

DOI: 10.21005/pif.2022.51.C-03

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON RIPARIAN TERRITORIES WITHIN CITIES

ZMIANY KLIMATU A TERENY NADRZECZNE, NA PRZYKŁADZIE UKRAINY

Yevheniia Samoilenko

Phd, arch

Author's Orcid number: 0000-0003-2813-4767

Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
Department of Architectural and Urban Planning

ABSTRACT

Cities are under threat from the effects of climate change. The consequences of climate change will primarily affect rivers in the form of increased droughts and floods. In view of global warming, protecting and restoring rivers should be a priority, along with reducing pollution. Strategic urban planning and engineering solutions, while playing an important role in climate change adaptation, will also improve forecasting and contribute to risk avoidance through planning controls.

Key words: climate change, globalization processes, recreation, riverside areas, urban space.

STRESZCZENIE

Miasta są zagrożone skutkami zmian klimatycznych. Konsekwencje zmian klimatu dotkną przede wszystkim rzeki w postaci wzmożonych susz i powodzi. W związku z globalnym ociepleniem ochrona i odnowa rzek powinny być priorytetem, a także zmniejszenie ich zanieczyszczenia. Strategiczne planowanie urbanistyczne i rozwiązania inżynierskie, odgrywając ważną rolę w adaptacji do zmian klimatu, poprawią również prognozowanie i przyczynią się do unikania ryzyka poprzez kontrolę planowania.

Słowa kluczowe: zmiany klimatyczne, procesy globalizacyjne, rekreacja, tereny nadrzeczne, przestrzeń miejska.

1. INTRODUCTION

Cities are transformed, expand their borders, and often develop territories along water areas. In this way, development is formed and occupies high-risk areas, such as floodplains and coastal areas. Accordingly, each large body of water has its own characteristics, features related to channel regulation, water level changes during floods, and there are strategic issues related to cities developing on large rivers. Since the beginning of the 21st century, the concept of “water security” has become increasingly widespread, namely, the availability of an acceptable quantity and quality of water for health, life, ecosystems and production. This persistence is coupled with an acceptable level of water-related risks to humans, the environment and the economy, an urgent need to build energy efficient infrastructure and change patterns of resource consumption. (Haines, A., Kovats, R., 2006). Adaptation to climate change in the city requires a comprehensive approach and the implementation of measures at different levels. For certain, negative consequences of climate change, it is important to develop a system of monitoring and early warning of the population, and risk management - this will make it possible to at least partially minimize the damage caused by meteorological factors. When a masterplan for the city's adaptation to climate change is forming, it is necessary to pay attention to potentially vulnerable areas along the water area and review their functional content. To form strategic measures and the corresponding urban planning policy regarding the most effective use of riverside territories under the influence of negative consequences of climate change and for the adaptation of the city.

Numerous studies have been conducted around the world to assess the impact of climate change on water resources. Conventional approaches involve creating scenarios for daily or monthly hydro climatic variables using climate model inputs and then applying them to water balance models to investigate implications at river catchment scales (Wilby, R., 2007). Climate change stresses, longer and more severe droughts are likely to increase the amount of water used in agriculture. It has been documented that large blooms of water occur, especially along the loaded section of the Dnipro in Ukraine. It is likely that the channelization of natural stretches of rivers can affect flow dynamics, which, along with more erratic rainfall conditions and the need to feed rivers with water contained in reservoirs, will reduce water quality. Climate change factors were derived for design floods with a given recurrence interval for several regions in southwestern Germany (Wilby, R., 2007). The coefficients apply only to new developments and are based on changes in precipitation from a single climate model (ECHAM4) under a low emissions scenario. Nevertheless, it is considered a significant step forward, as climate change is now clearly taken into account in engineering design. A detailed cost analysis also showed that adapting existing flood protection measures is much more expensive than considering the impact of climate change at the planning stage. Based on the results of forecasting climate indicators on the territory of Ukraine using the regional REMO model and the water balance model proposed by specialists of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). S.I. Snizhko at the article [6], calculated the forecast characteristics of water flow on the territory of Ukraine in the 21st century and found that during the current century, for most administrative regions of Ukraine, a decrease in surface water flow will be observed, which is associated with warming (increase in surface air temperatures, increase in evaporation) and a decrease in the amount of atmospheric precipitation. As noted by I.F. Buksha, that the amount of atmospheric precipitation on the territory of Ukraine has not changed significantly, but the nature and intensity of their precipitation has changed significantly, namely, in a few hours, half or the monthly rate of precipitation falls (Buksha, I., 2009).

2. MATERIAL AND METHODS

The main methods with which the research was conducted were the analysis and logical construction of literature sources and reports. Field and observational studies were also carried out. The method of examining documents was also used. Computer simulations were used to present analyzes related to the factors influencing the urban development of riverside areas.

3. HISTORICAL ANALYSIS

Climate change is likely to alter the flow of water in rivers, with important implications for the use of water within riverbeds, particularly for hydropower generation. The assessment of the consequences for hydropower in Europe was carried out using a macro-scale hydrological model (Fig.1). The results show that by the 2070s, the power generation potential of hydropower plants will increase by 15-30% in Scandinavia as of the end of the 20th century, and in almost Norway, almost 100% of electricity is provided by hydropower. For Portugal, Spain, Ukraine and Bulgaria, where currently from 10% to 39% of electricity is provided by hydropower, a decrease in hydropower potential by 20–50% is predicted. In general, for Europe, where the share of hydropower in electricity production is 20%), by the 2070s a decrease in the potential of hydropower by 7-12% is predicted (Roaf, S., Crichton, D., 2009).

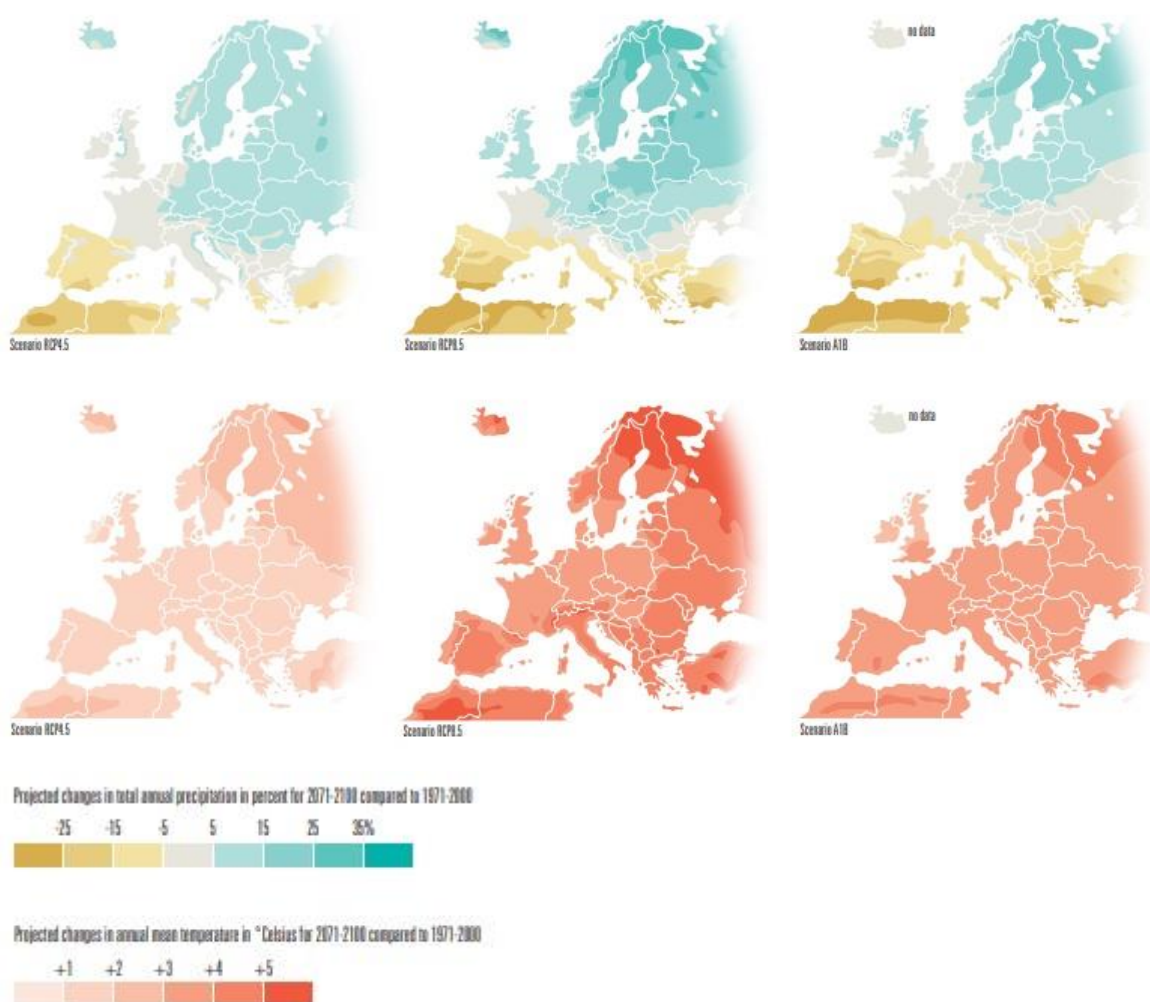


Fig. 1. Projected climate change in Europe. Estimates for 2071–2100 compared to 1971–2000 based on the EURO-CORDEX ensemble under RCP4.5, RCP8.5 and the A1B emission scenario.

Source: Jacob et al., 2014, with revisions.

Ryc. 1. Przewidywane zmiany klimatyczne w Europie. Szacunki dla lat 2071–2100 w porównaniu do lat 1971–2000 na podstawie zespołu EURO-CORDEX w ramach scenariusza emisji RCP4.5, RCP8.5 i A1B.

Źródło: Jacob i in., 2014, z poprawkami.

Climate change affects the material infrastructure of the city - buildings, roads, sewage and energy systems, and this, in turn, affects the way of life of its inhabitants and their well-being. Significant destruction of the residential and administrative stock of buildings is expected in the event of an increase in the number of natural disasters and catastrophes associated with climate change. From this point of view, flooding is considered the most destructive and expensive. According to the organizations on climate change, the main potential negative consequences that can occur in cities are heat stress, flooding, reduction of areas and disturbance of the species composition of urban green zones (Snezhko, S., Kuprikov, I., 2012). Also include them spontaneous hydro meteorological phenomena, decrease in the quantity and deterioration of the quality of drinking water, increase in the number of infectious diseases and allergic manifestations, disruption of the normal functioning of the city's energy systems.

4. ANALYSIS LEADING TO THE DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING THE URBAN DEVELOPMENT OF RIVERSIDE AREAS

There is a constant need to improve preparedness and predict climate hazards, such as the intensity of temperature increases, water level changes, and air pollution to ensure human comfort and health. Long-term projections will require better characterization of anthropogenic heat sources and land surface feedbacks with boundary layer climate. Areas of the structure of riparian areas potentially vulnerable to climate change were determined: areas with dense construction without recreational areas within the riparian zone, industrial areas whose technology requires contact with the water area, and factors affecting the urban development of riparian areas (Fig. 2). Urban planning factors also include: functional, which defines a set of functions corresponding to the position of territories in the structure of space, sanitary and hygienic, analyzes compliance with sanitary and hygienic standards. They also contain improvement of the microclimate in the city, the degree of provision of the population with recreational areas near the water, aesthetic, determines the role of the riverside landscape in the urban structure at the macro level, as a factor in harmonizing the urban environment, forming the image of the city. They also include the compositional and planning factor considers aspects of the accessibility of the coastal front, the level of comfort of stay. Natural factors include: natural and climatic conditions, landscape features of the territory, type and structure of the hydrographic network, nature of landscaping.

The effectiveness of the functioning of complex integrated management of water ecosystems should be evaluated through the prism of its three key aspects: social, ecological and economic. The social aspect of water resources management consists in the ability of the system to satisfy the basic requirements of people regarding the availability of quality water to meet drinking needs and guarantee the water supply of the main sectors of the economy. In order to ensure the social acceptability of necessary decisions and possible compromises, it is important to find effective ways of public participation in planning and decision-making processes. The ecological aspect of water resources management implies the need to take into account the requirements of the ecosystem to comply with the conditions of natural, extended reproduction of the local flow (Khvesyuk, M., Levkovska, L., Mandzyk V., 2021).

Green areas are important components of urban landscapes, not least to counter urban heat island (UHI), reduce flood risk, improve air quality and promote habitat development. One of the fairly developed directions in territory planning is the design of ecological or natural frameworks that have environmentally stabilizing and recreational functions, as well as the properties of regulating the water balance of the territory and compensating the consequences of local climate changes. Tools are also becoming available to address some of the worst effects. In particular, climate-responsive building design and planning, avoiding high-risk areas through stricter building controls, incorporating climate change allowances into engineering standards applied to flood protection and water supply systems, or setting aside green spaces for urban cooling and flood attenuation (Snezhko, S., Kuprikov, I., 2012).

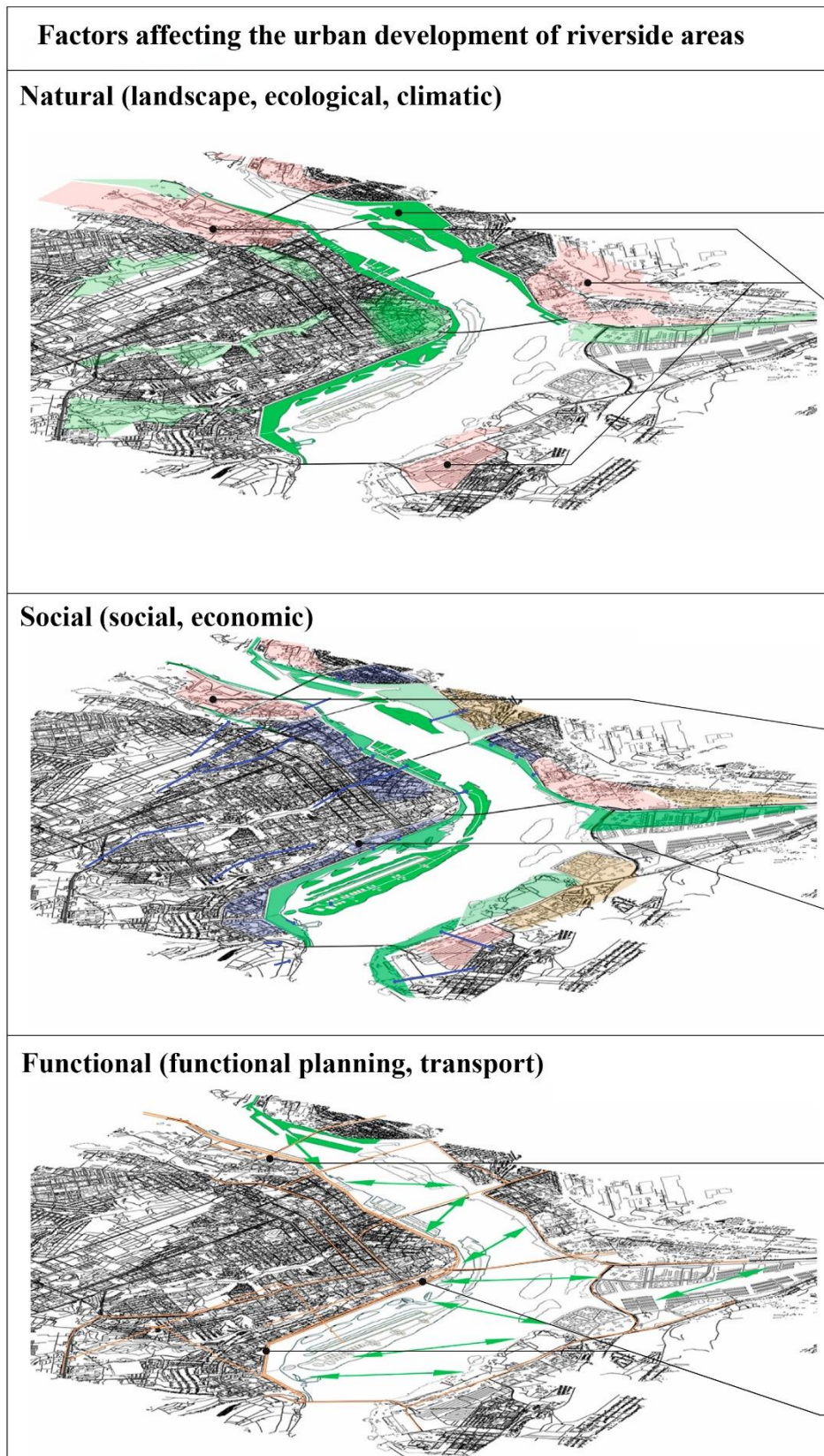


Fig. 2. Factors affecting the urban development of riverside areas. Source: Samoilenko Y.

Ryc. 2. Czynniki wpływające na rozwój urbanistyczny terenów nadrzecznych. Źródło: Samoilenko Y.

Engineering and technical measures for adaptation of cities to flooding are the modernization and expansion of the urban storm sewer system to receive large volumes of water during torrential rainfall and the control of sewer cleaning and maintenance (Massey, E., 2012). Development of a rainwater management system throughout the city: to create reservoirs for its accumulation and use for economic purposes (EEA Report No 2., 2012). Strengthening of the coastal areas of the river and the possibility of responding to changes in the water level. Restoration of wetlands near the city, which in the event of a flood can accumulate a significant amount of water. An increase in the surface area through which water can infiltrate the soil, and an increase in the number of green spaces in cities.

It is necessary to carry out strategic planning in river basins - to prohibit construction in river floodplains and coastal areas, which are zones of potential flooding, and also to move industrial facilities from such zones. For sea and river coastal cities, it is necessary to create controlled flood zones in case of high tides and build dams to regulate the water level in dangerous places (Massey, E., 2012). For cities at risk of inundation due to sea level rise: measures should include direct land inundation control and anti-erosion actions.

5. CONCLUSIONS

This overview describes the most significant impacts of climate change that are expected to shape the future nature and functioning of urban systems. Thus, according to all climate change forecasts, the following should be expected: an increase in air temperature, elimination of climatic seasons, increase in frequency and intensity of heat waves, changes in the amount of precipitation and relative air humidity, increase in intensity and recurrence of spontaneous hydro meteorological phenomena, changes in water resources of the local runoff. Citizens are responsible for mitigating their collective impact on the environment by reducing resource consumption and changing urban planning strategies. In particular, three main vectors of strategic planning within the riverine territories are defined:

- The ecological direction of the rehabilitation of riverside territories is implemented on the basis of the principles: preservation, restoration and development of the natural potential of the territory and the ability of the water body to self-purify; formation of a barrier-free ecological environment;
- The communication direction of the rehabilitation of riverside areas consists in the formation of the main connections of the riverside area with the city, comprehensive renovation and compliance with socio-economic requirements.
- The social direction of the rehabilitation of riverside areas consists in the formation of contact zones and communicative recreational facilities within the water area of the city, which function uniformly and are structural objects of the recreational pedestrian corridor system along the water area.

Reducing the heat islands around water reservoirs will result in less evaporation, and in the event of floods, absorption of part of the water. It is closely related to the removal of hardened surfaces and their replacement with green areas. The greenery should be both low, e.g. grass, and tall, namely trees that protect against the sun and absorb rainwater.

ZMIANY KLIMATU A TERENY NADRZECZNE, NA PRZYKŁADZIE UKRAINY

1. WPROWADZENIE

Miasta ulegają przekształceniom, poszerzają swoje granice i często rozwijają terytoria wzdłuż akwenów wodnych. W ten sposób powstaje zabudowa i zajmuje obszary wysokiego ryzyka, takie jak obszary zalewowe i przybrzeżne. Oczywiście każdy duży akwen ma swoją charakterystykę, cechy związane z regulacją koryt, zmianami poziomu wody podczas powodzi, a także kwestie strategiczne związane z rozwojem miast na dużych rzekach. Od początku XXI wieku pojęcie „bezpieczeństwa wodnego” stało się coraz bardziej rozpowszechnione, a mianowicie dostępność akceptowalnej ilości i jakości wody dla zdrowia, czynności życiowych, ekosystemów i produkcji w połączeniu z akceptowalnym poziomem związanym z wodą. zagrożenia dla ludzi, środowiska i gospodarki oraz pilna potrzeba energooszczędnej infrastruktury i zmieniających się wzorców zużycia zasobów (Haines, A., Kovats, R., 2006). Adaptacja do zmian klimatu w mieście wymaga kompleksowego podejścia i realizacji działań na różnych poziomach. Dla niektórych negatywnych skutków zmian klimatu ważne jest opracowanie systemu monitoringu i wczesnego ostrzegania ludności oraz zarządzania ryzykiem – pozwoli to przynajmniej częściowo zminimalizować szkody spowodowane czynnikami meteorologicznymi. A tworząc ogólny plan adaptacji miasta do zmian klimatu, należy zwrócić uwagę na potencjalnie zagrożone obszary wzdłuż akwenu wodnego i dokonać przeglądu ich zawartości funkcjonalnej. Sformułowanie działań strategicznych i odpowiadającej im polityki urbanistycznej dotyczącej jak najefektywniejszego wykorzystania terenów nadrzecznych pod wpływem negatywnych skutków zmian klimatycznych oraz adaptacji miasta.

Na całym świecie przeprowadzono liczne badania w celu oceny wpływu zmian klimatycznych na zasoby wodne. Konwencjonalne podejścia obejmują tworzenie scenariuszy dla dziennych lub miesięcznych zmiennych hydroklimatycznych z wykorzystaniem danych wejściowych z modelu klimatycznego, a następnie zastosowanie ich do modeli bilansu wodnego w celu zbadania implikacji w skali zlewni rzek (Wilby, R., 2007). Stresy związane ze zmianą klimatu, dłuższe i bardziej dotkliwe susze prawdopodobnie zwiększą ilość wody zużywanej w rolnictwie. Udokumentowano występowanie dużych zakwitów wody, zwłaszcza na obciążonym odcinku Dniepru na Ukrainie. Prawdopodobne jest, że kanalizacja naturalnych odcinków rzek może wpływać na dynamikę przepływu, co w połączeniu z bardziej nieregularnymi warunkami opadowymi i koniecznością zasilania rzek wodą zawartą w zbiornikach spowoduje obniżenie jakości wody. Czynniki zmiany klimatu wyprowadzono dla powodzi projektowych o określonym przedziale nawrotów dla kilku regionów w południowo-zachodnich Niemczech (Wilby, R., 2007). Współczynniki mają zastosowanie tylko do nowych inwestycji i opierają się na zmianach opadów z jednego modelu klimatycznego (ECHAM4) w scenariuszu niskiej emisji. Niemniej jednak uważa się, że jest to znaczący krok naprzód, ponieważ zmiany klimatyczne są obecnie wyraźnie uwzględniane w projektowaniu inżynierskim. Szczegółowa analiza kosztów wykazała również, że dostosowanie istniejących środków ochrony przeciwpowodziowej jest znacznie droższe niż uwzględnienie wpływu zmian klimatycznych na etapie planowania.

Na podstawie wyników prognozowania wskaźników klimatycznych na terenie Ukrainy z wykorzystaniem regionalnego modelu REMO oraz modelu bilansu wodnego zaproponowanego przez specjalistów Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) S.I. Sniżko [6] obliczył prognozowane charakterystyki przepływu wód na terenie Ukrainy w XXI wieku i stwierdził, że w obecnym stuleciu dla większości regionów administracyjnych Ukrainy będzie obserwowany spadek przepływu wód powierzchniowych, co jest związane z ociepleniem (wzrost temperatury powietrza przy powierzchni, wzrost parowania) i spadek ilości opadów atmosferycznych. Jak zauważył I.F. Buksza, że wielkość opadów atmosferycznych na terenie Ukrainy nie zmieniła się znacząco, ale istotnie zmienił się charakter i intensywność ich opadów, mianowicie w ciągu kilku godzin spada o połowę lub miesięczna prędkość opadów (Buksha, I., 2009).

2. MATERIAŁ I METODY

Główne metody jakimi były prowadzone badania to analiza i konstrukcja logiczna źródeł literaturowych i raportów. Przeprowadzone były również badania terenowe, obserwacyjne. Użyto także metody badania dokumentów. Wykorzystano do przedstawienia analiz związanych z czynnikami wpływającymi na rozwój urbanistyczny terenów nadrzecznych symulacje komputerowe.

3. ANALIZA HISTORYCZNA

Zmiana klimatu prawdopodobnie zmieni przepływ wody w rzekach, co ma istotne implikacje dla wykorzystania wody w korytach rzek, zwłaszcza dla wytwarzania energii wodnej. Ocenę konsekwencji dla hydroenergetyki w Europie przeprowadzono przy użyciu modelu hydrologicznego w makroskali (ryc. 1). Wyniki pokazują, że do lat 70-tych potencjał energetyczny elektrowni wodnych wzrosł w Skandynawii pod koniec XX wieku o 15-30%, a prawie 100% energii elektrycznej pochodzi z hydroelektrowni. W przypadku Portugalii, Hiszpanii, Ukrainy i Bułgarii, gdzie obecnie od 10% do 39% energii elektrycznej pochodzi z hydroenergetyki, przewiduje się spadek potencjału hydroenergetycznego o 20–50%. Generalnie dla Europy, gdzie udział hydroenergetyki w produkcji energii elektrycznej wynosi 20%), do lat 70. przewiduje się spadek potencjału hydroenergetyki o 7-12% (Roaf, S., Crichton, D., 2009).

Zmiany klimatyczne wpływają na materialną infrastrukturę miasta – budynki, drogi, kanalizację i energetykę, a to z kolei wpływa na sposób życia jego mieszkańców i ich samopoczucie. Oczekuje się znacznego zniszczenia zasobów mieszkaniowych i administracyjnych budynków w przypadku wzrostu liczby klęsk żywiołowych i katastrof związanych ze zmianami klimatu. Z tego punktu widzenia powódź uważana jest za najbardziej destrukcyjną i kosztowną. Według organizacji ds. zmian klimatu (RGNUOVIK) (Snezhko, S., Kuprikov, I., 2012). Główne potencjalne negatywne konsekwencje, które mogą wystąpić w miastach to: stres cieplny; powódź; zmniejszenie powierzchni i zaburzenia składu gatunkowego miejskich stref zieleni; spontaniczne zjawiska hydrometeorologiczne; spadek ilości i pogorszenie jakości wody pitnej; wzrost liczby chorób zakaźnych i objawów alergicznych; zakłócenie normalnego funkcjonowania miejskich systemów energetycznych.

4. ANALIZA PROWADZĄCA DO USTALENIA CZYNNIKÓW WPLÝWAJĄCYCH NA ROZWÓJ URBANISTYCZNY TERENÓW NADRZECZNYCH

Istnieje ciągła potrzeba poprawy gotowości i przewidywania zagrożeń klimatycznych, takich jak intensywność wzrostu temperatury, zmiany poziomu wody i zanieczyszczenie powietrza, aby zapewnić ludziom komfort i zdrowie. Prognozy długoterminowe będą wymagały lepszej charakterystyki antropogenicznych źródeł ciepła i sprzężeń zwrotnych powierzchni ziemi z klimatem warstwy granicznej. Wyznaczono obszary struktury obszarów nadbrzeżnych potencjalnie narażonych na zmiany klimatu: obszary o gęstej zabudowie bez terenów rekreacyjnych w obrębie strefy nadbrzeżnej, obszary przemysłowe, których technologia wymaga kontaktu z obszarem wodnym oraz czynniki wpływające na rozwój urbanistyczny obszarów nadbrzeżnych (ryc. 2). Czynniki urbanistyczne obejmują: funkcjonalną, która określa zespół funkcji odpowiadających pozycji terytoriów w strukturze przestrzeni; sanitarno-higieniczny, analizuje zgodność z normami sanitarno-higienicznymi, poprawę mikroklimatu w mieście, stopień zaopatrzenia ludności w tereny rekreacyjne nad wodą; estetyczne, określa rolę krajobrazu nadbrzeżnego w strukturze urbanistycznej na poziomie makro, jako czynnik harmonizujący środowisko miejskie, kształtujący wizerunek miasta; czynnik kompozycyjno-planistyczny uwzględnia aspekty dostępności frontu nadmorskiego, poziom komfortu pobytu. Czynniki przyrodnicze obejmują: warunki przyrodniczo-klimatyczne, cechy krajobrazu terenu, rodzaj i strukturę sieci hydrograficznej, charakter krajobrazu.

Efektywność funkcjonowania kompleksowego zintegrowanego zarządzania ekosystemami wodnymi powinna być oceniana przez pryzmat jej trzech kluczowych aspektów: społecznego, ekologicznego i ekonomicznego. Społeczny aspekt gospodarowania zasobami wodnymi polega na zdolności systemu do zaspokojenia podstawowych wymagań ludzi w zakresie dostępności wody wysokiej jakości

do zaspokojenia potrzeb pitnych i zagwarantowania zaopatrzenia w wodę głównych sektorów gospodarki. W celu zapewnienia społecznej akceptowalności koniecznych decyzji i ewentualnych kompromisów ważne jest znalezienie skutecznych sposobów udziału społeczeństwa w procesach planowania i podejmowania decyzji. Ekologiczny aspekt gospodarowania zasobami wodnymi implikuje konieczność uwzględnienia wymagań ekosystemu w celu spełnienia warunków naturalnego, rozszerzonego odtwarzania przepływu lokalnego (Khvesyuk, M., Levkovska, L., Mandzyk V., 2021).

Tereny zielone są ważnymi elementami krajobrazu miejskiego, nie tylko w celu przeciwdziałania miejskiej wyspie ciepła (UHI), zmniejszenia ryzyka powodziowego, poprawy jakości powietrza i promowania rozwoju siedlisk. Jednym z dość rozwiniętych kierunków planowania przestrzennego jest projektowanie ram ekologicznych lub przyrodniczych, które pełnią funkcje stabilizujące środowisko i rekreacyjne, a także regulują bilans wodny terytorium i kompensują skutki lokalnych zmian klimatu. Dostępne są również narzędzia, które pomogą rozwiązać niektóre z najgorszych skutków. W szczególności projektowanie i planowanie budynków dostosowane do klimatu, unikanie obszarów wysokiego ryzyka poprzez bardziej rygorystyczne kontrole budynków, uwzględnianie zmian klimatycznych w normach inżynierskich stosowanych do ochrony przeciwpowodziowej i systemów zaopatrzenia w wodę lub odkładanie terenów zielonych na potrzeby chłodzenia miejskiego i tłumienia powodzi (Snezhko, S., Kuprikov, I., 2012).

Środki inżyniersko-techniczne mające na celu przystosowanie miast do powodzi to modernizacja i rozbudowa miejskiej sieci kanalizacji deszczowej do przyjmowania dużych ilości wody podczas ulewnych opadów oraz kontrola czyszczenia i konserwacji kanalizacji (Massey, E., 2012). Rozwój systemu gospodarowania wodami opadowymi na terenie miasta: stworzenie zbiorników do ich gromadzenia i wykorzystania w celach gospodarczych (EEA Report No 2., 2012). Wzmocnienie obszarów przybrzeżnych rzeki i możliwość reagowania na zmiany poziomu wody. Rekultywacja terenów podmokłych w pobliżu miasta, które w przypadku powodzi mogą gromadzić znaczne ilości wody. Zwiększenie powierzchni przenikania wody do gleby oraz zwiększenie ilości terenów zielonych w miastach.

Niezbędne jest przeprowadzenie planowania strategicznego w dorzeczach – zakazanie budowy na rzecznych terenach zalewowych i przybrzeżnych, które są strefami potencjalnego powodzi, a także przenoszenie obiektów przemysłowych z takich stref. W przypadku miast nadmorskich konieczne jest tworzenie stref kontrolowanych powodzi na wypadek przypiływów oraz budowa tam, które regulują poziom wody w miejscach niebezpiecznych (Massey, E., 2012). W przypadku miast zagrożonych zalaniem z powodu wzrostu poziomu morza: środki powinny obejmować bezpośrednią kontrolę zalewania gruntów i działania przeciwerozyjne.

5. WNIOSKI

W niniejszym przeglądzie opisano najistotniejsze skutki zmiany klimatu, które, jak się oczekuje, będą kształtować przyszły charakter i funkcjonowanie systemów miejskich. Tak więc, zgodnie ze wszystkimi prognozami zmian klimatu, należy spodziewać się: wzrostu temperatury powietrza; eliminacja sezonów klimatycznych; wzrost częstotliwości i intensywności fal upałów; zmiany ilości opadów i wilgotności względnej powietrza; wzrost intensywności i nawrotów spontanicznych zjawisk hydrometeorologicznych; zmiany zasobów wodnych lokalnego spływu. Obywatele są odpowiedzialni za łagodzenie swojego wspólnego wpływu na środowisko poprzez ograniczanie zużycia zasobów i zmianę strategii planowania urbanistycznego. W szczególności zdefiniowano trzy główne wektory planowania strategicznego na terytoriach nadrzecznych:

- Ekologiczny kierunek rekultywacji terenów nadrzecznych realizowany jest w oparciu o zasady: zachowania, odtworzenia i rozwoju naturalnego potencjału terenu i zdolności akwenu do samooczyszczania; tworzenie środowiska ekologicznego bez barier;
- Kierunek komunikacyjny rehabilitacji terenów nadrzecznych polega na ukształtowaniu głównych połączeń obszaru nadrzecznego z miastem, kompleksowej renowacji i spełnieniu wymagań społeczno-gospodarczych.

- Społeczny kierunek rekultywacji terenów nadrzecznych polega na utworzeniu w obszarze wodnym miasta stref kontaktu i komunikacyjnych obiektów rekreacyjnych, które funkcjonują jednocześnie i są obiektami konstrukcyjnymi układu rekreacyjnego korytarza pieszego wzdłuż akwenu wodnego.

Zmniejszenie wysp ciepła wokół zbiorników wodnych, spowoduje mniejsze parowanie, a w czasie powodzi pochłanianie części wody. Wiąże się to ściśle z likwidacją powierzchni utwardzonych, a zastąpienie ich terenami zieleni. Zieleń powinna być zarówno niska np. trawa, jak i wysoka czyli drzewa, które chronią przed słońcem i pochłaniają wody opadowe.

REFERENCES

- Buksha, I. (2009) *Climate change and forestry of Ukraine, Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. Place of edition: Lviv, RNV NLTU of Ukraine, 7. pp. 11–17.
- EEA Report No 2.(2012). *Urban adaptation to climate change in Europe // Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*. E-book library [online]. Available at: (<https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change> DOI:10.2800/41895 (Accessed: 03-07-2022).
- Haines, A., Kovats, R. (2006) *Climate change and human health: impacts, vulnerability, and public health*. *Lancet*, pp.360- 367, DOI: 10.1016/j.puhe.2006.01.002
- Khvesyuk, M., Levkovska, L., Mandzyk V. (2021) 'Water policy strategy of Ukraine: prospects for implementation', *Economics of nature conservation and sustainable development*, 10(29), pp. 6-15, DOI: [https://doi.org/10.37100/2616-7689.2021.10\(29\)](https://doi.org/10.37100/2616-7689.2021.10(29)).
- Massey, E. (2012) *Experience of the European Union in adaptation to climate change and its application in Ukraine*. Bureau of the OSCE Economic and Environmental Coordinator. *E-book library* [online]. Available at: <https://www.osce.org/files/f/documents/a/9/93311.pdf> (Accessed: 03-07-2022).
- Roaf, S., Crichton, D. (2009) *Adapting Buildings and Cities for Climate Change: A 21st Century Survival Guide*, 2nd edn. Place of edition: Elsevier, Oxford, UK, pp. 380-385.
- Snezhko, S., Kuprikov, I. (2012) 'Estimation of changes in the water flow of Ukrainian rivers based on water balance models'. *Physical geography and geomorphology*. 2(66). pp.157–161. *E-book library* [online]. Available at: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/2014/07/Ukraine_cc_RUS.pdf (Accessed: 04-07-2022).
- Wilby, R. (2007) 'Review of Climate Change Impacts on the Built Environment', *Built Environment*, 33(1), pp.31-45 DOI:10.2148/benv.33.1.31

AUTHOR'S NOTE

Lecturer at the Department of Architectural Design and Urban Planning, who defended her dissertation in 2021 on the topic "Principles and methods of rehabilitation of riverside areas". The sphere of scientific interests is the renovation of industrial territories, the creation of a comfortable and sustainable urban space.

O AUTORZE

Wykładowca w Katedrze Projektowania Architektonicznego i Urbanistyki, która w 2021 roku obroniła pracę doktorską na temat „Zasady i metody rekultywacji terenów nadrzecznych”. Sferą zainteresowań naukowych jest renowacja terenów przemysłowych, tworzenie komfortowej i zrównoważonej przestrzeni miejskiej.

Contact | Kontakt: jsamoilik@gmail.com