzenie do gospodarki przestrzennej, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, ss. 199.
17. PIERSIAK T., PLUSKOTA A., 2014: Strategia ZIT miejskiego obszaru funkcjonalnego Zielonej Góry, Tomasz Piersiak Consulting, Zielona Góra
18. POTOCKA M. 2015: Jak nie z(a)gubić się w węzłach przesiadkowych, *iZTM – Miesięcznik Zarządu Transportu Miejskiego*, 12 (94), 8–10.
19. MAPY GOOGLE, 2016. Serwis dostępny w World Wide Web: <http://maps.google.pl>.
20. STANGEL M. 2011. Rewitalizacja z kulturą w tle. *Architektura*, 5 (200), 44–55.

ZIELONA GÓRA COMMUNICATION CENTER – THE CONCEPT OF BUS AND TRAIN STATION REVITALISATION

S u m m a r y

Stops, stations, and then the railway station in Zielona Góra, historically have been located on the outskirts of built-up area. This rule was retained in the construction of the railway line and station in the 2nd half of the XIXth century – this line was built approx. 1 km north of City Hall and approx. 600 m from the boundaries of urban built-up area. Near the railway station a large industrial plants, depots and service plants were built. During the development of this sector, it has been supplemented by residential development, services and green areas. Today, building has largely chaotic lay-out as a result of the mixing of different visions of urban planning. In a consequence of the significant growth of the city, both railroad and roads for wheeled vehicles have been running through its center. The obstacle resulting from this fact is hindered communication between the both parts of the city that have developed on the both sides of the tracks. The paper presents the concept of remodeling the space adjacent to the railway and bus stations, in accordance to the principle of sustainable development and land use. The idea is also to facilitate communication between the urban sectors separated by track.

Key words: railway station, bus station, land use, revitalization

MAŁGORZATA SZTUBECKA, JACEK SZTUBECKI*

BADANIA KLIMATU AKUSTYCZNEGO NA TERENACH REKREACYJNO-WYPOCZYNKOWYCH

Streszczenie

Artykuł zawiera ocenę zanieczyszczenia hałasem parku zdrojowego, którą oparto na analizie różnic pomiędzy rzeczywistymi wynikami pomiaru równoważnego poziomu dźwięku a odczuciami osób odwiedzających park zdrojowy. Wyniki sondaży opracowano statystycznie oraz wykorzystując teorię zbiorów rozmytych. Interpretacja wyników dowiodła, że ocena klimatu akustycznego występującego na obszarze parku zdrojowego, powinna być określana w oparciu o pomiary poziomu dźwięku i badania sondażowe, a użyty rozmyty model jest właściwy dla tego typu obserwacji.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie powietrza, hałas, tereny zielone, analiza rozmyta

WPROWADZENIE

Zanieczyszczeniami powietrza są wszystkie substancje stałe, ciekłe, gazowe, hałas i wibracje oraz energia promieniowatwórcza, występujące w ilościach powodujących zakłócenia lub zagrożenia prawidłowego funkcjonowania biosfery, w tym zdrowia człowieka [Rogański 2005]. Czynniki te działają również na inne elementy środowiska. Kształtowanie środowiska pod względem akustycznym jest postępowanie oparte na formowaniu warunków akustycznych tak, aby były one optymalne z punktu widzenia potrzeb zdrowia i działalności człowieka [Sadowski 1978].

Parki stanowią jeden z ważnych składników środowiska przyrodniczego i kulturowego. Głównym zadaniem parków jest tworzenie warunków do spokojnego wypoczynku o charakterze indywidualnym i nieorganizowanym [Borcz 2002; Kujawski i in. 2008]. Zieleń wpływa korzystnie na środowisko terenów zurbanizowanych (ogranicza rozprzestrzenianie się pyłów, gazów i hałasów) i dostarcza przestrzeni niezbędnej do rekreacji. Parki jako obszary

* Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

ciszy, są miejscem wypoczynku oraz spotkań towarzyskich. Pozwalają na spędzanie wolnego czasu, który może być wykorzystany na odpoczynek lub rozrywkę [Młynarczyk 2002; Hudak 2011; Malec 2014].

OBIEKT BADAŃ

Tereny zieleni parkowej w wielu polskich uzdrowiskach są często jedynymi skomponowanymi dużymi terenami zieleni urządzonej w całej miejscowości [Skiba 2008; Skiba 2013]. Towarzyszą im większe lub mniejsze płaszczyzny wodne, fontanny i wodotryski pełniące głównie funkcje dekoracyjne, oraz lecznicze. Temu samemu celowi służą również tężnie w Ciechocinku, i specjalnie wznoszone wyłącznie dla celów terapeutycznych, np. w Konstancinie i Inowrocławiu [Węclawowicz-Bilska 2014]. System urządzeń na tych terenach powinien uwzględniać odpowiednie strefy – ciszy, turystyki, rekreacji.

Nizinne Uzdrowisko Inowrocław, powstało w 1875 roku. Park Zdrojowy, położony na obrzeżu miasta po jego zachodniej stronie jest funkcjonalnie zagospodarowany i przystosowany do działalności leczniczej i rekreacyjnej, zapewniając podstawowe wymogi uzdrowiska (fot. 1).



*Fot. 1. Obszar Parku Zdrojowego w Inowrocławiu [www.solanki.pl]
Phot. 1. The area of Spa Park in Inowrocław [www.solanki.pl]*

Ponieważ przez przeważającą liczbę dni w roku wiatry wieją z kierunku zachodniego, korzystne usytuowanie zapewnia, iż na obszar parku nie są przenoszone zanieczyszczenia powietrza od strony miasta oraz umożliwia grawitacyjny spływ mas powietrza i naturalną wentylację. Wpływa to również na rozprzestrzenianie się hałasu na tym obszarze. W obrębie badanego terenu istnieje kilka źródeł infiltrujących i emitujących hałasy do parku. Do źródeł zewnętrznych należą: kolej, ruch drogowy, lotnictwo. Do źródeł wewnętrznych zaliczamy boiska sportowe, kawiarnie, muszlę koncertową, zakłady i obiekty przyrodolecnicze. W związku z powyższym, szczególną uciążliwością może okazać się przenikanie hałasu komunikacyjnego, kolejowego do wnętrza parku lub rozprzestrzenianie się hałasu pochodzącego od źródeł funkcjonujących na terenie parku albo zanieczyszczeń wynikających z przemysłowego charakteru miasta.

Jednak tego, czy hałas w parku jest uciążliwy dla odwiedzających, nie można wywnioskować jedynie z samych pomiarów. Osoby przebywające na terenie parku mogą bowiem zwracać uwagę na hałas, którego nie bierze się pod uwagę w ustaleniach normowych. Ocenę tych odczuć można jedynie uzyskać na podstawie badań sondażowych osób przebywających na tym terenie. Mają one za zadanie określenie subiektywnej uciążliwości odbieranego hałasu.

METODYKA I WYNIKI BADAŃ

Aby scharakteryzować odczucia osób odwiedzających park należało wykonać pomiary równoważnego poziomu dźwięku – LAeq. W tym celu, punkty zlokalizowano w miejscach występowania hałasu pochodzącego od różnych źródeł możliwych do zidentyfikowania na rozpatrywanym terenie, dostosowując je jednocześnie do głównych ciągów komunikacyjnych parku i skupisk przebywania ludzi. Wybór taki pozwalał wyodrębnić:

- imisję hałasu komunikacyjnego z otaczających ulic,
- emisję ze źródeł wewnętrznych (muzyka, odgłosy ludzi i zwierząt).

Pomiary obejmowały cztery pory roku. Na ich podstawie otrzymano średnie wartości poziomu dźwięku w poszczególnych sezonach (tab. 1).

Tab. 1. Średni poziom dźwięku w poszczególnych sezonach [oprac. aut.]

Tab. 1. Mean sound levels in each seasons [own elaboration]

Sezony Seasons	Średnia wartość poziomu dźwięku, dB Mean sound level, dB
lato (summer)	50,3
jesień (autumn)	48,3
zima (winter)	46,4
wiosna (spring)	49,2

Na podstawie badania poziomu dźwięku na danym terenie można określić ewentualne przekroczenia tego poziomu, w odniesieniu do wartości zawartych w normach. Gdy jednak takich przekroczeń nie stwierdzi się, nie ma podstaw do jakichkolwiek działań ochronnych na badanym obszarze. Ponieważ parki są to miejsca wypoczynku i rekreacji oraz, w przypadku parku zdrojowego, obszarem lecznictwa uzdrowiskowego, a osoby je odwiedzające mogą odczuwać negatywnie występujące tam hałasy, celowym było przeprowadzenie odpowiednich badań sondażowych na ten temat.

W opracowaniu statystycznym ankiet rozkład poziomu dźwięku w badanej próbie przyjęto jako rozkład normalny, z wartością średnią równą wartości referencyjnej. Danymi wyjściowymi dla analiz były różnice pomiędzy hałasem zmierzonym a postrzeganym. Jako postrzeganie hałasu z kilku źródeł, przyjęto hałas najsilniejszy, ponieważ odpowiada to odczuciom negatywnym (sytuacja jest postrzegana poprzez jej najmniej przyjemny aspekt). Ostatecznie więc każdemu ankietowanemu przypisano ocenę hałasu najbardziej dokuczliwego. Wynikiem analizy statystycznej ankiet jest średnie arytmetyczne postrzeganie hałasu w poszczególnych sezonach (tab. 2).

Tab. 2. Wartość średnia uzyskana z analizy statystycznej [oprac.aut.]

Tab. 2. The statistical mean values[own elaboration]

Sezony Seasons	Wartość średnia uzyskana z analizy statystycznej, dB The statistical mean value, dB
lato (summer)	48,6
jesień (autumn)	47,3
zima (winter)	47,6
wiosna (spring)	49,0

Pomiary hałasu dostarczają informacji liczbowych, które tworzą zbiory o danej liczbie elementów. Badania dotyczące informacji o odbiorze natężenia dźwięku przez człowieka nie należą jednak do grupy informacji tak lub nie lecz zawierają w sobie pewne przedziały przynależności do rozpatrywanego zbioru informacji o odczuciu odbierania hałasu. Takie cechy danych uwzględnia teoria zbiorów rozmytych [Mrówczyńska 2012]. Analizę za pomocą zbiorów rozmytych rozpoczęto od wyznaczenia zbioru rozmytego i relacji rozmytej. W wyniku złożenia zbioru rozmytego z relacją otrzymuje się zbiór będący wartością wyjściową do wyznaczenia wektorów punktacji ocen. W końcowej fazie obliczono z nich wartości średnie, które stanowią wynikową punktację hałasu w poszczególnych sezonach oraz porównano je z wartościami uzyskanymi z pomiaru rzeczywistego (tab. 3).

Tab. 3. Wartość średnich wektorów [oprac.aut.]

Tab. 3. The average vectors values [own elaboration]

Sezony Seasons	Wartość średnich wektorów, dB The average vectors values, dB
lato (summer)	48,5
jesień (autumn)	47,3
zima (winter)	47,7
wiosna (spring)	48,4

DYSKUSJA WYNIKÓW

Dla oceny uciążliwości odbieranych hałasów, na terenie obiektu badawczego, ankietowani posługiwali się umieszczoną w ankiecie czterostopniową skalą pozwalającą określić dokuczliwość odbieranych dźwięków. Końcowe opracowanie oparto na porównaniu różnic z wartości pomierzonych i sondażowych. W tabeli 4 zestawiono różnice wyznaczone pomiędzy wartościami ankietowymi a wartościami pomiarowymi dla poszczególnych sezonów, wyrażone w decybelach.

Obliczone różnice służą porównaniu mierzonych wartości z wynikami sondażu. Jeżeli odczucie hałasu przez odwiedzających zgadzałoby się z fizycznym pomiarem, to różnice wykazane w tabeli 4 powinny kształtować się na tym samym poziomie. Wykazano jednak istnienie rozbieżności między nimi szczególnie w sezonach letnim (-1,7 i -1,8 dB) i zimowym (1,2 i 1,3 dB). Największą różnicę uzyskano w sezonie letnim, najmniejszą w sezonie zimowym. Zatem w lecie, ankietowani wykazują mniejszą wrażliwość na hałas natomiast w sezonie zimowym różnica wskazuje na zwiększenie czułości w odbiorze słyszanych hałasów. Poza tym, wykorzystanie teorii zbiorów rozmytych, w tego typu opracowaniach, jest właściwe co potwierdzają otrzymane różnice. Otrzymane wartości są porównywalne z analizą statystyczną.

Takie postępowanie dowiodło odmienne postrzeganie hałasu przez osoby przebywające w parku od fizycznych pomiarów jego poziomu.

Tab. 4. Zestawienie wyników uzyskanych ze statystyki i analizy rozmytej [oprac. aut.]

Tab. 4. Summary of the results of statistical and fuzzy analysis [own elaboration]

Sezony Seasons	Wartość statystyczna – pomiar The statistical value – measure [dB]	Wartość romyta – pomiar The fuzzy value – measure [dB]
lato (summer)	-1,7	-1,8
jesień (autumn)	-1,0	-1,0
zima (winter)	1,2	1,3
wiosna (spring)	-0,2	-0,8

WNIOSKI

- Poziom hałasu na terenie parku zdrojowego w Inowrocławiu, jest wyraźnie skorelowany z porami roku. Wiosną i latem jest wyższy, jesienią i zimą niższy.
 - W badaniach otrzymane różnice pomiędzy pomiarem rzeczywistym a wartościami uzyskanymi z analizy statystycznej oraz analizy rozmytej ankiet, kształtują się na tym samym poziomie, w zakresie od -1,8 do 1,3 dB. Wskazuje to na porównywalność obu metod.
 - Wartości różnic wskazują na odmiennosc w odbiorze hałasów przez osoby odwiedzające park (szczególnie w sezonach letnim i zimowym). W sezonie letnim różnice wynosiły odpowiednio na poziomie -1,7 i -1,8 dB. Wskazuje to na mniejszą wrażliwość osób odbierających dobiegające hałasy. Natomiast w sezonie zimowym z wartościami: 1,2 i 1,3 dB, wystąpił wzrost wrażliwości ankietowanych na hałas.
 - Wyniki subiektywnego odbioru hałasu okazały się rozbieżne w stosunku do wartości pomierzonych. Przy dużym nagromadzeniu bodźców słuchowych, intensywność odbioru pojedynczych hałasów maleje natomiast przy ich braku, pojedynczy dźwięk nie będący dokuczliwym może przeszkadzać.
- Biorąc pod uwagę wszystkie zaprezentowane w niniejszej pracy badania i przeprowadzone analizy należy stwierdzić, iż właściwa ocena klimatu akustycznego występującego na obszarze Parku Zdrojowego, powinna być wyznaczana w oparciu o jednoczesny pomiar poziomu dźwięku oraz badania sondażowe.

LITERATURA

1. BORCZ Z.; 2002. Elementy projektowania zieleni. Wydawnictwo AR, Wrocław. 37-43; 106-111.
2. HUDAK M.; 2011. Wybrane turystyczne szlaki wodne a obszary Natura 2000 i inne obszary chronione w woj. lubuskim. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego; Inżynieria Środowiska Nr 142-22; 109-119.
3. KUJAWSKI E., LUTHER L., SZTUBECKA M.; 2008. Problemy oceny poziomu hałasu na obszarze parków miejskich, Czasopismo Techniczne „Środowisko”, zeszyt 19/2008 (rok 105), Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2008; 165-170.
4. MALEC T.; 20014. Tereny zielone w zabytkowym krajobrazie Krakowskiego Kazimierza. Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – OL PAN, X/3; 5-15.
5. MŁYNARCZYK K.; red. 2002. Agroturystyka. Wyd. UWM. Olsztyn; 154-155.
6. MRÓWCZYŃSKA M.; 2012. Aproksymacja funkcji wielu zmiennych za pomocą sieci neuronowych i systemów rozmytych. Przegląd Geodezyjny 20, nr 2; 3-7.
7. ROGALSKI L.; 2005. Emisja zanieczyszczeń do atmosfery w zależności od spalania paliwa. Inżynieria Ekologiczna 13; 158.
8. SADOWSKI J.; 1978. Zagadnienia hałasu i wibracji, Rozdział w pracy zbiorowej pod red. Michajłowa W. i Zabierowskiego K. Ochrona i kształtowanie środowiska, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa-Kraków; 373–400.
9. SKIBA M.; 2008. Rozmyte miary percepcji krajobrazu W: Zarządzanie krajobrazem kulturowym = Cultural landscape management, red. U. Myga-Piątek, K. Pawłowska. Sosnowiec : Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, 2008 - (Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG ; 10) - ISBN: 978-83-61695-02-8; 123-130.
10. SKIBA M.; 2013. Kształtowanie obrazu miasta. Rola prawa i mechanizmów ekonomicznych. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego; Inżynieria Środowiska Nr 150-30; 143-154.
11. WĘCŁAWOWICZ-BILSKA E.; 2014. "Green cities" Technical Transactions. Architecture; Y. 111, iss. 4-A (2014), ISSN 1897-6271; 3-18.
12. www.solanki.pl

ACOUSTIC CLIMATE STUDY IN RECREATION AND LEISURE AREA

S u m m a r y

The paper includes an assessment of noise pollution in the spa park area, which was based on differences analysis between actual results of equivalent sound level and the spa park visitors feelings. The results of questionnaires were statistically analyzed and the fuzzy sets theory. Interpretation of the results has shown that the assessment of the spa park acoustic climate should be determined on the basis of sound level measurements and questionnaires. The fuzzy model is appropriate for this type of observation.

Key words: air pollution, noise, green areas, fuzzy sets

MAGDALENA NAKIELSKA***KOMIN SŁONECZNY – STUDIUM PRZYPADKU***Streszczenie*

Celem polityki państw na świecie jest zmniejszenie energochłonności oraz zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w wielu gałęziach przemysłu. Dotyczy to także budownictwa. Poszukuje się zatem nowych rozwiązań materiałowych i technologicznych m.in. z zakresu ogrzewania, chłodzenia czy wentylacji. W artykule przedstawiono problematykę systemów wentylacji, w których zastosowano komin słoneczny. Przedstawiono na konkretnym przykładzie sposób funkcjonowania wentylacji grawitacyjnej z kominem słonecznym.

Słowa kluczowe: wentylacja grawitacyjna, komin słoneczny, wspomaganie wentylacji

WPROWADZENIE

Wszyscy pragną przebywać w pomieszczeniach, w których czują się komfortowo. Ważnym elementem zapewniającym komfort jest prawidłowo działająca wentylacja, która powinna zagwarantować dopływ świeżego powietrza zewnętrznego oraz usunięcie zużytego powietrza wewnętrznego. Zarówno ilość powietrza jak i jego jakość odgrywają istotną rolę w kształtowaniu klimatu wewnętrznego pomieszczeń. Biorąc pod uwagę to, iż współcześnie większą część życia spędzamy w zamkniętych pomieszczeniach, problem wentylacji pomieszczeń nabiera istotnego znaczenia. Przy źle działających systemach wymiany powietrza pojawia się zagrożenie chorób wywołanych niedostateczną ilością tlenu dostarczanego do organizmu człowieka.

W przeważającej części istniejących budynków mieszkalnych, produkcyjnych, gospodarskich i inwentarskich zaprojektowany został grawitacyjny system wymiany powietrza [Opaliński 2003]. Niestety nie zawsze w zadawalający sposób spełnia swoje zadanie, ponieważ system ten uzależniony jest od warunków klimatycznych panujących na zewnątrz obiektów. Wykorzystanie wentyla-

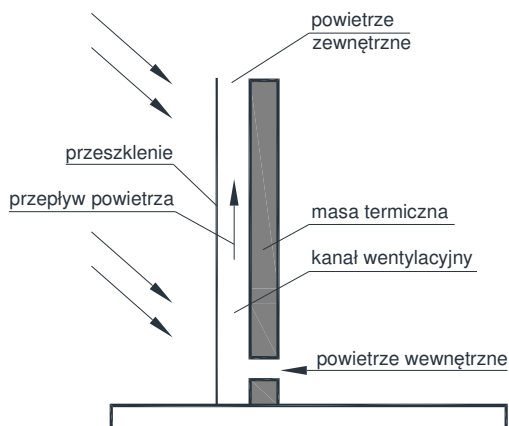
* Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

cji mechanicznej znacznie podniosło standard obiektów budowlanych pod kątem wymiany powietrza, co przyczyniło się do zwiększonej energochłonności budynków. Jednak w dzisiejszych czasach coraz większą uwagę zwraca się na problem zużycia energii. W związku z tym wiele krajów wprowadziło restrykcyjne obostrzenia w sprawie ilości energii, którą mogą zużywać budynki w procesie eksploatacji, co było impulsem do rozwoju nowych technologii, pozwalających spełnić aktualne przepisy prawne nie obniżając komfortu użytkownika obiektu.

Jednym ze sposobów pozwalających obniżyć zużycie energii przez obiekty budowlane jest efektywne wykorzystanie energii promieniowania słonecznego. Liczne kraje wykorzystują energię słoneczną w celu poprawy warunków komfortu wewnętrznego. Jednym z proponowanych rozwiązań wspomagających wentylację naturalną są konstrukcje systemów wentylacji grawitacyjnej wspomaganej energią słoneczną zwane kominami słonecznymi. Kominy słoneczne mogą być ulokowane na obrzeżach budynku - w obrębie ich elewacji lub wewnątrz bryły budynku. Komin jest jednym z elementów wpływających na wartość wizualną obiektu budowlanego, a nawet miasta. Autorka publikacji [Skiba 2013] zwraca uwagę na obraz miasta a zarazem na zagadnienia problematyki ekologicznej. Rozwiązania z zastosowaniem komina słonecznego wpisują się w tematykę zrównoważonego rozwoju miast. Na świecie znane są realizacje obiektów w których zastosowano kominy słoneczne jako element wspomagający wentylację grawitacyjną.

Zasada działania komina słonecznego (rys. 1) polega na doprowadzeniu dodatkowego strumienia ciepła do powietrza usuwanego z pomieszczenia w celu zmniejszenia jego gęstości w przeszklonej przestrzeni komina. W wyniku czego wzrasta różnica gęstości powietrza usuwanego pomiędzy wlotem a wylotem z komina, a tym samym wzrasta różnica ciśnień powodując zwiększenie tzw. „efektu kominowego”. W dni słoneczne komin wystający ponad dach budynku i jego ciemna barwa sprawiają, że w górnej części komina powietrze silnie się nagrzewa. Schłodzone w ciągu nocy ściany wypromieniowują chłód na zewnątrz. Następnie zużyte i ciepłe powietrze zostaje wyprowadzone za pośrednictwem ściany kominowej na zewnątrz.

Komin słoneczny wykorzystywany był od bardzo dawna, zwłaszcza na Bliskim Wschodzie i w antycznym Rzymie. W celu poznania zjawisk zachodzących w kominach słonecznych, rozpoczęto prace badawcze przy wykorzystaniu różnych metod: eksperymentalnych, analitycznych i komputerowych. Khanal R. i Lei C. zaprezentowali w swoim artykule przegląd wybranych publikacji z tej tematyki [Khanal 2011]. W publikacjach wziętych do rozważań dominują badania eksperymentalne, oraz połączenie ich z analitycznymi lub numerycznymi. Wykonanie stanowiska badawczego jest kosztowne, jednak uzyskane wyniki analiz są zbliżone do warunków rzeczywistych.



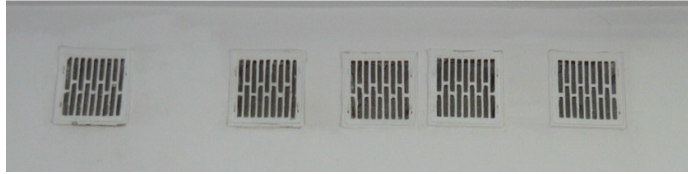
Rys.1. Schemat komina słonecznego
Fig.1. Schematic diagram of solar chimney

PRZEDSTAWIENIE OBIEKTU BADAŃ

Badania dotyczące działania wentylacji grawitacyjnej wspomaganej kominem słonecznym przeprowadzono na istniejącym budynku znajdującym się na terenie kampusu Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy przy ulicy Kaliskiego 7. Na istniejące kanały wentylacyjne sali dydaktycznej zastosowano nadbudowę stanowiącą komin słoneczny. W sali tej znajduje się stara stolarka drewniana. Takie rozwiązanie konstrukcyjne pozwoliło na uzyskanie rzeczywistych warunków oceny funkcjonowania systemu wentylacji.

Nadbudowa żelbetowa o wymiarach zewnętrznych 0,47 m x 1,75 m i wysokości 1,46 m. Trzy ściany wykonano z betonu B20 zbrojonego prętami $\phi 10$ co 15 cm, pomalowano wewnątrz na kolor czarny, zaizolowano styropianem ESP 70-0,037 o grubości 10 cm i otynkowano. Czwartą ścianę o orientacji południowej stanowi przeszklenie o powierzchni 1,88 m², wykonane z szyby bezpiecznej Pilkington Optilam 6,4, której grubość wynosi 6,38 mm, całkowita przepuszczalność energii słonecznej 79%, współczynnik przenikania ciepła 5,7 W/m²K. Górę komina słonecznego stanowi płyta żelbetowa, pokryta warstwą papy. Zdjęcie stanowiska badawczego przedstawiono na fot. 2.

W sali dydaktycznej, nad którą wybudowano komin betonowy zbrojony, znajduje się 5 krtek wentylacyjnych, o wymiary zewnętrznych 16,8 cm x 16,8 cm (fot. 1). Powierzchnia netto krtek wewnątrz sali, przez którą wydostaje się powietrze wynosi 0,0620 m².



Fot. 1. Widok kratki wentylacyjnych w pomieszczeniu
Phot. 1. View the ventilation grilles in room



Fot. 2. Widok badanego kominu słonecznego
Phot. 2. View tested the solar chimney

METODYKA BADAŃ

W celu przeprowadzenia badań pozwalających sprawdzić funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej w salach wyposażonych w kominy słoneczne starano się wybrać dni bezwietrzne. Pierwszy pomiar kontrolny, przed wybudowaniem stanowisk badawczych, wykonano dnia 9-10 lipca. Pomiar wykonywany był przez 24 godziny z odczytami parametrów co dwie godziny.

Po wybudowaniu kominów słonecznych do przeprowadzenia pomiarów w okresie letnim wybrano następujące dni: 25-26 lipca 2013 roku, 10-11 sierpnia 2013 roku, 27-28 sierpnia 2013 roku.

Pomiary wykonywano przez 24 godziny z odczytami parametrów co dwie godziny. Mierzone parametry to: prędkość, temperatura oraz wilgotność powietrza. Do pomiaru temperatury i wilgotności względnej zastosowano termohigrometr C3120, natomiast do pomiaru prędkość powietrza termoanemometr TA 430.

Badania wykonywano w dwóch punktach badawczych: na dachu, bezpośrednio na wylocie z komina oraz w sali dydaktycznej na kratkach wywiewnych wentylacji grawitacyjnej.

Mierzone parametry to:

- prędkość powietrza na poziomie kratek nawiewnych, na każdej z pięciu kratek w 9 punktach pomiarowych, rozmieszczonych w środku 9 pól elementarnych kształtem zbliżonych do kwadratu, na które została podzielona kratka [Kołodziejczyk 1980],
- prędkość powietrza na poziomie wylotu z komina słonecznego, pomierzona w 10 punktach pomiarowych, rozmieszczonych w środku 10 pól elementarnych, na które została podzielona kratka [Kołodziejczyk 1980],
- temperatura i wilgotność powietrza wewnątrz pomieszczenia w określonych punktach pomiarowych. Punkty pomiarowe były wybrane w strefie przebywania ludzi na poziomie 1,2 m powyżej podłogi.
- temperatura i wilgotność powietrza na zewnątrz pomieszczenia.

WYNIKI BADAŃ

Strumień objętości powietrza na wlocie do kratki wentylacyjnej obliczono według wzoru:

$$\dot{V} = P \cdot w_{pow}$$

gdzie:

P – powierzchnia wlotu powietrza, m^2 ,

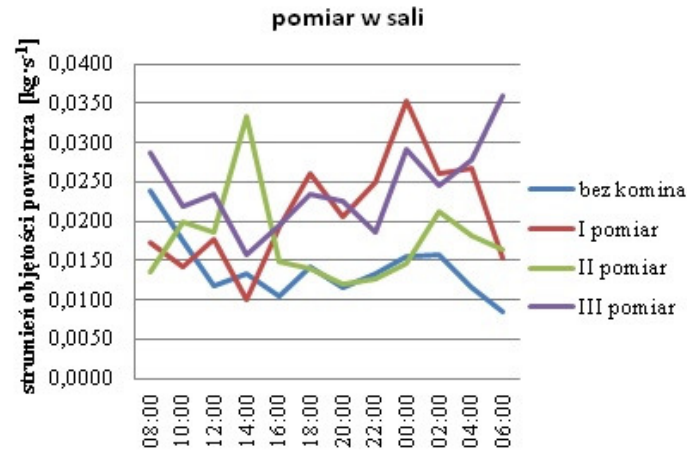
w_{pow} – suma średnich pomierzonych prędkości powietrza, $m \cdot s^{-1}$.

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono w sposób graficzny obliczone na podstawie wykonanych pomiarów, strumienie objętości powietrza na kratkach wlotowych w salach oraz na wylocie z kominów.

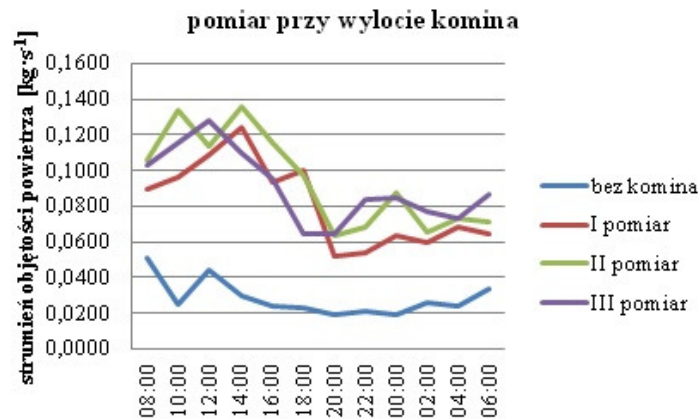
W kominie na kratkach, w ciągu doby wartość strumienia objętości zmienia się. Przy braku komina słonecznego wartość ta od godziny 8:00 do 16:00 ma tendencje spadkową, następnie wzrasta, i od godziny 2:00 w nocy zauważono spadek wartości. Obecność komina słonecznego spowodowała zaburzenie tendencji spadkowej strumienia objętości. Przed południem wartości strumienia objętości maleją, następnie, gdy promienie słoneczne przestają oddziaływać bezpośrednio na przeszklenie rośnie. Wieczorem wartość ta cały czas wzrasta, a następnie po północy zaczyna spadać. Wartości strumienia objętości powietrza zwiększyły się po zamontowaniu kominów słonecznych.

Strumień objętości powietrza przy wylocie z kominów słonecznych w ciągu doby zmienia się. Przy braku kominów słonecznych wartość ta ma tendencje spadkową, wzrasta od północy. Po wybudowaniu kominów słonecznych nastąpiło znaczne zwiększenie wartości strumienia objętości powietrza przy wypły-

wie z kominów. W przypadku oddziaływania na komin promieni słonecznych wartość strumienia objętości rośnie. Dopiero, gdy promienie słoneczne przestają padać na przeszklenie wartości strumienia objętości powietrza maleją. W okresie nocy, od wieczora strumień objętości ponownie zwiększa swoją wartość. Jest on niższy niż w ciągu dnia.



Rys. 2. Wykres strumienia objętości powietrza w sali
Fig. 2 Chart air flow in the room



Rys. 3. Wykres strumienia objętości powietrza przy wylocie z komina
Fig. 3. Chart air flow at the outlet from the chimney

DYSKUSJA WYNIKÓW

Po zamontowaniu komina słonecznego zauważono wzrost prędkości powietrza, a co za tym idzie obliczony strumień objętości powietrza jest większy. Jednoznacznie widoczne to jest przy analizie wyników otrzymanych z pomiaru przy wylocie z komina słonecznego na stanowisku na dachu. Potwierdza to intensyfikację wentylacji grawitacyjnej przy wykorzystaniu dodatkowego elementu wykorzystującego energię słoneczną.

Zastanawia jednak fakt, iż obliczony stosunek pomierzonych strumieni powietrza na wlocie i na wylocie kanałów wentylacji grawitacyjnej wynosi około 0,3. Jest to wartość znacznie za mała. Wykorzystując zasadę ciągłości, aby osiągnąć taki stosunek strumieni objętości temperatura powietrza wypływającego z komina słonecznego, określona z równania Clapeyrona temperatura powietrza wypływającego z komina powinna wynosić ponad 1000°C, co nie jest prawdą. Temperatura każdorazowo była mierzona i wahała się pomiędzy wartościami 17-35°C.

Prawdopodobną przyczyną zaistniałej sytuacji jest dodatkowy strumień powietrza dostający się do komina słonecznego. Z związku z tym, iż stanowiska badawcze wykonane zostały na istniejącym obiekcie nie było możliwości dokładnego sprawdzenia stanu kanałów wentylacyjnych. Nie można określić oporów tarcia w kanale. Obiekt, na którym wykonane zostały badania powstał w latach 70-tych, jakoś wykonania budzi wiele zastrzeżeń. Po cyklu przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wprowadzenie komina słonecznego jako elementu wspomagającego wentylację grawitacyjną niewątpliwie poprawia jej wydajność, jednak na obiekcie istniejącym trudno jest precyzyjnie określić w jakim stopniu nastąpi poprawa. Wskazane jest wykonanie niezależnego stanowiska badawczego, w którym na etapie budowy sprawdzana będzie jakość wykonania kanałów wentylacyjnych.

WNIOSKI

W Polsce komin słoneczny jako element wspomagający wentylację grawitacyjną nie został jeszcze dostatecznie zbadany. Z przeprowadzonych badań można wystosować następujące wnioski:

1. Zaprezentowane wyniki pomiarów przepływu powietrza w sali dydaktycznej budynku UTP w Bydgoszczy, potwierdzają intensyfikację wymiany powietrza w pomieszczeniu, w którym na kanale wentylacyjnym został wybudowany komin słoneczny.
2. W przypadku komina słonecznego żelbetowego uzyskuje się większy strumień objętości powietrza na wylocie z komina niż wewnątrz sali. Jest to wy-

nikiem nagrzania powietrza w przeszklonej części komina oraz wpływem działania wiatru w okolicy otworu wylotowego.

3. Obliczony stosunek pomierzonych strumieni powietrza na wlocie i wylocie kanałów wentylacji grawitacyjnej wynosi około 0,3, jest to wartość znacznie za mała.

LITERATURA

1. KHANAL R., LEI C., 2011. Solar chimney – passive strategy for natural ventilation. *Energy and Buildings* 43, 1811-1819.
2. KOŁODZIEJCZYK L., MAŃKOWSKI S., RUBIK M., 1980. Pomiary w inżynierii środowiska. Arkady, Warszawa.
3. OPALIŃSKI S., RABCZAK S., 2003. Wentylacja grawitacyjna. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
4. SKIBA M., 2013. Kształtowanie obrazu miasta. Rola prawa i mechanizmów ekonomicznych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego*, nr 150, 143-154.

SOLAR CHIMNEY – A CASE STUDY

S u m m a r y

The policy of countries in the world, is reduce energy intensity and increasing the share of renewable energy sources in many industries. This also applies to the construction industry. Therefore looking for new materials and technology, heating, cooling and ventilation. The article presents the problem of ventilation systems that use solar chimney. The article presents the problem of ventilation systems, using solar chimney, shown in the example of the functioning of the natural ventilation of the solar chimney.

Key words: natural ventilation, solar chimney, assisted natural ventilation



**UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, ARCHITEKTURY
I INŻYNIERII ŚRODOWISKA
INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA**

ZAPRASZA DO PODJĘCIA STUDIÓW

**NA KIERUNKACH INŻYNIERIA ŚRODOWISKA
ENERGETYKA KOMUNALNA
ORAZ ARCHITEKTURA KRAJOBRAZU**

Studia pierwszego stopnia **inżynierskie** odbywają się w formie studiów stacjonarnych i niestacjonarnych (3,5-letnie).

Studia drugiego stopnia **magisterskie** (dotyczy kierunku inżynieria środowiska i architektura krajobrazu) odbywają się w formie studiów stacjonarnych i niestacjonarnych (1,5-roczne).

Studia trzeciego stopnia **doktoranckie** (dotyczy kierunku inżynieria środowiska) odbywają się w formie studiów stacjonarnych (4-letnie).

Informacje o kierunku i specjalnościach znajdziecie Państwo na stronie:
http://www.wbais.uz.zgora.pl/oferta_dydaktyczna

Dziekanat WBAiŚ (pok. 101 i 102, bud. A-8) czynny: wtorek, środa, czwartek, piątek - w godzinach 10-13, sobota (w czasie zjazdów WBAiŚ): w godzinach 8-12, nieczynny – poniedziałek.

Informacje na temat rekrutacji: <http://rekrutacja.uz.zgora.pl>

Strona internetowa Wydziału Budownictwa, Architektury
i Inżynierii Środowiska:

<http://www.wbais.uz.zgora.pl>

Strona internetowa Instytutu Inżynierii Środowiska:

<http://www.iis.uz.zgora.pl>



**UNIwersytet ZIELONOGÓRSKI
Instytut Inżynierii Środowiska**

**ZAPRASZA
DO WSPÓŁPRACY**

Oferujemy wykonanie:

- opracowań planistycznych, projektowych oraz analiz stanu elementów sieci przesyłowych wod-kan;
- ocen oddziaływania na środowisko i raportów środowiskowych, do dokumentacji budowlanej i opracowań planistycznych;
- opracowań ekofizjograficznych;
- projektów koncepcyjnych i wykonawczych rekultywacji terenów zdegradowanych;
- dokumentacji geologiczno-inżynierskich;
- operatów wodno-prawnych;
- badań właściwości wód powierzchniowych i podziemnych, w tym przeznaczonych do spożycia;
- badań ścieków komunalnych i przemysłowych, osadów ściekowych i odpadów;
- analiz i dokumentacji w zakresie gospodarki odpadami;
- badań gleb i gruntów wraz z podaniem zaleceń uprawowych i rekultywacyjnych;
- projektów zagospodarowania terenów o różnej funkcjonalności;
- badań i opracowań w ramach audytu energetycznego budynków