

STANISŁAW LACH

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska, e-mail: slach@agh.edu.pl

**WYZNACZANIE JEDNOSTKOWEGO ZUŻYCIA WODY ORAZ
WSPÓLCZYNNIKA NIERÓWNOMIERNOŚCI DOBOWEJ
W WYBRANYM GOSPODARSTWIE DOMOWYM – STUDIUM PRZYPADKU**

Abstrakt: Celem artykułu było określenie zmienności zużycia wody oraz współczynnika nierównomierności dobowej w wybranym gospodarstwie domowym znajdującym się w południowej Polsce. Badanie obejmowało okres jesienny i zimowy i opierało się na codziennych odczytach z wodomierza. Pomiarów dokonano w gospodarstwie domowym zlokalizowanym w miejscowości Golkowice (województwo małopolskie, powiat wielicki, gmina Wieliczka), które zamieszkiwały trzy osoby. Wyniki pomiarów zostały zestawione i poddane analizie, prezentując zróżnicowanie zużycia wody w zależności od pory roku, dni tygodnia oraz liczby osób przebywających w domu. Otrzymane wyniki zostały porównane z normowym zużyciem wody określonym w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz.70).

Słowa kluczowe: wodomierz, gospodarstwo domowe, jednostkowe zużycie wody, zmienność zużycia wody

**DETERMINATION OF SPECIFIC WATER CONSUMPTION AND THE
COEFFICIENT OF DAILY IRREGULARITY IN A SELECTED HOUSEHOLD IN
SOUTHERN POLAND BASED ON DAILY WATER METER READINGS**

Abstract: The aim of this paper was to determine the variability of water consumption and the coefficient of daily irregularity in a selected household located in southern Poland. The study covered the autumn and winter periods and was based on daily water meter readings. Measurements were taken in a household located in Golkowice (Lesser Poland Voivodeship, Wieliczka County, Wieliczka Municipality), which was inhabited by three people. The results of the measurements were collated and analysed, showing variations in water consumption depending on the season, days of the week and number of people living in the house. The results obtained were compared with the standard water consumption specified in the Regulation of the Minister of Infrastructure of 14 January 2002 on average water consumption standards (Journal of Laws 2002 No. 8, item 70).

Keywords: water meter, household, specific water consumption, water consumption variability

I. WSTĘP

Polska jest krajem zaliczającym się do grupy państw najuboższych w wodę. Zasoby wodne w Polsce są relatywnie niewielkie, a dodatkowo cechuje je zmienność sezonowa i zróżnicowanie obszarowe [Marcinkowski i in. 2024]. Wielkość odnawialnych zasobów wody słodkiej przypadająca na jednego mieszkańca Polski wynosi niecałe 1,6 tys. m³, co wskazuje na zagrożenie stresem wodnym [Hotłoś 2008]. W blisko połowie krajów Unii Europejskiej zasoby świeżej wody są niepokojąco niskie (poniżej 3 tys. m³ na osobę), w tym w Polsce, na Malcie, Cyprze i w Czechach są poniżej poziomu bezpieczeństwa wodnego [GUS 2020].

Przeprowadzane analizy i badania wykazują, że poziom zużycia wody jest stale obniżany, co przekłada się na przewymiarowanie sieci wodociągowej, kanalizacyjnej i projektowanych oczyszczalni ścieków [Pawełek i Kaczor 2006, Kępa i in. 2013, Lach i Opyrchał 2014]. Zużycie wody zmniejsza się ze względu na szybko rosnące ceny wody, urządzenia oszczędzające wodę (pralki i zmywarki) lub instalację wodomierzy [Usidus i Litewka 2013, Bartkowska 2014].

Odpowiednio zaprojektowane i utrzymywane w dobrym stanie technicznym systemy wodociągowe pozwalają na zmniejszenie strat i zużycia wody, co przekłada się na oszczędności. Ze względu na niewielkie zasoby wodne Polski jest to bardzo korzystna sytuacja, choć dla zakładów wodociągowych spadek produkcji wody staje się problemem eksploatacyjnym [Hotłoś 2010].

Prowadzone badania zużycia wody w pojedynczych gospodarstwach, a także w całych systemach wodociągowych w Polsce [Bugajski i Kaczor 2005, Bergel i in. 2016], dowodzą występowania znacznie mniejszych jednostkowych zużyć wody od tych podawanych przez wytyczne w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie *przeciętnych norm zużycia wody* (Dz.U. 2002 nr 8 poz. 70).

Określenie zapotrzebowania na wodę powinno być indywidualne i opierać się na analizie dostępnych danych lub wartości wskaźników średniego zapotrzebowania. Powinno być przyjmowane na niższym poziomie, po to, aby zapewnić odpowiednią ilość wody użytkownikom, ale nie generować dodatkowych strat [Suligowski i Fudala-Książek 2014].

Celem badań było wyznaczenie jednostkowego zużycia wody oraz współczynnika nierównomierności dobowej w gospodarstwie domowym zlokalizowanym w miejscowości Golkowice (województwo małopolskie, powiat wielicki, gmina Wieliczka).

II. MATERIAŁ I METODY

Do pomiaru i rejestracji objętości pobranej wody w badanym budynku zamontowany był wodomierz jednostrumieniowy Metron JS 1,5 41, w pomieszczeniu piwnicy, w suchym i łatwo dostępnym miejscu (rys. 1). Tego typu wodomierze przeznaczone są do pomiaru przepływu wody zimnej dla mieszkań i gospodarstw domowych o podwyższonej odporności magnetycznej w instalacji o ciśnieniu nie większym niż 16 bar.



Fot. Stanisław Lach

Rys. 1. Wodomierz Metron JS 1,5 41, wykorzystany w badanym gospodarstwie

Fig. 1. Metron JS 1.5 41 water meter, used in the surveyed household

Wodomierz charakteryzuje się suchobieźnym liczydłem. Elementem ruchomym jest wirnik, którego obroty wywoływane są przez przepływającą wodę i są przekazywane do mechanizmu liczydła, które zlicza objętość przepływającej wody.

Analizowane gospodarstwo domowe położone jest w północno-wschodniej części wsi Golkowice, graniczące od północy z terenami należącymi do miasta Krakowa. Dom jednorodzinny został wybudowany na działce o powierzchni 0,14 ha. Na posiadłości znajdują się 2 garaże blaszane, studnia (wyłączona z eksploatacji), zbiornik bezodpływowy (nieaktywny) oraz roślinność (drzewa owocowe, krzewy). Dom jest podłączony do sieci wodociągowej, która dostarcza wodę ze stacji uzdatniania wody z rzeki Raby. Posiadłość podłączona jest do sieci kanalizacyjnej, dzięki czemu gospodarstwo kwalifikuje się do IV kategorii wyposażenia mieszkań w instalacje wodociągowo-kanalizacyjne według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz.70).

W ramach badań, pomiary zużytej wody były dokonywane codziennie o godzinie 23⁰⁰ przez okres trzech miesięcy w sezonie jesiennym oraz trzech miesięcy w sezonie zimowym. Okres jesienny trwał od 1.09.2024 r. do 30.11.2024 r., natomiast okres zimowy od 1.12.2024 r. do 28.02.2025 r. Gospodarstwo zamieszkiwały na stałe trzy osoby. Wyniki pomiarów prezentują zróżnicowanie zużycia wody w zależności od pory roku, dni tygodnia oraz liczby osób przebywających w gospodarstwie. Otrzymane wyniki zostały porównane z normami zużycia wody określonymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz. 70).

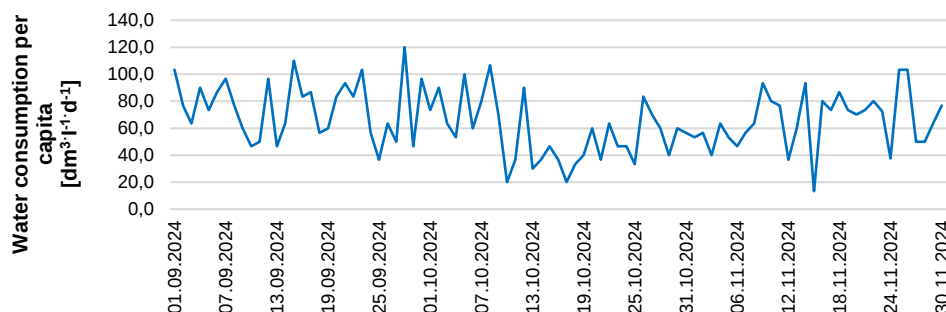
III. WYNIKI

Zmienność dziennego zużycia wody na osobę w okresie jesiennym dla badanego gospodarstwa ukazano na rys. 2. Średnie dzienne zużycie wody na jednego mieszkańca w trzymiesięcznym okresie jesiennym wyniosło $65,75 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz.70), gospodarstwo objęte badaniem zostało zaklasyfikowane do IV klasy, co oznacza, że dobowe normowe zużycie wody na jednego mieszkańca powinno wynosić 100 dm^3 . Porównując te dwie wartości, zauważyć można, że rzeczywiste zużycie wody na jednego mieszkańca było o $34,25 \text{ dm}^3$ niższe od normy. Największe dzienne zużycie wody na jednego mieszkańca miało miejsce 28.09.2024 i wyniosło $120,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$.

Analizując poszczególne tygodnie w całym okresie jesiennym, można zauważyć, że aż 6 razy najwyższe zużycie występowało w soboty, 2 razy w niedziele oraz raz w poniedziałek, wtorek, czwartek i w piątek. Widoczny był wyraźny wzrost zużycia wody w weekendy, co było związane z tym, że w soboty przeważnie wszyscy mieszkańcy spędzali więcej czasu w domu, podejmując różne czynności domowe, takie jak sprzątanie, gotowanie i pranie. Najniższe zużycie wody odnotowano 15.11.2024, gdzie wyniosło ono $13,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$. Niższe zużycie wody przeważnie występowało na początku i w środku tygodnia. W trakcie całego okresu jesiennego średnie dzienne zużycie wody na jednego mieszkańca przekroczyło normę jedynie 7 razy, podczas gdy przez pozostałe 84 dni było niższe niż norma określona w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz.70).

Największe sumaryczne miesięczne zużycie wody było we wrześniu 2024 r. i wyniosło $6,78 \text{ m}^3$, natomiast najmniejsze w październiku tego samego roku i było równe $5,27 \text{ m}^3$. Różnica pomiędzy największą a najmniejszą wartością wynosiła $1,51 \text{ m}^3$. Sytuacja ta była spowodowana

odbywającymi się we wrześniu uroczystościami rodzinnymi oraz przebywaniem mieszkańców w budynku przez dłuższy czas. Największe średnie zużycie wody w przeliczeniu na gospodarstwo w badanych miesiącach miało miejsce we wrześniu i wyniosło $226,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, natomiast najmniejsze wynosiło $170,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ i odnotowano je w październiku 2024 r. Miesiącem z najwyższą średnią zużycia wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca był wrzesień ($75,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$), natomiast najniższa wartość została odczytana w październiku ($56,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$).



Rys. 2. Zmienność dziennego zużycia wody na osobę dla badanego gospodarstwa w okresie od 1.09.2024 r. do 30.11.2024 r.

Fig. 2. Variability of daily per capita water consumption for the study household between 1.09.2024 and 30.11.2024

Na rys. 3 przedstawiono minimalne, maksymalne oraz średnie wartości zużycia wody w poszczególnych dniach tygodnia w badanym okresie jesiennym.

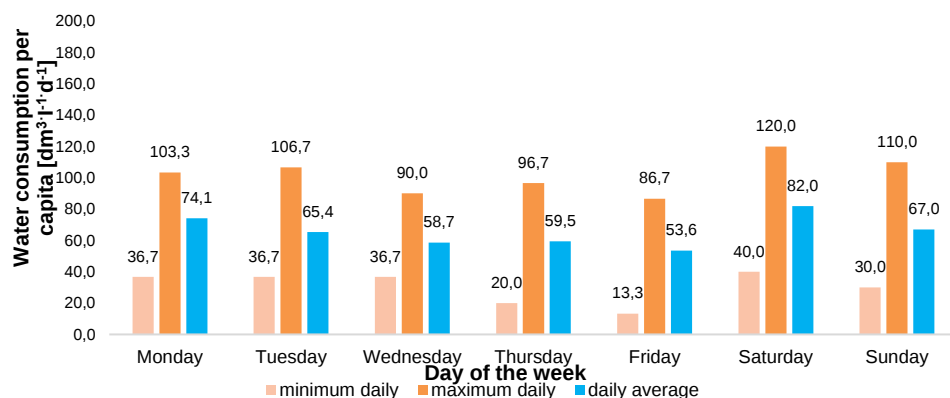
Średnie dobowe zużycie wody, zarówno w przeliczeniu na gospodarstwo jak i na mieszkańca, było najwyższe w sobotę i wyniosło kolejno $254,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ oraz $82,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$. W tym dniu odnotowano również maksymalne dobowe zużycie wody, które było równe $120,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Pobór wody w tym dniu był największy z uwagi na wykonywane prace domowe (mycie podłóg w domu, pranie, sprzątanie), gotowanie oraz organizowanie imprezy okolicznościowej. Maksymalne dobowe zużycie wody przypadające na gospodarstwo odnotowano również w sobotę i wynosiło ono $360,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Najmniejsze średnie dobowe zużycie wody odnotowano w piątek i wynosiło ono $166,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ na całe gospodarstwo oraz $53,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ na mieszkańca. Również w piątek zaobserwowano najmniejsze minimalne dobowe zużycie wody wynoszące $40,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ (w przeliczeniu na mieszkańca $13,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$). Tak niska wartość zużycia wody w piątek wiązała się z przebywaniem mieszkańców przez większość dnia w pracy.

Współczynnik nierównomierności dobowej zużycia wody N_d został obliczony dla całego okresu jesiennego i dla każdego miesiąca z osobna, a także dla wszystkich dni tygodnia. Współczynnik oblicza się dzieląc maksymalne dobowe zapotrzebowanie ($Q_{d \text{ max.}}$) przez średnie dobowe zapotrzebowanie w dobie o największym zapotrzebowaniu wody ($Q_{d \text{ śr.}}$) w danym okresie:

$$N_d = \frac{Q_{d \text{ max.}}}{Q_{d \text{ śr.}}} [-]$$

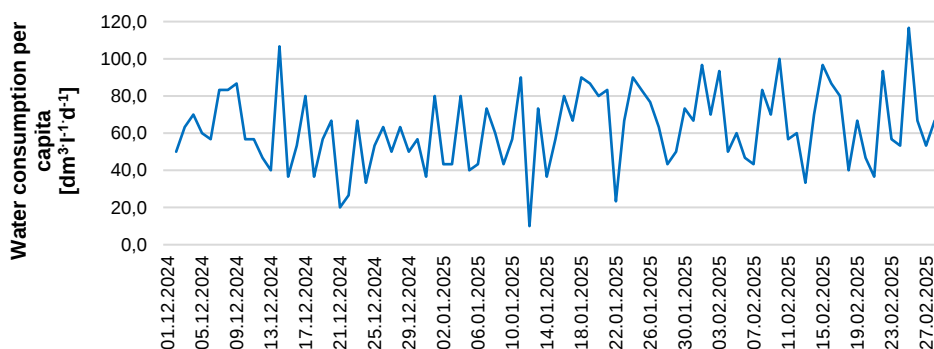
Dla gospodarstw mieszkalnych jednorodzinnych współczynnik nierównomierności dobowej powinien się mieścić w przedziale 1,5-2,0 [Kwietniewski i in. 2009]. Współczynnik nierównomierności dobowej zużycia wody osiągnął najwyższą wartość w październiku 2024

r. – 1,90, natomiast najniższą w listopadzie 2024 r. – 1,59. Dla poszczególnych dni tygodnia w okresie jesiennym współczynnik nierównomierności dobowej zużycia wody uzyskał najwyższy wynik w niedzielę – 1,64, a najniższy w poniedziałek – 1,39. Współczynnik nierównomierności dobowej dla całego okresu jesiennego wyniósł 1,56. Porównując tę wartość z zakresem przedstawionym w literaturze, można stwierdzić, że uzyskana wartość mieści się w przedziale [Chudzicki i Sosnowski 2011].



Rys. 3. Zużycie wody w przeliczeniu na mieszkańca w poszczególnych dniach tygodnia okresu jesiennego
Fig. 3. Water consumption per capita by day of the week in the autumn period

Zmienność dziennego zużycia wody na osobę w okresie zimowym dla badanego gospodarstwa ukazano na rys. 4. Średnie dzienne zużycie wody na jednego mieszkańca w trzymiesięcznym okresie zimowym wyniosło 62,26 dm³·d⁻¹·M⁻¹. Rzeczywiste zużycie wody na jednego mieszkańca było o 37,74 dm³ niższe od zapotrzebowania normowego podanego w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz.70). Największe dzienne zużycie wody na jednego mieszkańca miało miejsce 25.02.2025 i wyniosło 116,7 dm³·d⁻¹·M⁻¹.



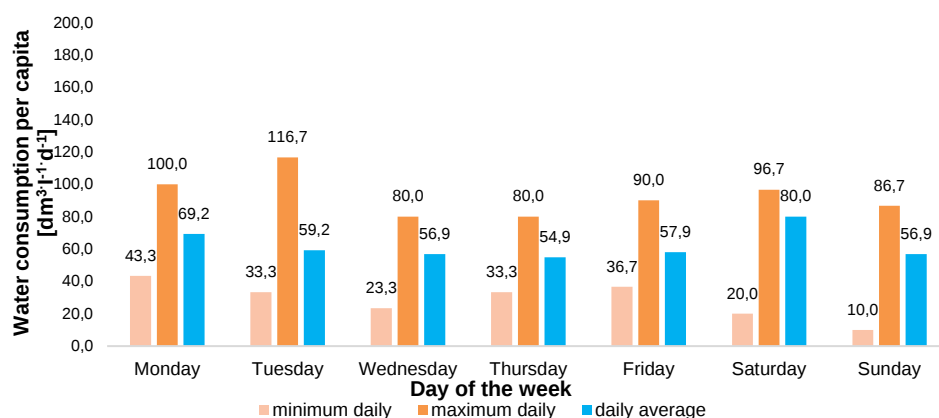
Rys. 4. Zmienność dziennego zużycia wody na osobę dla badanego gospodarstwa w okresie od 1.12.2024 r. do 28.02.2025 r.

Fig. 4. Variability of daily per capita water consumption for the study household between 1.12.2024 and 28.02.2025

Podczas analizy poszczególnych tygodni w całym okresie zimowym można zauważyć, że aż 7 razy najwyższe zużycie wystąpiło w soboty, 3 razy w poniedziałki oraz jeden raz we wtorek i piątek. Najniższe zużycie wody zanotowano 12.01.2025 roku, kiedy wyniosło ono $10,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$. W ciągu całego okresu zimowego, średnie dzienne zużycie wody na jednego mieszkańca przekroczyło normę jedynie 2 razy, podczas gdy przez pozostałe 88 dni było niższe niż norma określona w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz.70).

Największe sumaryczne miesięczne zużycie wody wystąpiło w styczniu 2025 r. i wynosiło $5,86 \text{ m}^3$, natomiast najmniejsze w grudniu 2024 r. i było równe $5,27 \text{ m}^3$. Różnica pomiędzy największą a najmniejszą wartością wynosiła $0,59 \text{ m}^3$. Sytuacja ta była spowodowana odbywającymi się w styczniu uroczystościami rodzinnymi oraz przebywaniem mieszkańców w budynku przez dłuższy okres czasu. Największe średnie zużycie wody w przeliczeniu na gospodarstwo w badanych miesiącach miało miejsce w lutym 2025 r. i wyniosło $202,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, natomiast najmniejsze wynosiło $170,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ i odnotowano je w grudniu 2024 r. Miesiącem z najwyższą średnią zużycia wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca był luty 2025 r. ($67,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$), natomiast najniższa wartość została odczytana w grudniu 2024 r. ($55,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$).

Na rys. 5 przedstawiono minimalne, maksymalne oraz średnie wartości zużycia wody w poszczególnych dniach tygodnia w badanym okresie zimowym.



Rys. 5. Zużycie wody w przeliczeniu na mieszkańca w poszczególnych dniach tygodnia okresu zimowego
Fig. 5. Water consumption per capita by day of the week in the winter period

Średnie dobowe zużycie wody, zarówno w przeliczeniu na gospodarstwo jak i na mieszkańca, było najwyższe w sobotę i wyniosło kolejno $246,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ oraz $80,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$. Maksymalne dobowe zużycie wody, które było równe $116,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ w przeliczeniu na jednego mieszkańca, odnotowane zostało we wtorek. Pobór wody w tym dniu był największy z uwagi na wykonywane prace domowe, takie jak pranie oraz gruntowne sprzątanie domu. Maksymalne dobowe zużycie wody przypadające na gospodarstwo odnotowano również we wtorek i wyniosło ono $350,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Najmniejsze średnie dobowe zużycie wody odnotowano w czwartek i wynosiło ono $164,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ na całe gospodarstwo oraz $54,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ na mieszkańca. Również w sobotę zaobserwowano najmniejsze minimalne dobowe zużycie wody wynoszące 60

$\text{dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ (w przeliczeniu na mieszkańca $20,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$). Tak niska wartość zużycia wody w sobotę wiązała się z rodzinnym wyjazdem mieszkańców.

Współczynnik nierównomierności dobowej zużycia wody osiągnął najwyższą wartość w lutym 2025 r. – 1,73, natomiast najniższą w styczniu 2025 r. – 1,43. Dla poszczególnych dni tygodnia w okresie zimowym współczynnik nierównomierności dobowej zużycia wody uzyskał najwyższy wynik we wtorek – 1,97, a najniższy w sobotę – 1,21. Współczynnik nierównomierności dobowej dla całego okresu zimowego wyniósł 1,51. Porównując tę wartość z zakresem przedstawionym w literaturze, można stwierdzić, że uzyskana wartość mieści się w przedziale [Chudzicki i Sosnowski 2011].

IV. PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy danych dotyczących zużycia wody w okresie jesiennym i zimowym w badanym gospodarstwie domowym, można wyciągnąć następujące wnioski:

- w obu analizowanych okresach średnie dobowe zużycie wody nie przekroczyło wartości normatywnej wynoszącej $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, określonej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8, poz. 70). W okresie jesiennym rzeczywiste zużycie było niższe od wartości referencyjnej o około 34%, natomiast w okresie zimowym różnica ta wyniosła blisko 38%.
- zarówno w okresie jesiennym, jak i zimowym, obliczone wartości współczynników nierównomierności dobowej zużycia wody nie przekroczyły wartości granicznych określonych dla zabudowy jednorodzinnej, co oznacza, że rozkład dobowy zużycia wody charakteryzował się umiarkowaną zmiennością. Utrzymanie współczynnika nierównomierności dobowej w dopuszczalnych granicach świadczy o równomiernym rozkładzie zapotrzebowania na wodę w ciągu doby, co ma istotne znaczenie dla zapewnienia efektywnej pracy systemów wodociągowych oraz optymalnego doboru parametrów eksploatacyjnych. Taki stan wskazuje również na typowe, przewidywalne zachowania użytkowników w zakresie korzystania z wody, które nie generują nadmiernych obciążeń dla infrastruktury technicznej, nawet w okresach sezonowo obniżonych temperatur i wzmożonego zapotrzebowania na wodę ciepłą.

BIBLIOGRAFIA

1. Bartkowska I. 2014. Dynamics of water consumption changes in a tourist resort. *Journal of Ecological Engineering*. 15(4). 46-54.
2. Bergel T., Kotowski T., Woyciechowska O. 2016. Daily water consumption for household purposes and its variability in a rural household. *Journal of Ecological Engineering*. 17. doi: 10.12911/22998993/63312.
3. Bugajski P., Kaczor G. 2005. Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 2. 17-26.
4. Chudzicki J., Sosnowski S. 2011. Instalacje wodociągowe - projektowanie, wykonanie, eksploatacja. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Józefosław. 377.
5. GUS 2020. Polska na drodze zrównoważonego rozwoju. [dok. elektr. <https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel6.html>. data dostępu 5.05.2025].
6. Hotłoś H. 2008. Quantity and availability of freshwater resources: the world - Europe – Poland. *Environment Protection Engineering*. Vol. 34. Nr 2. 67-78.
7. Hotłoś H. 2010. Badania zmian poboru wody w wybranych miastach Polski w latach 1990-200. *Ochrona Środowiska*. Vol. 32. Nr 3. 39-42.

8. Kępa U., Stępnia L., Stańczyk-Mazanek E. 2013. Analiza zużycia wody i zmienność rozbiórów dla obszaru Kawie Góry na terenie miasta Częstochowy. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 15(3). 2546-2562.
9. Kwietniewski M., Olszewski W., Osuch-Pajdzińska E. 2009. Projektowanie elementów systemu zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa. 200.
10. Lach S., Opyrchal L. 2014. Ocena pracy oczyszczalni ścieków w Żywcu po wykonanej rozbudowie i modernizacji. *Gospodarka Wodna*. Vol. 74. Nr 6. 217-221.
11. Marcinkowski P., Piniewski M., Okruszko T. 2024. Towards sustainable agricultural water management in Poland – How to meet water demand for supplemental irrigation? *Agricultural Water Management*. Vol. 306. 109214. doi:10.1016/j.agwat.2024.109214.
12. Ochmańska M., Cimochoicz-Rybicka M., Łomińska-Płatek D., Bochnia T. 2025. Synthetic micropollutants in the water supply infrastructure of the City of Krakow, Poland. *Desalination and Water Treatment*. 101197. doi:10.1016/j.dwt.2025.101197.
13. Pawełek J., Kaczor G. 2006. Jednostkowe zużycie wody w gospodarstwie domowym w 8-letnim okresie obserwacji. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 2/1. 159-170.
14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz. 70).
15. Suligowski Z., Fudala-Książek S. 2014. Zaopatrzenie w wodę. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Warszawa. 256.
16. Usidus D., Litewka A. 2013. Rozbiory wody w miejscowości Ustka. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 15. 1070-1085.