

Wskaźniki jednostkowego zużycia wody w gospodarstwach domowych w świetle ostatnich badań prowadzonych w Polsce

Individual water consumption indicators in households in the light of recent research conducted in Poland

MICHAŁ SIEROCIŃSKI, MARIAN KWIETNIEWSKI, DARIUSZ KOWALSKI

DOI 10.36119/15.2025.6.4

Artykuł zawiera przegląd polskiej literatury z zakresu badań zużycia wody w gospodarstwach domowych w Polsce z ostatnich 22 lat. Celem artykułu jest wykazanie konieczności prowadzenia cyklicznych badań tych wskaźników w skali całego kraju, z wykorzystaniem ujednoczonej metodologii, z uwzględnieniem wielkości jednostek osadniczych, rodzaju zabudowy i wyposażenia sanitarnego mieszkań. Bazując na dokonanych przeglądzie autorzy wskazują na postępujące zmiany wielkości jednostkowego zużycia wody w gospodarstwach domowych oraz na brak dostosowania do tych zmian obowiązujących wytycznych i przepisów prawnych. Dokonane porównania autorzy uzupełnili prezentacją wyników własnych badań zużycia wody w gospodarstwach domowych w zabudowie jedno- i wielorodzinnej, przeprowadzonych w 20-tysięcznym mieście w południowej Polsce.

Słowa kluczowe: gospodarstwa domowe, zapotrzebowanie na wodę, wskaźniki jednostkowe, przegląd, 2000-2024

The article reviews the Polish literature on household water consumption surveys in Poland from the last 22 years. The purpose of the article is to demonstrate the need for cyclic surveys of these indicators nationwide, using a unified methodology, taking into account the size of settlement units, the type of development and the sanitary facilities of dwellings. Based on the review, the authors point out the progressive changes in the volume of unit water consumption in households and the lack of adaptation to these changes of the existing guidelines and legislation. The comparisons made were supplemented by the authors' presentation of the results of their own research on water consumption in single – and multi-family households, conducted in a city of 20,000 people in southern Poland.

Keywords: households, water demand, unit indicators, review, 2000-2024

Wprowadzenie

Szacowanie wielkości zapotrzebowania na wodę stanowi pierwszy i jeden z najważniejszych etapów projektu rozwojowego czy modernizacyjnego systemu zaopatrzenia w wodę (SZW). Wykorzystywane na tym etapie wskaźniki jednostkowego zużycia wody, obok współczynników nierównomierności jej poboru i liczby mieszkańców, są podstawą szacowania zapotrzebowania na wodę. Aktualność wskaźników jest zatem kluczowa dla właściwego planowania rozwoju czy modernizacji SZW. Pomimo tego oczywistego faktu, brak jest obecnie wiarygodnych standardów dotyczących jednostkowego zużycia wody, które odzwierciedlałyby z jed-

nej strony potrzeby odbiorców wody a z drugiej wychodziły naprzeciw oczekiwaniom projektantów i planistów SZW. Środowisko branżowe od lat wskazuje na potrzebę weryfikacji i aktualizacji powyższych wskaźników. Z konieczności wykorzystywane są wartości podane w starych Wytycznych do programowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych [37] a także wartości rekomendowane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury wydanym w 2002 r. [33]. Należy tutaj podkreślić, iż rozwiązanie tego problemu jest trudnym i złożonym wyzwaniem. Problem dotyczy bowiem wielu różnych grup odbiorców wody. Wystarczy wymienić chociażby te najważniejsze jak gospodarstwa domowe, przemysł,

rolnictwo, usługi, komunikacja czy pielęgnacja zieleni. Dodatkowo na wielkość i zmienność zużycia wody, w szczególności w gospodarstwach domowych wpływa wiele czynników, które generalnie można podzielić na 3 grupy [19, 24]: przyrodnicze i środowiskowe, społeczne i techniczne. Uwzględnienie szerokiej gamy czynników w ustalaniu wiarygodnych standardów dla jednostkowych wskaźników zużycia wody wymaga opracowania odpowiedniego programu i następnie przeprowadzenia szeroko zakrojonych badań poborów wody w różnych grupach odbiorców i w rzeczywistych warunkach funkcjonowania wodociągów.

Tymczasem są podejmowane prace z zakresu rozpoznania i analizy baz

mgr inż. Michał Sierociński – Biuro Ochrony Środowiska Urzędu m.st. Warszawy. Warszawa, sierocinskimichal01@gmail.com
prof. dr hab. inż. Marian Kwietniewski <https://orcid.org/0000-0003-1696-6611> – Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków. Warszawa,
Autor korespondencyjny / Corresponding author: marian.kwietniewski@pw.edu.pl
dr hab. inż. Dariusz Kowalski prof. PL <https://orcid.org/0000-0001-9929-1626> – Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Zaopatrzenia w wodę i Usuwania Ścieków. Lublin, d.kowalski@pollub.pl

danych z systemów Zdalnego Odczytu Wodomierzy (ZOW), których celem jest stworzenie wzorców poborów wody w poszczególnych grupach odbiorców dedykowanych modelowaniu dynamicznemu pracy sieci wodociągowych [31].

W niniejszym artykule rozważania ograniczono do gospodarstw domowych jako tej grupy odbiorców, która jest bardzo wrażliwa na zaspokajanie potrzeb wodnych. Celem artykułu jest dokonanie przeglądu polskiej literatury obejmującego lata 2002-2024 i dotyczącego wartości wskaźników jednostkowego zużycia wody przez tę grupę odbiorców. Dokonano porównania wartości tych wskaźników z obowiązującymi w Polsce wytycznymi i aktem prawnym. Biorąc pod uwagę wykazane różnice metodologiczne określania oraz same wartości uzyskiwanych wskaźników, w artykule wskazano na celowość prowadzenia cyklicznych, skoordynowanych i obejmujących cały kraj badań ukierunkowanych na określenie wartości tych wskaźników.

Jako podstawę prezentacji przyjęto dostępne materiały źródłowe jak i niepublikowane raporty z badań, takich jak Raporty z Benchmarkingu przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce w latach 2014-2018 [2-5] udostępnione przez Izbę Gospodarczą „Wodociągi Polskie”. Dokonany w artykule przegląd obejmuje wyniki badań z ostatnich 22 lat od roku 2002, kiedy zostało wdrożone Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie przeciętnych norm zużycia wody [33]. W końcowej części artykułu zaprezentowano wyniki własnych badań zużycia wody w gospodarstwach domowych zlokalizowanych w zabudowie jedno i wielorodzinnej wybranego 20-tysięcznego miasta na południu Polski.

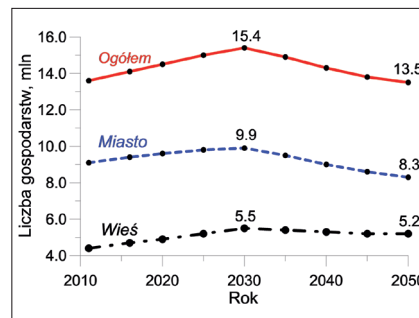
Gospodarstwa domowe w Polsce

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego [32], liczba gospodarstw domowych w roku 2021 wynosiła ok. 12,5 mln, przy całkowitej liczbie ludności kraju ok. 37,6 mln., w tym ok. 8 mln stanowiły gospodarstwa w miastach i ok. 4 mln gospodarstwa w ośrodkach wiejskich. Przeprowadzony spis powszechny wykazał, że dominują gospodarstwa jedno – i dwuosobowe, a najmniej liczną grupą są gospodarstwa co najmniej pięciosobowe. Na uwagę zasługuje też fakt, iż największą liczbę mieszkań (ok. 38%) wybudowano w latach 60-80 ubiegłego wieku.

Choć mieszkania w miastach były i są nadal nieco lepiej wyposażone w instalacje i urządzenia sanitarne to, jak wynika

z danych GUS [20], różnice te systematycznie się zacieraają. Wiąże się to ze znaczną poprawą dostępności do bieżącej wody mieszkańcom miast i wsi. W gospodarstwach domowych w miastach tylko w ok 0,2% mieszkańców brak jest instalacji wody zimnej i w ok. 0,7% mieszkańców, instalacji wody ciepłej [10]. Podobnie wysoki standard w zakresie zaopatrzenia w wodę obserwuje się w jednostkach wiejskich. W gospodarstwach domowych na tych terenach, w roku 2022, w instalacje wodociągowe wyposażonych było 96% mieszkańców, 88,2% gospodarstw posiadało łazienkę, a 90,8% ustęp [21,23]. W XXI wieku obserwowany jest w naszym kraju trend zmiany miejsca zamieszkania z miast na wieś lub do dalekich przedmieść, co zmienia funkcje zarówno miast jak i samych wsi [35].

Ciekawe są prognozy dotyczące zmiany liczby gospodarstw domowych w kraju opracowane do roku 2050 (rys. 1). Według danych GUS [29], do roku 2030 przewiduje się systematyczny wzrost liczby gospodarstw domowych, zarówno w miastach jak i w ośrodkach wiejskich. Natomiast w następnych 20-tu latach prognozowany jest spadek liczby gospodarstw domowych w miastach zaś na terenach wiejskich przewiduje się dalszy wzrost liczby gospodarstw domowych. Dane przedstawione na rys. 1 wykazują również systematyczny przyrost udziału gospodarstw domowych na terenach wiejskich w stosunku do gospodarstw



Rys. 1. Prognozy zmian liczby gospodarstw domowych w Polsce w latach 2011 – 2050 [29]
Fig. 1. Forecasts of changes in the number of households, mln, in Poland in the years 2011 – 2050 [29]

w miastach. Na początku analizowanego okresu (2011 r.) gospodarstwa domowe na wsi stanowiły ok. 55%, a w roku 2050 prognozuje się wzrost ich udziału do ok. 62%. Potyra i Waligórska [29] zauważają ponadto, iż średnia liczba osób przypadających na jedno gospodarstwo będzie się zmniejszać w najbliższych latach (z 2,71 osoby/gospodarstwo w 2016 r.

do 2,40 osoby/gospodarstwo w 2030 r.). W 2050 roku liczba ta powinna się ustabilizować na poziomie ok. 2,5 osoby/gospodarstwo.

Powyższe dane pokazują, że z uwagi na dużą liczbę gospodarstw domowych są one jednym z kluczowych wielkościowo odbiorców wody i powinny być objęte systematycznymi i szeroko zakrojonymi badaniami.

Krajowe standardy w zakresie jednostkowego zapotrzebowania na wodę w gospodarstwach domowych

Ostatnie standardy określające przeciętne jednostkowe zużycie wody zostały opublikowane w dwóch dokumentach:

1. Wytyczne do programowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych, wydane przez Instytut Kształtowania Środowiska w 1978r. [41] a następnie zatwierdzone przez Departament Gospodarki Komunalnej Ministerstwa Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska w 1983 r. [42]. Wytyczne te były pięciokrotnie nowelizowane, a ostatnia wersja została opublikowana w roku 1991 [37].
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody [33].

Wytyczne [37] obejmują wartości wskaźników jednostkowego zapotrzebowania na wodę oraz wartości współczynników nierównomierności poboru wody. Wielokrotne nowelizacje obejmowały jedynie wartości wskaźników jednostkowego zapotrzebowania na wodę, pozostawiając wartości współczynników nierównomierności poboru wody na niezmiennym poziomie. Docelowo Wytyczne były zalecane do obliczania zapotrzebowania na wodę w miastach o charakterze wielofunkcyjnym, liczących do 500 tys. mieszkańców w okresie perspektywicznym. Nie opracowano ich z myślą o obliczaniu zapotrzebowania na wodę na terenach wiejskich. Wartości takich wskaźników podano w odrębnych, już wycofanych przepisach [43]. Wytyczne nie obejmowały też rekomendacji do obliczania zapotrzebowania na wodę w budynkach, dla których ma zastosowanie inna metodyka określania zapotrzebowania. Warto też zauważyć, że w Wytycznych zdefiniowano okres perspektywiczny jako horyzont czasowy do 2000 roku, po którym zakładano wzrost zapotrzebowania na wodę średnio w wysokości 0,5% rocznie.

Opublikowane w 2002 r. Rozporządzenie [33] nie zostało dotychczas znawelizowane. Obejmuje ono jedynie przeciętne wartości wskaźników jednostkowego zużycia wody dla ustalonych grup odbiorców, w tym także dla gospodarstw domowych. Należy jednak zaznaczyć, iż wartości wskaźników zawarte w Rozporządzeniu opracowane zostały dla potrzeb obliczania ilości wody pobranej z wodociągu przez odbiorców nie posiadających wodomierzy, czyli w sytuacji, gdy nie jest mierzone zużycie wody.

Choć oba wymienione wyżej dokumenty są powszechnie znane, warto przytoczyć zawarte w nich wartości wskaźników jednostkowego zapotrzebowania na wodę dla gospodarstw domowych. Wartości te będą stanowiły podstawę analizy porównawczej z wynikami badań przedstawionymi w dalszej części artykułu.

Wytyczne [37] definiują potrzeby gospodarstw domowych w zależności od wielkości jednostki osadniczej oraz standardu wyposażenia mieszkań w urządzenia sanitarne (tab. 1 i 2).

Warto dodać, iż podane w tab. 2 wartości jednostkowych wskaźników zapotrzebowania na wodę uwzględniają także

Tab. 3. Przeciętne normy jednostkowego zużycia wody na jednego mieszkańca i dobę w gospodarstwach domowych w zależności od standardu wyposażenia mieszkań w instalacje i urządzenia sanitarne [33]

Table 3. Average standards of individual water consumption per capita and day in households depending on the standard of equipment of apartments with sanitary installations and devices [33]

Standard wyposażenia	Wyposażenie mieszkania w instalacje i urządzenia sanitarne	Przeciętne normy jednostkowego zużycia wody $\text{dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$
1	Wodociąg bez ubikacji i łazienki (brak kanalizacji), pobór wody ze źródła podwórzowego lub ulicznego	30
2	Wodociąg, ubikacja bez łazienki	50* -60
3	Wodociąg, zlew kuchenny, wc, brak łazienki i ciepłej wody	70* -90
4	Wodociąg, ubikacja, łazienka, lokalne źródło ciepłej wody (piecyk węglowy, gazowy – gaz z butli, elektryczny, bojler)	80* -100
5	Wodociąg, ubikacja, łazienka, dostawa ciepłej wody do mieszkania (z elektrociepłowni, kotłowni osiedlowej lub blokowej)	140* -160

* Wartości niższe odnoszą się do budynków podłączonych do zbiorników bezodpływowych na terenach nieskanalizowanych.

* Lower values refer to buildings connected to septic tanks in areas without sewage system.

straty wody w instalacjach wewnętrznych, które przewidziano na poziomie ok. 20% w zabudowie wielorodzinnej oraz ok. 10-15% w zabudowie jednorodzinnej.

Rozporządzenie [33] definiuje potrzeby gospodarstw domowych jedynie w zależności od standardu wyposażenia mieszkań w urządzenia sanitarne (tab.3). W dokumencie tym nie wyróżnia się zabudowy jedno i wielorodzinnej, ani też miejskiej i wiejskiej.

Urealnienie po 1990 roku cen wody oraz przyspieszony rozwój technologicz-

ny i gospodarczy spowodowały, że jednostkowe zużycie wody w gospodarstwach domowych znacząco zmniejszyło się [24]. Stąd też potrzeba porównania zalecanych standardów z wynikami badań aktualnego zużycia wody w tej kategorii odbiorców, prowadzonych w ostatnich 20 latach.

Przegląd wyników badań nad wskaźnikami jednostkowego zużycia wody (WJZW) w gospodarstwach domowych w Polsce w analizowanym okresie

Jedne z pierwszych wyników badań przeprowadzonych w analizowanym okresie opublikowali Tuz i wsp. [39]. Zespół ten bazował na wynikach rejestracji zużycia wody prowadzonych przez Wodociągi Białostockie, a rejestracje obejmowały budynki wielorodzinne. Uzyskane wskaźniki jednostkowego zużycia wody (WJZW) Autorzy określili na poziomie $105 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Tuz i Dawidowicz (2005) [38] przedstawili też wyniki badań WJZW dla domu jednorodzinnego wyposażonego zgodnie z kategorią 4 wg Rozporządzenia [33]). Wartość uzyskanego WJZW wyniosła tylko $58,6 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Bazując na danych GUS z 2003 r. Gorczyca [12] określił WJZW w wysokości $108 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w miastach oraz $63 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ na wsi.

Korzystając z danych lokalnych przedsiębiorstw wodociągowych z lat 1995-2004 Pasela i Klugiewicz [25] oszacowali WJZW w 4 największych miastach woj. kujawsko-pomorskiego. Wykazali, iż średnia wartość tego wskaźnika spadła w ciągu blisko 10. lat ze 150 (1995 r.) do $100 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ (2004 r.).

Chudzicki i Sołoduskiewicz [9] na bazie własnych badań przeprowadzonych w Warszawie, w 2006 r., w 6. budynkach wielorodzinnych oszacowali wartość WJZW na poziomie $106 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Tab. 1. Wskaźniki scalone jednostkowego średniego dobowego zapotrzebowania na wodę dla mieszkalnictwa w okresie perspektywicznym* w zależności od wielkości jednostki osadniczej [37]**

Table 1. Integrated indicators of the average daily demand for water for housing in the prospective period* depending on the size of the settlement unit [37]**

Wielkość jednostki osadniczej [tys. mieszkańców]	do 20	21-50	51-100	101-500
Wskaźnik, ($\text{dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$)	215	230	240	255

* 2000 r.,

** w tej klasyfikacji w Wytycznych podano dodatkowo wartość wskaźnika dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców w wysokości $280 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

* 2000,

** in this classification, the Guidelines additionally provide an indicator value for cities with more than 500 thousand inhabitants of $280 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Tab. 2. Wskaźniki jednostkowego średniego dobowego zapotrzebowania na wodę w gospodarstwach domowych w okresie perspektywicznym* w zależności od wielkości jednostki osadniczej oraz standardu wyposażenia mieszkań w instalacje i urządzenia sanitarne [37]**

Table 2. Indicators of the average daily water demand in households in the prospective period* depending on the size of the settlement unit and the standard of equipping apartments with sanitary installations and devices [37]**

Klasa	Standard wyposażenia mieszkań w urządzenia sanitarne	Średnie jednostkowe zapotrzebowanie dobowe ($\text{dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$)
I Budynki wielorodzinne,	Mieszkania wyposażone w wodociąg, kanalizację, w.c. i łazienkę – z centralną dostawą ciepłej wody	300
II Budynki wielorodzinne,	Jak wyżej – lecz z lokalnym urządzeniem do podgrzewania wody	250
III Budynki jednorodzinne	Mieszkania wyposażone w wodociąg, kanalizację /sieciovą/, w.c. i łazienkę – z centralną dostawą ciepłej wody	200
IV Budynki jednorodzinne	Jak wyżej – lecz z lokalną kanalizacją	150
V Budynki jednorodzinne	Pozostałe mieszkania – z niepełnym wyposażeniem w urządzenia sanitarne	50-150

* 2000 r.,

** w tej klasyfikacji podano dodatkowo wartości współczynników nierównomierności rozborów wody w zabudowie wielorodzinnej dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców w wysokości $N_d = 1,3$ i $N_h = 1,4$.

* 2000,

** this classification additionally provides values of the coefficients of uneven water distribution in multi-family buildings for cities with more than 500 thousand inhabitants at the level of $N_d = 1.3$ and $N_h = 1.4$.

W tym samym roku zespół Heidricha [14], bazując na danych GUS oszacował wartość JWZW dla woj. mazowieckiego w wysokości $138 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ dla miast oraz $95 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ dla wsi.

Także w roku 2006 Pawełek i Kaczor [27] zaprezentowali wyniki badań z lat 1997-2004 prowadzonych dla wybranego budynku jednorodzinne w Krakowie. Oszacowany przez nich JWZW wzrósł w tym czasie ze $135,5 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ (1997 r.) do $148,1 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ (2004 r.).

Szopińska i Pasela [36] przedstawili w 2009 r. wyniki własnych badań prowadzonych dla 8 budynków wielorodzinnych w Bydgoszczy, w latach 2000-2005. W swoim artykule wykazali, że na przestrzeni 6 lat JWZW zmniejszył się z $88,38$ do $76,32 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$. W tym samym roku Szopińska [35] przedstawiła też wyniki badań prowadzonych w 6. budynkach wielorodzinnych w Bydgoszczy w latach 2002-2005. Badania te wykazały, że JWZW wzrósł w tym okresie z $94,1$ do $103,4 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

W roku 2009 Bugajski i Satora [8] przedstawili wyniki badań nad wielkością i zmiennością zużycia wody na podstawie odczytów z wodomierzy w latach 2005-2007 w 30 budynkach jednorodzinnych, a także 30 mieszkań w bloku, znajdujących się na terenie Olkusza. Wartości JWZW oszacowali na poziomie $75,96 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w budynkach jednorodzinnych i $87,78 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w budynkach wielorodzinnych.

Znacznie bardziej obszerną pracę zaprezentowały w 2010 r. Kłoss-Trębaczkiwicz i Osuch-Pajdzińska [17]. Wykorzystując dane GUS autorki oszacowały zużycie wody w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, w latach 2005-2008. Określony przez autorki JWZW zawierał się w granicach od $101 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ do $157 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w 2005 r. oraz od $96 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ do $143 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w 2008 r.

Korzystając z udostępnionych danych obejmujących produkcję i sprzedaż wody Budziłło [7] oszacowała JWZW dla 14 miast południowej Polski. Średnia wartość tego współczynnika wyniosła $93,7 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Żuchowicki i Kuczyński [45] zrealizowali w latach 2006-2008 badania zużycia wody w osiedlu domów wielorodzinnych. Oszacowali oni JWZW na poziomie $115 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w 2006 oraz $95 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2008.

Puskarewicz [30] przedstawiła w 2010 r. wyniki badań zrealizowanych w 2006 r. w dwóch osiedlach mieszkaniowych w Krośnie. W pierwszym osiedlu, wyposażonym zgodnie z kategorią 4 wg

Rozporządzenia [33] JWZW wyniósł $75 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$, zaś w drugim (kategoria 5 wg tego Rozporządzenia) $105 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Żuchowicki i Teliga [47] bazując na danych z produkcji wody oszacowali JWZW dla gospodarstw domowych w Pile w latach 1995-2005. Określona przez nich wartość wskaźnika spadła w badanym okresie ze $151 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ do $103 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Wielkość zużycia wody w gospodarstwach domowych na wsi badały też Kłoss-Trębaczkiwicz i Osuch-Pajdzińska [18]. Bazując na danych GUS z lat 2000, 2005 i 2009 autorki uzyskały wartość uśrednioną JWZW na poziomie $91 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$. Warto zauważyć, że wartość ta zmieniała się w zależności od liczby mieszkańców wsi.

Mikołajczyk [22], wykorzystując dane GUS badała zużycie wody w gospodarstwach domowych w gminach na terenie powiatu płockiego w latach 2006-2009. Wyznaczona średnia wartość JWZW wyniosła $94,6 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2006 i $79,4 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2009.

Bazując na danych 426 wodociągów wiejskich oraz miejsko-wiejskich, udostępnionych przez lokalne przedsiębiorstwa wodociągowe, Bergel [6] oszacował JWZW w 2013 r., w wysokości $81,3 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$. Dodatkowo autor wykazał, że wartość maksymalna wskaźnika dla pojedynczego wodociągu wiejskiego (poniżej 1000 M) osiągnęła poziom $216,7 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Badania zużycia wody w 43 gospodarstwach domowych osiedla domów jednorodzinnych w latach 2005-2010 przedstawili Żuchowicki i Gawin [44]. Oszacowane przez nich wartości JWZW spadły ze $148,08 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2005 do $106,04 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2010.

Usidus i Litewka [40] zaprezentowali w 2013 r. wyniki badań zużycia wody w Ustce, w latach 2004-2010. Uśrednione wartości JWZW, z pominięciem okresu sezonu turystycznego, spadły ze $148 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2004 do $118 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2010.

Wyniki badań prowadzonych w częstochowskim osiedlu domów jednorodzinnych, w latach 2010-2011 opublikował Kępa wraz z zespołem [16]. Wyznaczony przez nich JWZW wyniósł $95 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Bajer i Iwanejko [1] przedstawili w 2014 r. analizę zużycia wody w latach 1998-2008 przeprowadzoną dla 7 miast liczących 20-50 tys. mieszkańców oraz 4 liczących powyżej 100 tys. mieszkańców. W mniejszych miastach uzyskali JWZW w wysokości $95 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$, natomiast w większych miastach $118 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Badania w latach 2000-2012 w mieście Brzesko oraz 8 przyległych wsiach przeprowadzili Pawełek i Borowiec [26]. Wg badań tych autorów, JWZW dla miasta spadł z $91,33 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2000 do $79,79 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2012. Odwrotną relację odnotowali oni w ośrodkach wiejskich: $53,04 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2000 oraz $62,6 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ w roku 2012. Badania pogłębione dla samego miasta Brzesko przedstawili też Pawełek i Woyciechowska [28]. Podobnie jak w poprzednim przypadku wykazali oni spadek wartości JWZW z $91,08$ (rok 2000) do $81,55 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ (rok 2012).

W roku 2013 Gorczyca [13] przedstawił wyniki badań zużycia wody w gospodarstwach domowych bez rozróżniania gospodarstw miejskich i wiejskich. JWZW oszacował on na $121,0 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Ciekawym źródłem danych dotyczących zmienności zużycia wody w polskich miastach są wyniki badań benchmarkingowych prezentowanych systematycznie w raportach Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie”. Wyniki badań JWZW za lata 2013-2016 [2-5] przedstawiono w tabeli 4. Z racji zastosowanej metodologii badawczej zawarte w tabeli wskaźniki należy traktować jako odpowiadające metodzie wskaźników sumarycznych obliczenia zapotrzebowania na wodę. Należy także pamiętać, że prezentowane w powyższych raportach wyniki obejmują dane przedsiębiorstw, które wzięły udział w badaniach. Należy podkreślić, iż w roku 2016, badane przedsiębiorstwa dostarczały blisko 70% wody do gospodarstw domowych [5].

Jaszewska i Szaflik [11] opublikowali w 2019 roku wyniki badań zrealizowanych w Szczecinie w wybranej spółdzielni mieszkaniowej w latach 2006-2019. Oszacowany przez nich JWZW spadł w tym czasie ze $130 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ do wartości $100 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Ostatnią pozycją z prezentowanego przeglądu literatury jest artykuł opracowany w 2023 r. przez Hołotę i wsp. [15],

Tab. 4. Wartości średnie wskaźnika „Sprzedaż wody na korzystającego” $\text{dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ – wyniki przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce za lata 2013-2016, Benchmarking IGWP [2-5]

Table 4. Average values of the “Water sales per user” indicator $\text{dm}^3/(\text{Inhd})$ – results of water supply companies in Poland for the years 2013-2016, IGWP Benchmarking [2-5]

Wielkość przedsiębiorstwa	Rok badania			
	2013	2014	2015	2016
Małe do 20 tys. M	89,4	91	94	92
Średnie 20-100 tys. M	89,6	89	92	89
Duże Powyżej 100 tys. M	97,2	96	96	96,5

prezentujący wyniki badań dla 9 budynków wielorodzinnych w latach 2011-2022, w mieście średniej wielkości. Dodatkowo w artykule zaprezentowano wyniki uzyskane na podstawie danych GUS dla całego kraju. Oszacowany JWZW wyniósł $90 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ dla badanych budynków oraz $97 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ dla całej Polski.

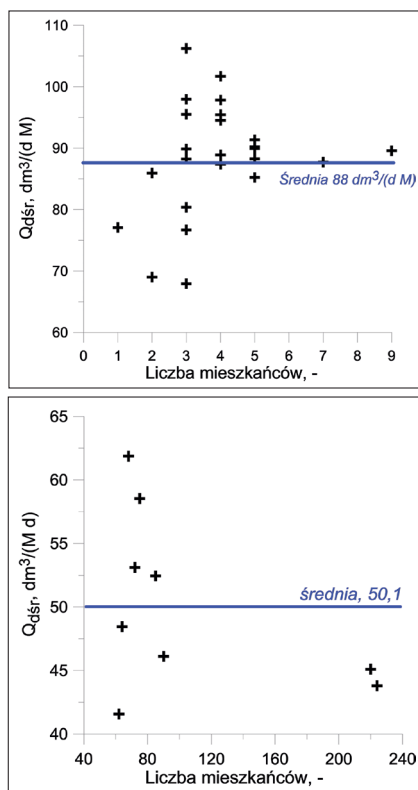
Wyniki własnych badań poboru wody

Wpisując się w tematykę badań wskaźników jednostkowego zapotrzebowania na wodę autorzy niniejszego artykułu podjęli próbę oszacowania jego wartości dla budynków jedno i wielorodzinnych zlokalizowanych w 20-tysięcznym mieście w południowej Polsce. Głównym celem prowadzonych w tym mieście badań było uzyskanie informacji niezbędnych do kalibracji powstającego wówczas modelu numerycznego wodociągu, stąd wykorzystana metodologia badań nie obejmowała wszystkich informacji niezbędnych do prawidłowego oszacowania wartości JWZW. Uzyskane wyniki mogą być zatem traktowane jedynie jako przykładowe i potwierdzają tezę autorów o konieczności unifikacji metodyki stosowanej przy wyznaczaniu poszukiwanych wskaźników.

Badaniami objęto bezpośrednie odczyty wodomierzy głównych w 24 budynkach jednorodzinnych oraz 9 budynkach wielorodzinnych. Odczyty realizowano z krokiem 20-minutowym, w związaniu z ograniczeniami pandemicznymi roku 2020. We wszystkich budynkach wyposażenie sanitarne mieszkań odpowiadało kategorii 4 wg. Rozporządzenia [33]. Badania realizowano w okresie 1-miesięcznym. Liczbę mieszkańców oszacowano, wykorzystując dane meldunkowe. Uzyskane jednostkowe wskaźniki zapotrzebowania na wodę zmieniały się w zależności od liczby mieszkańców (rys. 2). Średnie wartości wyniosły $88 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ dla budynków jednorodzinnych oraz $50,1 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ dla wielorodzinnych.

Dyskusja wyników i wnioski ogólne

Przeprowadzone studia literaturowe wykazały, że podjęty temat jest wciąż aktualny. Świadczy o tym chociażby znaczna liczba podejmowanych badań. Jednakże z analizy ich wyników widać, iż po roku 2000 nie prowadzono w Polsce badań usystematyzowanych obejmujących pełen zakres zmian zużycia wody w gospodarstwach domowych. Badacze kon-



Rys. 2. Wartości JWZW wyznaczone dla budynków jednorodzinnych (po lewej) oraz wielorodzinnych (po prawej)
Fig. 2. Unit water demand index values determined for single-family buildings (left) and multi-family buildings (right)

centrowali się na badaniach wyrwykowych, prowadzonych często w krótkich odcinkach czasu, ukierunkowanych na konkretne jednostki osadnicze czy osiedla i konkretnych odbiorców, w zależności od aktualnych zainteresowań badawczych. Często badania te realizowano niejako przy okazji innych prac, np. ukierunkowanych na budowę i kalibrację modeli numerycznych sieci wodociągowych czy określania jednoczesności poboru wody z instalacji budynków jedno i wielorodzinnych. Nierzadko autorzy posługiwali się danymi udostępnianymi przez GUS, nie prowadząc własnych obserwacji. Znaczące różnice metodologiczne nie pozwalają na ujednoczenie uzyskanych wyników. Część autorów prezentuje własne wyniki badań ukierunkowanych na poszczególne mieszkania, inni na całe budynki, jeszcze inni wykorzystywali dane obejmujące całe miasta, gminy, województwa, a także cały kraj. W cytowanej literaturze zawarto mieszaninę wskaźników jednostkowych wykorzystywanych w metodzie bilansowej oraz metodzie wskaźników sumarycznych obliczania zapotrzebowania na wodę. W efekcie nie udało się, jak dotychczas, opracować spójnego modelu badawczego możliwe-

go do zastosowania w skali całego kraju.

We wszystkich analizowanych badaniach, obejmujących więcej niż 1 rok, autorzy zwracali uwagę na trend spadkowy JWZW dla gospodarstw domowych w miastach. Przyczyn tego zjawiska upatrywali w urealnieniu cen wody, wdrażaniu nowych urządzeń energooszczędnych oraz większej niezawodności działania instalacji i przyborów sanitarnych. Praktycznie we wszystkich omówionych przypadkach nie stwierdzili stabilizacji wielkości JWZW. Autorzy zauważają także tendencję spadkową w przypadku JWZW w gospodarstwach domowych na wsi. W tym ostatnim przypadku, z racji metodyki badawczej – odczyty wodomierzy głównych dla całych gospodarstw, a nie tylko mieszkań – trudno jednak o dokładne wyznaczenie poszukiwanych wartości. Warto ponadto zwrócić uwagę, że tendencja spadkowa jest obserwowana w istniejących wodociągach od dłuższego czasu, natomiast w nowo powstałych, przez pierwszych kilka lat eksploatacji, występuje wzrost wskaźnika JWZW, który początkowo jest bardzo niski. Powyższe stwierdzenia potwierdzają tezę o konieczności kontynuacji stosownych badań.

W tabeli 5 zestawiono w sposób zbiorczy wartości JWZW zawartych w analizowanych powyżej publikacjach, Warto zwrócić uwagę, że wskaźniki określone dla miasta ogółem oraz dla wsi mają charakter wskaźników sumarycznych. Natomiast wartości wyznaczone dla budownictwa jedno i wielorodzinnego odpowiadają wskaźnikom wykorzystywanym w metodzie bilansowej obliczania zapotrzebowania na wodę. Przy pełnej świadomości różnic metodologicznych określania wartości JWZW zestawienie prezentowane w tabeli 5 może być pomocne w dalszych rozważaniach, choć brak możliwości przeprowadzenia w oparciu o nie właściwej analizy statystycznej.

Dokonane w tabeli 5 zestawienie pozwala na wyciągnięcie pewnych wniosków ogólnych. Średnio dla miast ogółem JWZW wyniósł $105,1 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ natomiast dla budynków wielorodzinnych $90,3 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$, a dla jednorodzinnych $95,3 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$. Praktycznie we wszystkich przypadkach dla miast wyznaczony JWZW był bliski rekomendowanemu dla kategorii 4 w Rozporządzeniu [33] $80\text{--}100 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ i znacząco niższy od standardu przewidzianego dla kategorii 2 Wytłocznych [37] $250 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$.

Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, iż w znacznej części budynków wielorodzinnych wyposażenie sanitarne odpowiada 5. kategorii wg Rozporządzenia [33]

Tab. 5. Zestawienie wartości jednostkowego wskaźnika zapotrzebowania na wodę ($\text{dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$) zawartych w analizowanych publikacjach
Table 5. Summary of the unit water demand index values ($\text{dm}^3/(\text{In}\cdot\text{h}\cdot\text{d})$) included in the analyzed publications

Lp.	Rok publikacji	Okres badań	Miasto, zabudowa			Wieś	Źródło
			Wielorodz.	Jednorodz.	Ogółem		
1	2003		105,0				Tuz i wsp. [39]
2	2006			58,6			Tuz i Dawidowicz [38]
3	2005				108,0	63,0	Gorzycza [12]
4	2006	1995-2004			100,0		Pasela i Klugiewicz [25]
5	2006	2006	106,0				Chudzicki i Soloduszkiwicz [9]
6	2006				138,0	95,0	Heidrich i wsp. [14]
7	2006	1997-2004		148,0			Pawełek i Kaczor [27]
8	2008	2005-2008.			143,0		Kłoss-Trębaczkiwicz [17]
9	2009	2000-2005	76,3				Szopińska i Pasela [36]
10	2009	2002-2005.	103,4				Szopińska [35]
11	2009	2005-2007	87,8	76,0			Bugajski i Satora [8]
12	2009				93,7		Budzillo [7]
13	2009	2006-2008	95,0				Żuchowicki i Kuczyński [46]
14	2009	2006	75,0				Puszkarewicz [30]
			105,0				
15	2010	1995-2005.			103,0		Żuchowicki i Teliga [46]
16	2011	2000, 2005, 2009				91,0	Kłoss-Trębaczkiwicz i Osuch-Pajdzińska [18]
17	2012	2006-2009				79,4	Mikołajczyk [22]
18	2013	2013				81,3	Bergel [6]
19	2013	2010			121,0		Gorzycza [13]
20	2013	2005-2010		106,0			Żuchowicki i Gawin [44]
21	2013	2004-2010			118,0		Usidus i Litewka [40]
22	2013	2010-2011		95,0			Kępa i wsp. [16]
23	2014	1998-2008			95,0		Bajer i Iwanek [1]
					118,0		
24	2015	2000-2012			79,8	62,6	Pawełek i Borowiec [26]
25	2015	2000-2012			81,6		Pawełek i Woyciechowska [28]
26	2016	2013-2016			92,0		Benchmarking IGWP [5] wodociągi małe, średnie i duże
					89,0		
					96,5		
27	2019	2006-2019	100,0				Jaszewska i Szaffik [11]
29	2023	2011-2022	90,0				Holota i wsp. [15]
30	2020	2020	50,1	88,0			Badania własne
Średnia			90,3	95,3	105,1	78,7	

i 1. kategorii wg Wytycznych [37]. Wartości w tabeli 5 dla tych budynków są znacząco niższe od rekomendowanych w tych dokumentach ($140-160 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ – Rozporządzenie, $300 \text{ dm}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$ – Wytyczne).

Średnia wartość JWZW dla wsi jest niższa od rekomendowanej zarówno w Rozporządzeniu jak i Wytycznych. Warto jednak zwrócić uwagę, że w niektórych przypadkach wartość ta była wyższa od wyznaczonej dla miasta. Świadczy to o wspomnianym już wyrównywaniu poziomu wyposażenia sanitarnego budynków w miastach i w ośrodkach wiejskich.

Warto zwrócić uwagę na fakt zachodzących zmian w obrębie miejscowości

zlokalizowanych w sąsiedztwie dużych miast. Tracą one systematycznie charakter związany z produkcją rolną, na rzecz funkcji sypialnianych, nierzadko z bardzo rozbudowanym zapleczem usługowym.

Podsumowanie i rekomendacje

Przeprowadzony w ramach artykułu przegląd opublikowanych w ostatnich latach badań wykazał, że tematyka wyznaczania jednostkowego wskaźnika zapotrzebowania na wodę w gospodarstwach domowych jest ważna i wciąż aktualna. Gospodarstwa domowe to ważny, jeśli nie kluczowy odbiorca wody zarówno pod względem jej ilości, jak i znaczenia

dla życia mieszkańców. Niestety, pomimo wielu lat badań nie udało się dotychczas, opracować uniwersalnego modelu badawczego pozwalającego na prawidłowe prognozowanie zapotrzebowania na wodę dla tej grupy odbiorców. Funkcjonujące wytyczne projektowe oraz stosowne rozporządzenie nie były nowelizowane od ponad dwudziestu lat. W wielu aspektach straciły one swoją przydatność i powinny być zastąpione nowymi. Aby to osiągnąć konieczne jest przeprowadzenie spójnych i szeroko zakrojonych badań. Uzasadnieniem tej potrzeby są zaprezentowane w artykule wyniki dotychczasowych badań, które ujawniają skalę problemu w zakresie niedoboru danych.

Badania te powinny być jednoznacznie zdefiniowane pod względem:

- czasu i okresu badań,
- rodzaju – gospodarstwa w zabudowie wielorodzinnej, jednorodzinnej,
- lokalizacji – miasto, jednostka wiejska,
- wielkości jednostki – małe, średnie, duże,
- standardu technicznego i funkcjonalnego instalacji wewnętrznej (rozdzielenie co najmniej):
 - pełny standard – woda z sieci wodociągowej, ścieki odprowadzane do sieci kanalizacyjnej, centralna dostawa ciepłej wody, łazienka i WC, baterie czepalne i urządzenia wodoszczędne np. regulatory korzystania z wody, pralki, zmywarki, prysznicz,
 - j.w. lecz bez centralnej dostawy ciepłej wody (miejscowe przygotowanie ciepłej wody),
 - j.w. lecz instalacja wewnętrzna z lokalnym gromadzeniem i zagospodarowaniem ścieków (brak sieci kanalizacyjnej).

Ponadto należy określić zakres wykorzystania wody z sieci w gospodarstwach domowych, w kontekście funkcjonowania instalacji dualnych i korzystania z własnych źródeł wody.

Biorąc pod uwagę przedstawione w artykule wyniki badań i przeprowadzone rozważania należy wyrazić ubolewanie, że proponowany w ostatnich latach projekt badawczy pt. *Weryfikacja i aktualizacja przeciętnych norm zużycia wody w Polsce* zgłoszony przez konsorcjum kilku krajowych uczelni wyższych nie uzyskał finansowania. W świetle przedstawionych w artykule potrzeb nadal aktualny jest postulat dotyczący konieczności podjęcia tego projektu.

Artykuł powstał w ramach realizacji badań własnych Politechniki Warszawskiej oraz badań własnych FD-20/IS-6/017 Politechniki Lubelskiej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bajer J., Iwanejko R.; Dynamika zmian jednostkowego zużycia wody w wybranych miastach południowej Polski; *Instal*; 2014; 4; 64-68.
- [2] Benchmarking – wyniki przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce za 2013 rok. Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, 2014.
- [3] Benchmarking – wyniki przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce za 2014 rok. Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, 2015.
- [4] Benchmarking – wyniki przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce za 2015 rok. Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, 2017.
- [5] Benchmarking – wyniki przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce za 2016 rok. Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, 2018.
- [6] Bergel T.; Zużycie wody w wiejskich i miejsko-wiejskich wodociągach w Polsce; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2013; 2; 99-101.
- [7] Budziło B.; Badania wodociągów wybranych miast południowej Polski; *Instal*; 2009; 10; 64-67.
- [8] Bugajski P., Satora S.; Zmienność jednostkowego zużycia wody przez mieszkańców Olkusza; *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*; 2009; 5; 51-60.
- [9] Chudzicki J., Sołoduszkiewicz A.; Badania jednostkowego zużycia wody w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych na przykładzie Spółdzielni Mieszkaniowej „URSUS” w Warszawie; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2006; 1; 16-19.
- [10] Cierpiał-Wolan, M. red.; Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2021 r. Główny Urząd Statystyczny, 2023.
- [11] Jaszewska M., Szaflik W.; Zużycie ciepłej i zimnej wody w gospodarstwach domowych w Szczecinie w latach 2006-2019; *Instal*; 2020; 4; 22-25.
- [12] Gorczyca M.; Infrastruktura wodociągowa w Polsce; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2005; 3; 23-25.
- [13] Gorczyca M.; Zużycie wody wodociągowej w gospodarstwach domowych; *Gospodarka Wodna*; 2013; 2; 73-74.
- [14] Heidrich Z., Stańko G., Stępniewska E.; Gospodarka wodna, ściekowa i osadowa w województwie mazowieckim w roku 2004; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2006; 3; 2-3.
- [15] Hołota E., Życzńska A., Dyś G.; Zużycie wody ciepłej i zimnej w latach 2011-2022 na przykładzie wybranych budynków wielorodzinnych; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2023; 11; 17-25.
- [16] Kępa U., Stępnik L., Stańczyk-Mazanek E.; Analiza zużycia wody i zmienności rozbiórów dla obszaru zasilania Kawie Góry na terenie miasta Częstochowy; *Rocznik Ochrony Środowiska*; 2013; 15; 2546-2562.
- [17] Kłoss-Trębaczkiwicz H., Osuch-Pajdzińska E.; Wybrane wskaźniki charakteryzujące wodociągi w dużych miastach polskich w latach 2005-2008; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2010; 3; 7-9.
- [18] Kłoss-Trębaczkiwicz H., Osuch-Pajdzińska E.; Wodociągi na wsi w liczbach; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2011; 11; 426-429.
- [19] Kwietniewski M.; Materiały własne. Politechnika Warszawska, Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków. Warszawa 2022.
- [20] tysoń, P., red.; Budżety gospodarstw domowych w 2022 r.; Główny Urząd Statystyczny; 2023.
- [21] Markowski, K., Myna, A., Dymek, W.; Gospodarka mieszkaniowa i infrastruktura komunalna w 2022 r.; Główny Urząd Statystyczny; 2023.
- [22] Mikołajczyk M.; Analiza jednostkowych wskaźników zużycia wody w gospodarstwach domowych w warunkach miejskich i wiejskich; *Instal*; 2012; 2; 47-49.
- [23] Morze, M., red.; Obszary wiejskie w Polsce w 2022 r.; Główny Urząd Statystyczny; 2024.
- [24] Osuch-Pajdzińska, E., Roman, M.; Sieci i obiekty wodociągowe; Wyd. 2 popr.; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej; Warszawa; 2015r
- [25] Pasela R., Klugiewicz J.; Struktura zużycia wody w największych miastach woj. kujawsko-pomorskiego; *Instal*; 2006; 1; 39-42.
- [26] Pawełek J., Borowiec S.; Zmiana struktury odbiorców i wysokości zużycia wody wodociągowej w wiejsko-miejskiej gminie w Małopolsce; *Instal*; 2015; 5; 45-50.
- [27] Pawełek J., Kaczor G.; Jednostkowe zużycie wody w gospodarstwie domowym w 8-letnim okresie obserwacji; *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*; 2006; 2/1; 159-170.
- [28] Pawełek J., Woyciechowska O.; Zmienność wskaźników zużycia wody wodociągowej w małym powiatowym mieście; *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*; 2015; 4/1.
- [29] Potyra, M., Waligórska, M.; Prognoza gospodarstw domowych na lata 2016-2050; Główny Urząd Statystyczny; 2016.
- [30] Puskarewicz A.; Analiza zużycia wody w osiedlach miejskich o zróżnicowanym wyposażeniu mieszkań; *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*; 2010; 5; 16-17.
- [31] Ramm K., Licznar P.; Analiza baz danych zapisów wodomierzy do dynamicznego modelowania rozbiórów wody. Wyd. Seidel-Przywrecki sp z o o Warszawa 2021
- [32] Rozkrut, D., red.; Biuletyn statystyczny; Wyd. 67; Główny Urząd Statystyczny; 2024.
- [33] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody; *Dz. U.*; 2002 r.; 8; 70.
- [34] Sierociński M.; Analiza jednostkowych wskaźników zużycia wody w gospodarstwach domowych na podstawie dostępnych wyników badań w Polsce. Praca magisterska; Wydział Instalacji Budowlanych Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska; Promotor. Kwietniewski M.; Politechnika Warszawska; 2024.
- [35] Szopińska K.; Wskaźniki jednostkowego zużycia wody i rozbieżności wskaźnika dla budownictwa wielorodzinnego na przykładzie wybranych budynków w Bydgoszczy; *Instal*; 2009; 9; 73-77.
- [36] Szopińska K., Pasela R.; Struktura zużycia wody w budownictwie wielorodzinnym; *Instal*; 2009; 5; 42-44.
- [37] Tkaczukowa, B. Nowakowska-Błaszczak, A., Igielski, D.; Wytyczne do programowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych; Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej. Warszawa 1991r.
- [38] Tuz P., Dawidowicz J.; Przepływy, zużycie wody oraz współczynniki nierównomierności poboru wody w budynku jednorodzinny; *Instal*; 2005; 6; 59-62.
- [39] Tuz P., Gwoździej-Mazur J., Garbarczyk K.; Wybrane aspekty prognozowania zużycia wody w budownictwie wielorodzinnym; *Instal*; 2003; 5; 40-43.
- [40] Usidus D., Litewka A.; Rozbiory wody w miejscowości Uszka; *Rocznik Ochrony Środowiska*; 2013; 15; 1070-1085.
- [41] Wytyczne Ministra Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska w sprawie ustalania przeciętnego zużycia wody dla odbiorców nie mających wodomierzy. *Dz. Urz. Nr. 1, poz. 3. Warszawa 1978r.*
- [42] Wytyczne do programowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych. Ministerstwo Administracji Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska. Instytut Kształtowania Środowiska. Warszawa 1983r.
- [43] Zarządzenie Ministra Rolnictwa z dnia 05.01.1966, w sprawie wytycznych do obliczania zapotrzebowania wody w wiejskich jednostkach osadniczych (*Dz. Bud. Nr 3/1967 poz. 13*).
- [44] Żuchowicki A., Gawin R.; Struktura zużycia wody w budynkach jednorodzinnych; *Rocznik Ochrony Środowiska*; 2013; 15; 924-929.
- [45] Żuchowicki A., Kuczyński W.; Analiza porównawcza zmian w rozbiórach wody z uwzględnieniem sposobu jej dostarczania do odbiorców; *Rocznik Ochrony Środowiska*; 2009; 11; 55; 781-786.
- [46] Żuchowicki A., Teliga M.; Analiza produkcji i zużycia wody w Pile; *Rocznik Ochrony Środowiska*; 2010; 12; 313-324.