

# Development of Berlin Sewage Farm as a Model for Wrocław

Aleksandra Gierko

Zagospodarowanie  
pól irygacyjnych  
Berlina jako wzorzec  
dla Wrocławia

**Key words:** brownfield sites, city resilience, green infrastructure, sustainable development

## Introduction

Wetlands are relatively sparse in the urban areas structure. This is, among others, due to perception of wetlands as wastelands that should be developed. These natural origin habitats are highly drained in Poland. The cause lies in numerous melioration works carried out in the second half of the last century, as well as the regulation of rivers<sup>1</sup>. Increasingly adverse water balance is also caused by climate change [Ministerstwo Środowiska 2006]. Meanwhile, wetlands play an important role in shaping the microclimate and in case of heavy rains can keep large volumes of water. A peculiar area of this type are anthropogenic origin objects, such as sewage farms. Scientific papers, concerning the city climate, show the role of Wrocław sewage farm in mitigating the Urban Heat Island effect [Szymanowski, Kryza 2009]. A number of studies highlight the unique nature and landscape potential [Bińkowska 2013, Brodzka 2014, Orłowski, Górka 2010, Orłowski et al. 2010].

Nowadays in Poland first attempts to develop climate adaptation plans for cities with more than 100.000 inhabitants are being made. This is one of the assumptions of "Strategic adaptation plan for sectors

and areas sensitive to climate change by 2020 with a prospect until 2030", the so-called SPA2020, developed by the Ministry of the Environment in 2013. Issues related to urbanized areas concern primarily the rebuilding of sanitary and sewerage networks. The purpose of the transformations is to prepare the systems for the absorption of surplus water from precipitation. It is also intended to increase the retention of urban areas by expanding green and water sites within cities. The potential of Wrocław sewage farm might be fully exploited through their remediation. They are well connected with the city centre by waterway and railway, so that they could become attractive recreational areas for inhabitants. Numerous examples of the development of the same origin German objects point to the opportunity of combining ecological and social issues.

Since the mid-twentieth century climate changes, not occurring earlier in the decades and millennia, have been recorded. A linear trend of air temperature growth has been observed since the beginning of making measurements in 1880. As a result of glaciers melting, in the years 1901–2010 sea levels rose by 19 cm – more than over the past two millennia [IPCC 2014]. Since the '70s of twentieth century, there has been a trend of global warming by 0.15–0.20°C in each decade [Hansen et al. 2010]. Climate change has caused an increasing frequency of extreme temperatures in the summer

**Słowa kluczowe:** tereny przemysłowe, rezyliencja miast, zielona infrastruktura, zrównoważony rozwój.

## Wprowadzenie

Obszary podmokłe występują stosunkowo nielicznie w strukturze terenów zurbanizowanych. Wynika to między innymi z postrzegania mokradł jako nieużytków, które powinny zostać zagospodarowane. Te siedliska pochodzenia naturalnego są w Polsce silnie odwodnione. Przyczyną są liczne prace melioracyjne prowadzone w drugiej połowie ubiegłego stulecia, a także regulacja rzek<sup>1</sup>. Na coraz bardziej niekorzystny bilans wodny wpływają również zmiany klimatu [Ministerstwo Środowiska 2006]. Tymczasem tereny podmokłe pełnią istotną rolę w kształtowaniu mikroklimatu, a w razie deszczy nawalnych mogą retencjonować duże ilości wody. Szczególnym obszarem tego typu są obiekty pochodzenia antropogenicznego, takie jak pola irygacyjne. Prace naukowe dotyczące klimatu Wrocławia wskazują na rolę wrocławskich pól irygacyjnych w łagodzeniu efektu miejskiej wyspy ciepła [Szymanowski, Kryza 2009]. Liczne badania podkreślają także unikatowy potencjał przyrodniczy i krajobrazowy [Bińkowska 2013, Brodzka 2014, Orłowski, Górka 2010, Orłowski i in. 2010].

Obecnie w Polsce podejmowane są pierwsze próby opracowania

planów adaptacji miast powyżej 100 tysięcy mieszkańców do zmian klimatu. Jest to jedno z założeń opracowanego przez Ministerstwo Środowiska w 2013 roku „Strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”, tzw. SPA2020. Zagadnienia związane z obszarami zurbanizowanymi dotyczą przede wszystkim przebudowy sieci sanitarnych i kanalizacyjnych. Celem przekształceń jest przygotowanie systemów na przyjęcie nadmiarów wody z opadów nawalnych. Ma temu służyć także zwiększanie retencji obszarów miejskich poprzez rozbudowę terenów zieleni i wodnych w miastach. Potencjał wrocławskich pól irygacyjnych może zostać w pełni wykorzystany poprzez ich rewitalizację. Posiadają one dobre połączenie komunikacyjne z centrum miasta szlakiem wodnym i kolejowym, dzięki czemu mogłyby stać się atrakcyjnymi terenami rekreacyjnymi wrocławian. Liczne przykłady zagospodarowania niemieckich obiektów o takiej samej genezie wskazują na możliwość połączenia funkcji ekologicznych i społecznych.

Od połowy XX wieku odnotowano zmiany klimatu niewystępujące wcześniej w ciągu dziesięcio- i tysiącleci. Zaobserwowano liniową tendencję wzrostu temperatury powietrza od momentu wykonywania pomiarów w 1880 roku. W wyniku topnienia lodowców, w latach 1901–2010, poziom mórz podniósł się o 19 cm

– więcej niż w ciągu dwóch minionych tysiącleci [IPCC 2014]. Od lat 70. XX wieku utrzymuje się tendencja ocieplania się klimatu o 0,15–0,20°C w każdym dziesięcioleciu [Hansen i in. 2010]. Zmiany klimatyczne sprawiły, że z coraz większą częstotliwością notuje się ekstremalnie wysokie temperatury w okresie letnim [Hansen i in. 2012]. Lata 2014 i 2015 były rekordowe, jeśli chodzi o średnią roczną temperaturę w skali całego globu. Europa doświadczyła fali upałów, która wpłynęła na kondycję zdrowotną ludzi – szczególnie na terenach zurbanizowanych, gdzie zjawisko miejskiej wyspy ciepła potęguje efekty zmian klimatu [Gabriel, Endlicher 2011]. Przewiduje się, że w ciągu obecnego stulecia wystąpi dalszy wzrost temperatury we wszystkich porach roku, a także wzrost skrajnie wysokiej temperatury. Może to mieć fatalne skutki w połączeniu z czynnikami społecznymi, takimi jak wzrost miejskiej populacji i starzejące się społeczeństwo. Prognozowane zwiększenie się ilości opadów zimowych może spowodować występowanie zagrożenia powodziowego. Dotyczyć to będzie szczególnie terenów miejskich, gdzie występuje dużo nawierzchni wodoszczelnych<sup>2</sup>. Scenariusze przyszłych zmian pokazują, że zwiększy się częstotliwość występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych: opadów nawalnych, przedłużających się okresów suchych i wilgotnych [EEA 2016, IMGW 2012, Serba i in. 2009]. Obserwowane w Polsce tendencje są analogiczne

[Hansen et al. 2012]. Years of 2014 and 2015 were record-breaking in terms of the annual average temperature in the global scale. Europe suffered from a heat wave, which affected the health conditions of people – especially in urban areas, where the phenomenon of Urban Heat Island enhances the effects of climate change [Gabriel, Endlicher 2011]. It is expected that within this century, further increase of temperature in all seasons will occur, as well as the growth of extreme high temperature. This can have disastrous consequences combined with social factors such as the increase of urban population and an aging society. The predicted increase in the winter rainfall amount may cause the occurrence of flood risk. Urban areas will be particularly affected, since there are a lot of impermeable surfaces<sup>2</sup>. Future changes scenarios show the increased frequency of extreme weather events: torrential rainfall, prolonged dry and wet periods [EEA 2016, IMGW 2012, Serba et al. 2009]. The trends observed in Poland are analogous to changes in other European countries [IMGW 2012].

The observed changes and simulations of future climate transformations indicate the need for taking adaptation measures. According to the European Environment Agency report on altering cities to climate change [2016] adaptation is “the process of adjustment to actual or expected climate and its effects”. Currently, the term of cities resilience

also appears. In 2014 Grosvenor Group conducted a study on this phenomenon, defining resilience as a predisposition to avoid or rebuild the functional capacity of the city after the occurrence of adverse events, e.g. with catastrophic characteristics. Fifty cities around the world were examined and a ranking was created with top three Canadian cities in such order – Toronto, Vancouver and Calgary. The classification list is closed by the cities in developing countries, where additionally a drastic increase in the population is predicted, such as Brazil, India and China.

Chinese cities are abusing environmental resources – surface water and air are contaminated by industrial emissions. Urban areas are characterized by poor water quality or lack of it; many are experienced by flooding<sup>3</sup> [Xu 2016]. On the other hand, authorities have large financial resources, that allow them to invest in new infrastructure [Barkham et al. 2014]. Aware of the need to take adaptation actions, in 2013 the Chinese government adopted remedial measures in form of Sponge Cities Programme. The concept of cities that act like sponges was first mentioned by the academic community in 2012. It is a holistic approach to managing rain and flood water within the urban areas by infrastructure modernization and restoration of natural wetlands. Between 2014 and 2015 the program was implemented in thirty urban agglomerations [Xu 2016]. The idea is parallel to other programs e.g. British

Sustainable Drainage System or Copenhagen Cloudburst Management Plan. Furthermore there is an agreement on the transfer of knowledge between Beijing and the capital of Denmark.

In July 2011, Copenhagen experienced cloudburst. For two hours, 150 litres of water per square meter had fallen, that caused many losses in the urban infrastructure. The losses were estimated at 0.8 billion euro. A year earlier, on the basis of then available data from Intergovernmental Panel on Climate Change, city authorities had assessed that failure to take adaptation measures in the next century would result in costs of about 2 billion euro. The real event verified economic scenarios. Therefore, the stakeholders decided to develop a cloudburst management plan. The system solution assumes that there will be four underground ducts independent of the sewage network, which will be able to take excess water and release it into the reservoirs or the harbour. In addition, green ground infrastructure in the form of rain gardens and recreational areas will be created. There water can be accumulated regardless of the underground system [EEA 2016b]. In the spring 2016 Leszno experienced heavy rainfall that caused significant damage to urban infrastructure. The city, however, had already taken steps five years before to avoid damages in the future. The implementation of the rainwater management program provides the construction

do zmian w innych krajach Europy [IMGW 2012].

Odnotowane zmiany i symulacje dalszych przekształceń klimatu wskazują na konieczność podjęcia działań adaptacyjnych. Według raportu Europejskiej Agencji Środowiska dotyczącego dostosowywania miast do zmian klimatu [2016] adaptacja to „proces przystosowania się do bieżących lub oczekiwanych zmian klimatycznych oraz ich skutków”. Obecnie coraz częściej pojawia się także pojęcie rezyliencji miast. W 2014 roku grupa Grosvenor przeprowadziła badania dotyczące tego zjawiska, definiując rezyliencję jako predyspozycję do uniknięcia lub odzyskania zdolności funkcjonowania miasta po wystąpieniu niekorzystnych wydarzeń, np. o cechach katastroficznych. Zbadano pięćdziesiąt miast na całym świecie i utworzono ranking, na początku którego znalazły się w kolejności trzy miasta kanadyjskie – Toronto, Vancouver i Calgary. Listę zamykają miasta w krajach rozwijających się, w których dodatkowo przewiduje się drastyczny wzrost populacji, takich jak Brazylia, Indie czy Chiny.

Chińskie miasta nadużywają zasobów środowiskowych – wody powierzchniowe i powietrze są skażone w wyniku emisji przemysłowych. Tereny zurbanizowane charakteryzują się złą jakością wody lub jej brakiem; wiele doświadcza powodzi<sup>3</sup> [Xu 2016]. Z drugiej strony, władze posiadają duże zasoby finansowe, co pozwala inwestować w nową

infrastrukturę [Barkham i in. 2014]. Mając świadomość konieczności podjęcia działań adaptacyjnych, rząd chiński przyjął w 2013 r. środki zaradcze w postaci programu „Sponge Cities”. Koncepcja miast, które działają jak gąbki, została wzmiankowana po raz pierwszy przez środowisko akademickie w 2012 roku. Jest to holistyczne podejście do zarządzania wodą opadową i powodziową na terenach zurbanizowanych poprzez modernizację infrastruktury miejskiej i rewaloryzację naturalnych obszarów podmokłych. W latach 2014–2015 program wdrożono w trzydziestu aglomeracjach miejskich [Xu 2016]. Idea ma odbicie w innych programach, np. brytyjskim systemie zrównoważonego drenażu (SuDS) czy kopenhaskiej strategii zarządzania wodą opadową. Nadto istnieje porozumienie o transferze wiedzy między Pekinem a stolicą Danii.

W lipcu 2011 roku Kopenhaga doświadczyła oberwania chmury. W dwie godziny spadło 150 litrów wody na metr kwadratowy, co spowodowało wiele strat w miejskiej infrastrukturze. Straty były ocenione na 0,8 mld euro. Rok wcześniej, na podstawie ówczasnie dostępnych danych Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC), władze miasta szacowały, że niepodjęcie działań adaptacyjnych w ciągu najbliższego stulecia będzie skutkować kosztami rzędu 2 mld euro. Rzeczywiste wydarzenie zweryfikowało jednak scenariusze ekonomiczne. Dlatego

też interesariusze postanowili opracować program zarządzania wodami z deszczy nawałnych. Rozwiązanie systemowe zakłada, że powstaną cztery podziemne przewody niezależne od sieci kanalizacyjnej, które będą w stanie przyjąć nadmiar wody i odprowadzić go do zbiorników retencyjnych lub portu. Dodatkowo utworzona zostanie zielona infrastruktura naziemna w postaci ogrodów deszczowych czy przestrzeni rekreacyjnych, gdzie woda może zostać skumulowana niezależnie od systemu podziemnego [EEAb 2016]. Wiosną 2016 roku Leszno doświadczyło silnych opadów deszczu, które spowodowały znaczne szkody w infrastrukturze miejskiej. Miasto jednak już pięć lat wcześniej podjęło kroki, aby w przyszłości uniknąć szkód. Wdrażany program zagospodarowania wód deszczowych przewiduje budowę zbiorników retencyjnych oraz kolektora, który będzie odprowadzał wody opadowe na dawne pola irygacyjne. Infrastruktura podziemna jest sukcesywnie budowana wraz z remontami kolejnych ulic<sup>4</sup>.

Zdając sobie sprawę z konieczności adaptacji do zmian klimatu, takich jak wzrost temperatury wysokiej czy natężenie występowania zjawisk ekstremalnych, w tym deszczy nawałnych, władze miast przyjmują różne strategie transformacji infrastruktury miejskiej. Istotną rolę odgrywają systemy gromadzenia nadmiarów wody. Służą one retencji wody i odprowadzaniu jej lub zatrzymaniu do ponownego wykorzystania.

of retention reservoirs and a collector that will discharge rainwater into the former sewage farm. Underground infrastructure is successively being built along with the renovation of streets<sup>4</sup>.

Being aware of need for adaptation to climate change, such as rising temperature or high intensity of extreme events occurrence, including heavy rains, municipal authorities follow different strategies for the urban infrastructure transformation. An important role is played by systems that collect excess water. They are used for the water retention, disposal or held for reuse. The aim of the study was to analyze the way of Berlin sewage farms development and evaluate the possibilities of implementing German solutions to the Wrocław needs.

## Material and methods

For the purposes of this paper, the author has selected case studies of four objects from nineteen sewage farm areas placed in Berlin and Brandenburg. These are Hobrechtsfelde, Blankenfelde, Falkenberg i Großbeeren sites (Fig. 1). They differ not only on location, but also on the spatial considerations and the manner of transformation after the cessation of industrial exploitation. The first phase of the study consisted of literature query and the gathering of cartographic material. Then the land use and current functional and spatial arrangement of former sewage farms was analyzed, while paying

special attention to the recreational functions, preservation of past management relics and wetlands usage. The author conducted field studies by the method of direct observation combined with the photographic documentation. Moreover, there

were performed comparative analyzes of topographic maps at scale 1:25 000 from the early twentieth century coming from cartographic collection of Saxon State and University Library Dresden (SLUB), maps from Berlin urban forests resource

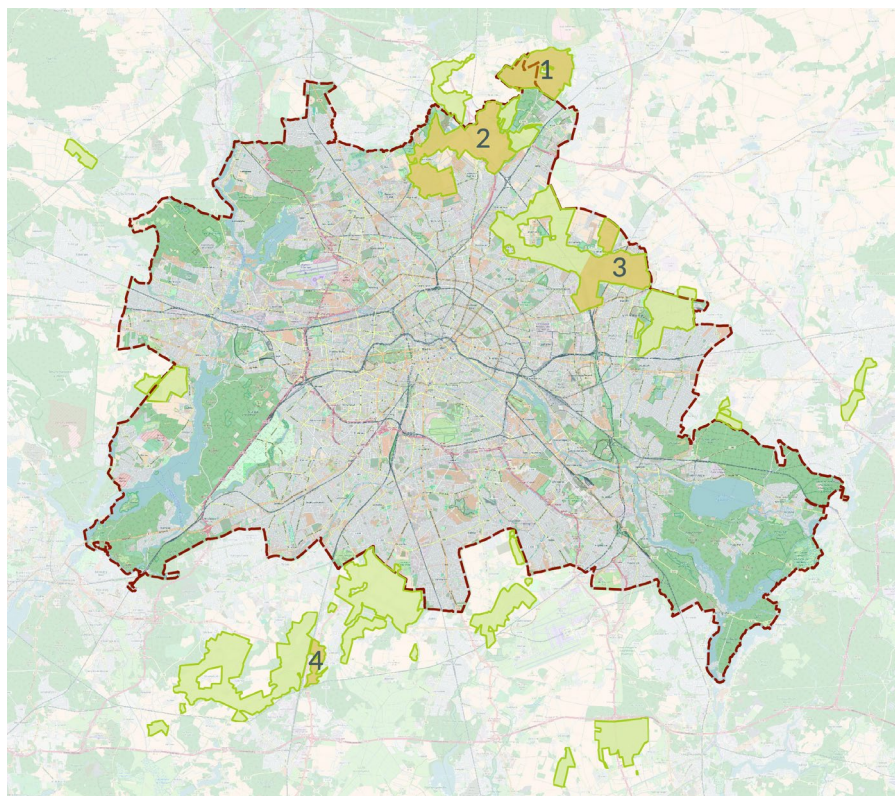


Fig. 1. Location of Berlin and Brandenburg former sewage farms in relation to the city of Berlin. Described areas marked with orange colour (1 – Hobrechtsfelde, 2 – Blankenfelde, 3 – Falkenberg, 4 – Großbeeren). Own study based on the Open Street Map

Ryc. 1. Lokalizacja dawnych pól irygacyjnych Berlina i Brandenburgii względem miasta Berlina. Kolorem pomarańczowym oznaczone opisywane tereny (1 – Hobrechtsfelde, 2 – Blankenfelde, 3 – Falkenberg, 4 – Großbeeren). Opracowanie własne na podstawie Open Street Map

Celem badań była analiza sposobu zagospodarowania pól irygacyjnych Berlina oraz ocena możliwości implementacji rozwiązań niemieckich na potrzeby Wrocławia.

## Materiał i metody

Na potrzeby artykułu autorka wybrała kazusy czterech obiektów spośród dziewiętnastu obszarów pól irygacyjnych Berlina i Brandenburgii. Są to tereny Hobrechtsfelde, Blankenfelde, Falkenberg i Großbeeren (ryc. 1). Różnią się one nie tylko lokalizacją, ale także uwarunkowaniami przestrzennymi i sposobem przekształcenia po zakończeniu przemysłowej eksploatacji terenu. Pierwsza faza badań polegała na kwerendzie literaturowej, a także zebraniu materiałów kartograficznych. Następnie przeanalizowano użytkowanie terenu oraz obecny układ funkcjonalno-przestrzenny obszarów dawnych pól, szczególną uwagę przywiązując do funkcji rekreacyjnych, zachowania relikwów przeszłego zagospodarowania oraz wykorzystania terenów podmokłych. Autorka przeprowadziła badania terenowe metodą bezpośrednich obserwacji połączonych z dokumentacją fotograficzną, ponadto wykonała analizy porównawcze map topograficznych w skali 1:25 000 z początku XX w. pochodzących ze zbiorów kartograficznych Saksońskiej Biblioteki Narodowej i Uniwersyteckiej w Dreźnie (SLUB), mapy zasobu berlińskich

lasów miejskich z 1927 r. dostępnej na stronie Departamentu Środowiska, Transportu i Ochrony Klimatu miasta Berlina, zdjęć lotniczych z lat 1928 i 1956 udostępnianych na geoportalu Berlina oraz współczesnych opracowań kartograficznych (aktualne mapy topograficzne) i zobrazowań satelitarnych. Porównania dokonano w środowisku GIS – mapy w postaci rastrowej zostały poddane georektyfikacji, dzięki czemu na podstawie punktów kontrolnych utworzono warstwy rastrowe z odniesieniem geograficznym. Analogiczną metodą posłużono się przy badaniu obiektu wrocławskiego. W analizie porównawczej użyto map topograficznych w skali 1:25 000 z początku XX w. ze zbiorów SLUB, zdjęcia lotniczego z 1944 r. ze zbiorów Archiwum Państwowego we Wrocławiu oraz współczesnych zobrazowań satelitarnych.

## Wyniki i dyskusja

Do połowy XIX wieku Berlin nie posiadał centralnego systemu kanalizacji, co wiązało się z licznymi problemami, między innymi zanieczyszczeniem rzeki Sprewy. W 1871 roku James Hobrecht, pruski urbanista, opracował radialny system skanalizowania miasta, który działa do dziś. Trzy lata później władze wykupiły pierwszy teren przeznaczony na pola irygacyjne. W latach 20. XX wieku obszar pól osiągnął maksymalną powierzchnię około 10 tysięcy hektarów. Z czasem pola

zaczęto dodatkowo wykorzystywać rolniczo, co spowodowało konieczność dostarczania na nie mniejszych ilości wody. Naturalne oczyszczalnie ścieków zaczęto zamykać pod koniec lat 60. XX wieku. W 1969 roku wybudowano nową oczyszczalnię na Falkenbergu, co wiązało się z zamknięciem dużych obszarów pól w ówczesnym Berlinie Wschodnim. Presja urbanistyczna sprawiła, że powstały tam liczne blokowiska z tzw. wielkiej płyty. Większości terenów przestano używać w celu oczyszczania ścieków w latach 80. ubiegłego stulecia. Wtedy też zaczęto prowadzić badania nad zawartością metali ciężkich w glebie. Wysokie skażenie było przesłanką do zaprzestania użytkowania rolniczego tych terenów. Obszary dawnych pól są obecnie użytkowane w różny sposób [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 1992].

Hobrechtsfelde to tereny położone na granicy Berlina i Brandenburgii. Od południa przylegają do nich dawne pola irygacyjne Buch, od północy Park Krajobrazowy Barnim, z bezpośrednio sąsiadującym terenem wrzosowiska porastającego dawny poligon wojskowy. Na mapie topograficznej z 1893 r. widać prze wagę terenów leśnych. Na początku lat 20. XX w. część obszaru była jeszcze zalesiona, natomiast pod koniec lat 20. całość zajmowały odstojniki. W centralnej części wybudowano folwark z masywnym, kilkupiętrowym spichlerzem, który jest zaadaptowany na centrum odwiedzających.

from 1927 available on the website of the Department of Environment, Transport and Climate of the City of Berlin, aerial photographs from 1928 and 1956 available at the Berlin Geoportal and today cartographic studies (current topographic maps) and satellite imagery. Comparisons were made in the GIS environment – raster maps were geo-rectified, so that, based on the control points, raster layers with a geographical reference were created. A similar method was used in the study of the Wrocław object. In comparative analysis topographic maps in the scale of 1:25 000 from the beginning of the 20th century from SLUB collections, aerial photographs from 1944 from the collections of the State Archives in Wrocław and contemporary satellite imagery were used.

## Results and discussion

Until the mid-nineteenth century, Berlin had no central sewage system, which was associated with numerous problems, including pollution of the river Spree. In 1871, James Hobrecht, Prussian urban planner, developed a radial sewerage system, which has been operating until today. Three years later the authorities bought the first area intended for the sewage farm. In the '20s of the twentieth century, an area of fields has the maximum size of approximately 10.000 hectares. Over time, the sewage farms were additionally

used for agriculture, which caused a compulsion of delivering to them minor quantities of water. Natural wastewater treatment plants began to be closed since the late '60s – in 1969 new sewage treatment plant at Falkenberg was built, that resulted in the liquidation of large areas of fields in the then East Berlin. Urban pressures caused that many blocks of flats, so called 'prefabricated high-rise', were built there. Most of those sites ceased to be used for a sewage treatment in the '80s of the last century. At that time studies on the content of heavy metals in soil began to be conducted. High contamination was a prerequisite for the cessation of agricultural use of those sites. Areas of former sewage farms are now used in different manners [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 1992].

Hobrechtsfelde is an area located on the border of Berlin and Brandenburg. Former Buch sewage farm is adjacent to the site from the south, from the north lies Barnim Nature Park with neighbouring directly moorland growing on the former military training ground. Ascendancy of woodlands can be seen on the topographic map from 1893. In the early '20s of twentieth century, part of the territory was still forested, but in the late '20s all the site was occupied by settling basins. In the central part a grange, with massive, multi-storey granary, was built. The granary is converted into a visitors centre. After the liquidation of the sewage farm in

the mid-'80s, there was a decision of the remediation and the establishment of a historical monument [Steinhardt, Post 2015]. The habitats and the species that live there were also regarded as worthy of protection. The method of landscape transformation has been planned in details – part of the land was allocated for afforestation. Pioneering tree species, such as box elder (*Acer negundo*), grey poplar (*Populus canescens*) or crack willow (*Salix fragilis*) were introduced there. Another part was decided to be kept as open meadows, where their extensive character is preserved thanks to the grazing animals – Highland and White Park cattle or the Koniks [Schulze 2015]. Grazing areas are fenced, but the hiking trails were led through them. There are boards with the rules of dealing with animals and warnings at the entrances.

The ditches, conducting water, and ponds network have been modernized and are used for irrigation and maintaining appropriate water levels. Aquatic and emergent plants are intended to purify water. The remains of the sewage farm infrastructure have been linked by an educational path. Their function is described on the educational boards and in audio guides. The whole area has been carefully marked by the signposts and trails have been divided for hiking, horse riding and cycling. Routes do not collide with each other. An additional attraction is the path of sculptural objects made of natural materials – stone and wood. It is

Po likwidacji pól irygacyjnych w połowie lat 80. podjęto decyzję o ich rekultywacji i uznano za pomnik historii [Steinhardt, Post 2015]. Za warte ochrony uznano także habitaty i gatunki w nich żyjące. Sposób przekształcenia krajobrazu został szczegółowo zaplanowany – część terenu przeznaczono pod zalesienia, na które wprowadzono gatunki pionierskie, takie jak klon jesionolistny (*Acer negundo*), topola szara (*Populus canescens*) czy wierzba krucha (*Salix fragilis*). Część postanowiono utrzymywać jako otwarte łąki, których ekstensywny charakter jest zachowany dzięki wypasowi zwierząt – bydła szkockiego i angielskiego czy koników polskich [Schulze 2015]. Obszary, na których odbywa się wypas, są ogrodzone, ale przebiegają przez nie ścieżki piesze. Przy wejściach znajdują się tablice z zasadami postępowania ze zwierzętami i ostrzeżeniami.

Sieć rowów prowadzących wodę i stawów została zmodernizowana i jest używana do nawadniania oraz utrzymania odpowiednich poziomów wody. Rośliny wodne i błotne mają za zadanie filtrować wodę. Pozostałości infrastruktury pól irygacyjnych połączono ścieżką edukacyjną. Ich działanie jest opisane na tablicach edukacyjnych oraz w audioprzewodnikach. Całość terenu została dokładnie oznakowana za pomocą kierunkowskazów, a ścieżki podzielono na piesze, konne i rowowe. Szlaki nie kolidują ze sobą. Dodatkową atrakcją stanowi ścieżka

z obiektami rzeźbiarskimi z naturalnych materiałów – kamienia czy drewna. Jest ona oznaczona za pomocą pionowych, zardzewiałych rur, których wygląd wpisuje się w charakter terenu przemysłowego. Obszar jest popularnym weekendowym miejscem spacerowym, o czym decyduje także bliskość dwóch stacji kolejowych. O przekształceniu w kierunku leśnym przesądziły bliskość parku krajobrazowego oraz peryferyjne położenie względem centrum miasta. Kompleksowe podejście do rekultywacji miało wpływ na duży potencjał rekreacyjny i atrakcyjność terenów.

Pola irygacyjne przy dawnej wsi Blankenfelde leżą na północy Berlina, poniżej obszarów byłych pól Hobrechtsfelde, Buch, Mühlentbeck i Schönerlinde. Od południa przylegają do nich tereny mieszkaniowe z przewagą zabudowy jednorodzinnej. Użytkowanie terenu jest tu zróżnicowane. Południowa część pól irygacyjnych już w latach 30. XX wieku została wyłączona z użytkowania. Założono tam ogródki działkowe oraz szkółkę roślin, które jednak były zależne od systemu nawadniania związanego z infrastrukturą oczyszczalni. Teren szkółki to obecnie park z arboretum i obszerną szklarnią z roślinami egzotycznymi, który jest uczęszczanym miejscem spacerowym. Przy zrewaloryzowanych zbiornikach wodnych znajdują się obiekty edukacji geologicznej, otwarte polany to miejsca piknikowe. Ścieżki są obsadzone drzewami owocowymi – jest to nawiązanie do

tradycyjnego sposobu obsadzania dróg pól irygacyjnych. Na terenie parku mieszczą się także zagrody ze zwierzętami. Na północ od parku znajdują się otwarte tereny rekreacyjne. Dawna funkcja została utrwalona w formach terenowych – wyraźnie widoczne są osadniki i przedzielające je groble. Także tutaj obszary łąkowe utrzymywane są poprzez wypas zwierząt.

Północna część obszaru została zalesiona – las stanowi bufor oddzielający zabudowania mieszkalne od składowiska odpadów stałych leżącego poza granicą dawnych pól. W centralnej części znajdują się pola uprawne i nieużytki – stanowiące największy udział w całości obszaru – przecięte dwoma drogami szybkiego ruchu. Pola poprzedzielane są kanałami będącymi reliktem krajobrazu przemysłowego. Mieszczą się tu także tereny magazynów związanych komunikacyjnie z autostradą. Wschodnia część powiązana jest układem wodnym z dawnymi polami Buch i Hobrechtsfelde. Znajdują się tu cztery stawy objęte ochroną, której polskim odpowiednikiem jest rezerwat przyrody. Są one miejscem gniazdowania i żerowania awifauny. Obserwacja ptaków jest możliwa dzięki platformom widokowym. Regularny kształt brzegów stawów, będący wynikiem działań podjętych przy zakładaniu pól irygacyjnych, powoli zanika dzięki naturalnej sukcesji roślinności. Półotwarte tereny łąk z pojedynczymi zadrzewieniami otaczające stawy są miejscem wypasu



marked by vertical, rusty pipes. Their appearance fits into the character of brownfield land. The area is a popular weekend excursions destination, which is also determined by the proximity of the two railway stations. The proximity of the landscape park and the suburban location decided about forest direction of reclamation. Comprehensive approach to transformation has an impact on the great recreational potential and attractiveness of the area.

The sewage farm by the former village Blankenfelde lies to the north of Berlin, below the areas of the former sewage farms of Hobrechtsfelde, Buch, Mühlenbeck and Schönerlinde. The residential areas with a predominance of single-family housing are adjacent to it from the south. The land use is here varied. The southern part of the sewage farm had been excluded from the use already in the '30s of the twentieth century. Garden allotments and a nursery were established there; they were, however, dependant on the irrigation system associated with sewage infrastructure. The nursery area is now a park with arboretum and extensive glasshouse with exotic plants, the park is the busy walking and leisure place. By restored reservoirs, educational geological objects are located, open meadows are places for picnic. The paths are planted with fruit trees – this is a reference to the traditional way of planting along sewage farm roads. In the park there are also pens with animals. Open recreational sites

are north of the park. The previous function has been preserved in the land forms – settling basins and the dykes separating them are clearly visible. Also here meadow areas are maintained by grazing animals.

The northern part of the area has been forested – the forest is a buffer separating residential areas from the landfill site lying beyond the boundary of the former sewage farm. In the central part there are cultivated fields and wasteland – they have the highest share in the whole area – crossed by two main roads. The fields are separated by ditches that are the relic of industrial landscape. There are also located warehouses connected with the motorway. The eastern part is linked to a water system of the former sewage farm on Buch and Hobrechtsfelde. There are four ponds under protection – its British equivalent is “Nature Conservation Area”. They are nesting and feeding place for avifauna. Bird watching is possible thanks to the viewing platforms. The regular shape of ponds shores, which is the result of actions taken while establishing the sewage farm, is slowly disappearing due to the natural plants succession. Semi-open areas of meadows with single trees that surround ponds are the place of cattle pasturing. The attractiveness of these areas is determined by the possibility of spending free time in different ways, depending on the needs.

The area of former sewage farm Falkenberg is located in the north-east of Berlin. Currently, the majority

are built-up sites, but in 1879 about 15% of an area of 9 km<sup>2</sup> took up the moor situated between the villages of Marzahn and Falkenberg. The sewage farm ceased to function in 1969, when first Berlin sewage treatment plant began to operate. In the '80s of twentieth century, the multi-family ‘prefabricated high-rise’ were built<sup>5</sup> – two large clusters of buildings are separated by a ditch conducting water to the river Wuhle. It is a remnant of the defunct sewage infrastructure. By the ditch are located recreational areas with playgrounds, outdoor gyms and places of passive recreation. Numerous waterholes and ponds bear witness to the past of the land. At the mouth of the ditch on the border of the village Eiche, in the early '90s, a landscape park was arranged. An artificial hill was made of the ground coming from excavations for built units. The slopes are stabilized by the trees growing on them. There are not a lot of trees in the rest of the park – these are small enclaves of trees or wayside alleys. The remainder is grassland maintained by Highland cattle grazing (Fig. 2).

The western part is dominated by development and industrial sites. The area of closed down sewage treatment plant was allocated for the technology park, which is under construction. In the northern part, by the city border, is the nature conservation area. Protected are both species of flora and fauna associated with wet meadows and the former industrial landscape of roads planted with fruit



Fig. 2. Falkenberg – Eichepark. Highland cattle grazing the park meadows

Ryc. 2. Falkenberg, Eichepark. Wypas bydła szkockiego na parkowych łąkach

bydła. O atrakcyjności tych terenów decyduje możliwość spędzania wolnego czasu w różny sposób, zależnie od potrzeb.

Teren dawnych pól irygacyjnych Falkenberg położony jest w północno-wschodniej części Berlina. Obecnie większość stanowią tereny zabudowane, natomiast jeszcze w 1879 r. około 15% z obszaru o powierzchni przeszło 9 km<sup>2</sup> zajmowało wrzosowisko położone między wsiami Marzahn i Falkenberg. Pola irygacyjne zlikwidowano w 1969 r., kiedy zaczęła działać pierwsza w Berlinie oczyszczalnia ścieków. W latach 80. XX wieku powstały budynki wielorodzinne z wielkiej płyty<sup>5</sup> – dwa duże zgrupowania budynków oddziela od siebie kanał odprowadzający wodę do rzeki Wuhle. Jest on pozostałością po zlikwidowanej infrastrukturze oczyszczalni. Nad kanałem położone są tereny rekreacyjne z placami

zabaw, siłowniami na wolnym powietrzu i miejscami rekreacji biernej. Liczne oczka wodne i stawy świadczą o przeszłości terenu. Przy ujściu kanału na granicy z miejscowością Eiche, na początku lat 90. XX w., zaaranżowano park krajobrazowy. Sztuczne wzgórze zostało usypane z ziemi pochodzącej z wykopów pod budowane bloki. Zbocza są ustabilizowane dzięki porastającym je drzewom. W dalszej części parku drzew jest niewiele – są to małe enklawy zadrzewień lub aleje przydrożne. Pozostała część to łąki utrzymywane poprzez wypas bydła szkockiego (ryc. 2).

W zachodniej części przeważają tereny pod zabudowę i przemysłowe. Obszar zlikwidowanej oczyszczalni przeznaczony został na park technologiczny, który jest w trakcie budowy. W północnej części, przy granicy miasta, znajduje

się obszar rezerwatu przyrody. Chronione są zarówno gatunki flory i fauny związane z podmokłymi łąkami, jak i krajobraz przemysłowy z drogami obsadzonymi drzewami owocowymi i charakterystycznymi, geometrycznymi kształtami odstojników. Aby uatrakcyjnić teren, dla osób odwiedzających przygotowano liczne miejsca piknikowe, punkty widokowe oraz tablice edukacyjne. Obszar jest użytkowany przez mieszkańców okolicznych osiedli, osoby jeżdżące konno oraz wolontariuszy, którzy wyprowadzają na spacer psy z położonego obok schroniska.

Funkcje rekreacyjne przeważają na obszarze dawnych pól przy miejscowości Großbeeren. Jest ona położona w Brandenburgii, w odległości około 20 km od centrum Berlina. Pola funkcjonowały tam przez przeszło sto lat. Obszar przedzielony jest na część północną i południową drogą prowadzącą do centrum miejscowości. Część północna jest podzielona drogą szybkiego ruchu – po stronie zachodniej znajdują się tereny przemysłowe, a po stronie wschodniej tor do sportów wodnych, takich jak wakeboard czy narty wodne. Część południowa została objęta ochroną konserwatorską. Znajduje się tam jedna z niewielu zachowanych rur (ryc. 3), które umieszczone były niegdyś na każdym z pól irygacyjnych, aby wskazywać poziom wody. Przy tym wyróżniku znajduje się tablica informacyjna dotycząca historii obiektu, jest to także początek ścieżki edukacyjnej z opisanymi



Fig. 3. Großbeeren. Preserved technical heritage – an element of the educational path

Ryc. 3. Großbeeren. Zachowany zabytek techniki – element ścieżki edukacyjnej

trees and characteristic, geometric settling basins shapes, numerous picnic areas, viewpoints and educational boards are prepared to make the site more attractive for the visitors. The place is used by the inhabitants of the surrounding housing estates, horse riders, as well as by volunteers, who are taking for a walk the dogs from the animal shelter located nearby.

Recreational functions predominate the area of the former sewage farm by the village Großbeeren. It is situated in Brandenburg, about 20 km from the centre of Berlin. The farm has been operating there for more than a century. The site is divided into a northern and a southern part by the road leading to the village centre. The northern piece is subdivided by the motorway – the western side with industrial areas and the eastern side with water sports track, for sports such as wakeboarding

and waterskiing. The southern part had been taken under monument protection. There is one of the few preserved pipes (Fig. 3), which were once placed on each sewage farm to indicate the water level. By this landmark, the information board concerning the object history have been placed; there is also the beginning of educational path with described stop points. Along the trail, there are elements of sewage farm infrastructure – ground and concrete settlers, as well as ditches, which once conducted the contaminated water. The settling basins are maintained by mowing. Fruit trees are systematically planted along the roads, which is an expression of concern for the cultural landscape.

Wrocław sewage farm is placed in the northwestern part of the city,

on the right bank of the Odra River. The majority of them is located in the area of Osobowice-Rędzin housing estate. Its area accounts for over 4% of the city's area. The terrain relief is undiversified – along the Odra river ox bow lakes covered with reed beds, settling tanks, now covered with nettles, were built. Along the cobbled roads rows of old fruit trees growing. Large trees are also rising along watercourses. Linear groups of bushes and trees stand out in the landscape. Open areas with wide panoramic views prevail here. Sewage farm is an attractive place of ornithological observation. The site has not yet been transformed to a large extent (Fig. 4). The most important interference in the landscape was to date the construction of the Wrocław Motorway



Fig. 4. Wrocław sewage farm. Row of oak trees along the river Mokrzyca

Ryc. 4. Wrocławskie pola irygacyjne. Szpaler dębów nad rzeką Mokrzyca

punktami przystankowymi. Wzdłuż szlaku znajdują się elementy infrastruktury pól – odstojniki ziemne i betonowe, a także rowy, które niegdyś prowadziły zanieczyszczoną wodę. Osadniki są utrzymywane poprzez wykaszanie. Wzdłuż dróg systematycznie dosadzane są drzewa owocowe, co jest wyrazem dbałości o krajobraz kulturowy.

Wrocławskie pola irygacyjne leżą w północno-zachodniej części miasta, na prawym brzegu Odry. Ich większa część jest położona na terenie osiedla Osobowice-Rędzin, a ich powierzchnia stanowi ponad 4% powierzchnia miasta. Jest to teren o nieurozmaiconej rzeźbie terenu – wzdłuż starorzeczy Odry porośniętych trzcinowiskami założono ograniczone groblami odstojniki, które pokryte są m.in. pokrzywowiskami. Wzdłuż brukowanych dróg rosną szpalery starych drzew owocowych. Duże drzewa rosną także wzdłuż cieków wodnych. W krajobrazie wyróżniają się też liniowe grupy zakrzewień i zadrzewień. Przeważają tu tereny otwarte z szerokimi otwarciami widokowymi. Pola są atrakcyjnym miejscem obserwacji ornitologicznych. Teren nie został jeszcze przekształcony w dużym stopniu (ryc. 4). Najistotniejszą ingerencją w krajobraz było do tej pory wybudowanie Autostradowej Obwodnicy Wrocławia. Zamknięcie pól nastąpiło pod koniec 2015 r., po ponadstuletnim okresie użytkowania – wtedy funkcję przejęła w pełni oczyszczalnia na Janówku, a na pola

przestano dostarczać ścieki, co wiąże się z ich stopniowym osuszaniem. W obowiązującym Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia z 2006 r. część terenów przylegających do obwodnicy przeznaczonych jest na cele przemysłowe. Przewiduje się także rozwój terenów mieszkaniowych na północ od dawnej wsi Rędzin. Inicjatywy oddolne postulują jednak inny sposób zagospodarowania tego terenu. Świadczą o tym między innymi wnioski zgłaszane przez mieszkańców i aktywistów do obecnie powstającego Studium, którego projekt uwzględnia rezygnację z lokowania tam terenów mieszkaniowych. Przeznaczenie pól na cele rekreacyjne i przyrodnicze jest także omawiane w archiwalnych doniesieniach medialnych.

## Podsumowanie

Wrocławskie pola irygacyjne są świadectwem dawnej myśli technicznej. Pozostałości znajdującej się tu infrastruktury mogłyby zostać użyte jako elementy ścieżki edukacyjnej. Należałoby wykorzystać także walory przyrodnicze i krajobrazowe, tak aby umożliwić mieszkańcom miasta np. obserwacje ptaków poprzez wybudowanie platform widokowych. Na tak dużym obszarze można wytyczyć ścieżki rowerowe oraz konne, których obecność dodatkowo urozmaici sposób spędzania wolnego czasu. Aktualne tendencje

przekształcania związanych z wodą obiektów przemysłowych, jakimi są pola irygacyjne, wskazują na chęć utrzymania ich podmokłego charakteru. Jest to podyktowane między innymi potrzebą ochrony fauny i flory związanej z podmokłymi siedliskami. Tereny otwarte są utrzymywane przez zabiegi agrotechniczne czy wypas zwierząt. Zauważa się także wysokie walory krajobrazów, będących świadectwem dawnej myśli technicznej, i chroni relikty dawnej infrastruktury lub wręcz uwypukla się jej walory. Wprowadza się funkcje edukacyjne: tablice informacyjne, ścieżki czy szlaki o tematyce przyrodniczej i historycznej. Położenie pól irygacyjnych w strefie podmiejskiej predysponuje je do bycia miejscem weekendowego wypoczynku mieszkańców, a połączenie z pozamiejskimi terenami zieleni sprawia, że mogą one pełnić funkcję ekologiczną i klimatotwórczą. W obliczu zmian klimatu, przy przewidywanym wzroście częstości zjawisk ekstremalnych, inwestuje się w nową infrastrukturę, która ma za zadanie retencjonować nadmiary deszczówki. Podmokłe tereny przemysłowe nadają się do kierowania na nie nadwyżek wody opadowej i powodziowej. Pola irygacyjne mogą zatrzymać wodę i powoli ją oddawać, ochładzając przylegające tereny, pełniąc równorzędną funkcję względem nowo powstającej infrastruktury.

Bypass. The farm was closed at the end of 2015, after more than a century of use – then the sewage treatment plant on Janówek fully took over its role and the area ceased to be supplied with sewage, which is associated with its gradual drying. In the current planning documents of Wrocław spatial conditions and development directions from 2006, the part of sewage farm adjacent to the bypass is intended for industrial purposes. Also expected is the growth of residential areas on the north of the former village Rędzin. However, the grassroots initiatives postulate another way of the area development. This is evidenced by, among other things, requests submitted by the residents and activists to the presently created planning documents, the draft of which allows resignation from locating the residential areas there. Also archival media reports mention the site with natural and recreational functions.

## Conclusions

Wrocław sewage farm is a testament to the former technical thought. The remnants of the infrastructure could be used as elements of the educational pathway. Natural and landscape values should also be used to provide the city's inhabitants possibility, for example, of bird watching by constructing viewing platforms. On such a large area bike and horse paths shall be set out – that would

additionally diversify the way of spending free time. Current trends of water-related brownfield sites, such as sewage farms, indicate the desire to maintain their wetland features. This is due to, inter alia, the need to protect fauna and flora associated with wetland habitats. Open areas are maintained, among others, by agricultural practices or animals grazing. The high qualities of landscapes, that are testimony of the former technical ideas, are noticed and the relics of the old infrastructure are protected or even highlighted. The educational functions are introduced with information boards, paths or trails of natural and historical subject matter. The location of sewage farms in the rural-urban fringe predisposes them to be a place for weekend recreation of inhabitants, and a connection with suburban green areas makes that they can have ecological and climate-forming function. In the face of climate change and the expected increase in frequency of extreme events, investments in new infrastructure, which aims to keep excess rainwater, are made. The marshy brownfield sites are suitable for discharging there surplus rain and flood water. The sewage farms may hold water and then slowly drain it off, cooling the adjacent areas, performing an equal function towards newly-created infrastructure.

All published photographs come from the archive of the author.

The article financed by Ministry of Science and Higher Education within the framework of the "Directions of Berlin sewage farms remediation as a testing ground Wrocław solutions' research task".

**Aleksandra Gierko**

Division of Environmental Development  
Faculty of Architecture  
Wrocław University of Science and Technology

## Endnotes

<sup>1</sup> Only less than 20% of wetlands in the country has not been drained. The rivers remain unsettled at about 60% of their total length.

<sup>2</sup> According to EEA report (2016a), other factor that increase the risk of flooding in urban areas is the urbanization of floodplains.

<sup>3</sup> Every year more than 100 Chinese cities are experienced by flooding. Right in the 2013, 234 urban agglomerations suffered due to flooding.

<sup>4</sup> Data based on radio talk made on 24th June 2016 available online at: <http://elka.pl/content/view/80240/150/>.

<sup>5</sup> The blocks of flats construction falls at a time when there were no known results of research concerning soil contamination at the former sewage farms.

Wszystkie zamieszczone fotografie pochodzą z archiwum autorki.

Artykuł finansowany ze środków MNiSW w ramach zadania badawczego „Kierunki rekultywacji pól irygacyjnych Berlina jako poligon badawczy dla rozwiązań wrocławskich”.

**Aleksandra Gierko**

Zakład Kształtowania Środowiska  
Wydział Architektury  
Politechnika Wrocławska

### Przypisy

<sup>1</sup> Tylko mniej niż 20% obszarów podmokłych w kraju nie zostało zmeliorowanych. Rzeki pozostają nieregulowane na około 60% ich łącznej długości.

<sup>2</sup> Wg raportu Europejskiej Agencji Środowiska [2016a] innym czynnikiem podwyższającym ryzyko występowania powodzi na terenach miejskich jest urbanizacja obszarów zalewowych.

<sup>3</sup> Rokrocznie więcej niż 100 chińskich miast doświadcza powodzi. W samym 2013 r. z powodu podtopień i powodzi ucierpiały 234 aglomeracje miejskie.

<sup>4</sup> Dane na podstawie rozmowy na antenie radiowej z dnia 24. czerwca 2016 r., dostępnej online: <http://elka.pl/content/view/80240/150/>.

<sup>5</sup> Budowa tzw. blokowisk przypada na czas, gdy nie były znane wyniki badań dotyczących skażenia gleb na dawnych polach irygacyjnych.

### Literature – Literatura

1. Barkham R., Brown K., Parpa C., Breen C., Carver S., Hooton C., 2014. Resilient Cities: A Grosvenor Research Report. London.
2. Bińkowska I., 2013. Pola irygacyjne [in:] I. Bińkowska, E. Szopińska (ed.), Leksykon zieleni Wrocławia. Via Nova, Wrocław, 690–691.
3. Brodzka M., 2014. Ochrona i zarządzanie krajobrazem reliktywnym

w planowaniu przestrzennym na przykładzie miasta Wrocławia. Politechnika Wrocławska [PhD thesis].

4. EEA, 2016. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. Kopenhaga.

5. EEA, 2016. Urban adaptation to climate change in Europe 2016. Transforming cities in a changing climate. Copenhagen.

6. Gabriel K., Endlicher W., 2011. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. Environmental Pollution, 159, 2044–2050.

7. Hansen J., Ruedy R., Sato M., Lo K., 2010. Global surface temperature change. Reviews of Geophysics, 48, RG4004.

8. Hansen J., Sato M., Ruedy R., 2012. Perception of climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109, E2415–E2423.

9. IMGW, 2012. Warunki klimatyczne i oceanograficzne w Polsce i na Bałtyku Południowym. Spodziewane zmiany i wytyczne do opracowania strategii adaptacyjnych w gospodarce krajowej. Warszawa.

10. IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Geneva.

11. Ministerstwo Środowiska, 2006. Strategia ochrony obszarów wodno-błotnych w Polsce wraz z planem działań na lata 2006–2013. Warszawa.

12. Ministerstwo Środowiska, 2013. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. Warszawa.

13. Orłowski G., Górka W., 2010. Lęgowe ugrupowania awifauny trzcinowisk i cenne gatunki siedlisk łąkowych pól irygacyjnych we Wrocławiu. Ornis Polonica, 51, 77–92.

14. Orłowski G., Górka W., Rusiecki S., 2010. Wrocławskie pola irygacyjne [in:] T. Wilk, M. Jujka, J. Krogulec, P. Chylarecki (ed.), Ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce. OTOP, Marki, 517–518.

15. Schulze A., 2015. Projektverlauf [in:] U. Steinhardt, A. Stache (ed.), Rieselfeldlandschaft Hobrechtsfelde: Entwicklung einer beweideten, halboffenen Waldlandschaft zur Erschließung von Synergien zwischen Naturschutz, Forstwirtschaft und stadtnaher Erholung. Bonn-Bad Godsberg: Bundesamt für Naturschutz, 44–57.

16. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, 1992. Umwelatlas Berlin: Rieselfelder. Available at: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umwelatlas/d110\\_06.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umwelatlas/d110_06.htm) (access: 22.02.2017 r.).

17. Serba T., Leśny J., Juszcak R., Olejnik J., 2009. Wpływ zmian klimatycznych na rolnictwo w Europie. Projekt ADAGIO. Acta Agrophysica, 13 (2), 487–496.

18. Steinhardt U., Post S., 2015. Charakteristik des Untersuchungsgebietes [in:] U. Steinhardt, A. Stache (ed.), Rieselfeldlandschaft Hobrechtsfelde: Entwicklung einer beweideten, halboffenen Waldlandschaft zur Erschließung von Synergien zwischen Naturschutz, Forstwirtschaft und stadtnaher Erholung. Bonn-Bad Godsberg: Bundesamt für Naturschutz, 31–43.

19. Szymanowski M., Kryza M., 2009. GIS-based techniques for urban heat island spatialization. Climate Research, 38, 171–187.

20. Xu Y., 2016. Sponge Cities: An answer to floods. Available at: <http://chinawaterrisk.org/resources/analysis-reviews/sponge-cities-an-answer-to-floods/> (access: 22.02.2017 r.).