

# Badanie dopływu wód przypadkowych do kanalizacji sanitarnej przez właz studzienki kanalizacyjnej

Investigation of extraneous water inflow to separated sewage systems by hatch

BARTOSZ BOGUSŁAWSKI, PIOTR SOBCZAK, ANNA GŁOWACKA

DOI 10.36119/15.2021.5.5

Wody przypadkowe stanowią istotny problem w eksploatacji systemów kanalizacji rozdzielczej. Szereg badań wykazał, że wody obce stanowią nawet 66% ścieków dopływających do kanalizacji w ujęciu rocznym. Obserwacje terenowe pozwalają przypuszczać, że istotna ilość wód opadowych może przedostawać się do kanalizacji przez włazy studzienek. W badaniach wykorzystano urządzenie pomiarowe zamontowane pod włazem studni w celu określenia rzeczywistych dopływów do studni kanalizacyjnej w czasie opadów. W ciągu dwóch miesięcy prowadzonych prac, całkowity dopływ przez badany właz wynosił 3,2 m<sup>3</sup>, a maksymalna dobowa wartość 801,8 dm<sup>3</sup>/d. Sprawdzano także wpływ dobowych sum opadów na wydajności lokalnej pompowni ścieków. W ciągu dwóch dni z najwyższym opadem zanotowano przepływy pompowni o 63% oraz o 118% większe od średniej z rozważanego okresu badań. *Słowa kluczowe: wody przypadkowe w kanalizacji, kanalizacja rozdzielcza, wody opadowe, wody przypadkowe*

Extraneous water poses a substantial problem in the exploitation of separate sewerage systems. Many studies show that accidental water can reach 66% of the annual sewage supply to the system. Field observations lead to the supposition that a considerable stormwater volume could permeate to sewage system by hatches. In the investigation measurement device mounted under the hatch was used. The aim was to determine a real inflow to the sewage well during precipitation. In the two months of research, the whole inflow by hatch was 3,2 m<sup>3</sup> and a maximum daily inflow was 801,8 dm<sup>3</sup>. The influence of daily precipitation on pump station flow was examined. In the two days with the highest rain height, the pump station flow was 63% and 118% higher than the average flow in the considered period.

*Keywords: extraneous water in sanitary sewer system, separate sewage system, rainwater, extraneous water*

## Wprowadzenie

W systemach kanalizacji rozdzielczej wody obce składają się zasadniczo z dwóch strumieni – infiltrującej wody gruntowej (przez nieszczelności w kanałach lub podłączenie drenaży odwadniających) oraz wody opadowej [1]. Szereg badań [2]–[6] wykazał, że wody obce stanowią od 23,4% do 66% ścieków dopływających do oczyszczalni, w ujęciu rocznym. W wielu systemach kanalizacji sanitarnej charakterystyka dopływu ścieków do oczyszczalni podlega znaczącym wahaniom w czasie opadów deszczu [7]. W badaniach Weiss i in. [8] zbadano 34 oczyszczalnie i wykazano, że po okresach deszczowych dopływ do oczyszczalni był zwiększony jeszcze przez kilka tygodni, co musiało być spowodowane infiltracją wody podziemnej do sieci. W ciągu 4 lat badań, średnio 70% dopływu do oczyszczalni nie

stanowiły ścieki sanitarne, a więc wody o zdecydowanie mniejszym stopniu zanieczyszczenia. Dopływ wód infiltracyjnych i przypadkowych może powodować wylania z kanalizacji oraz przeciążenie oczyszczalni ścieków, co będzie wymagało większego zużycia energii oraz środków chemicznych [9]. Zwiększenie ilości ścieków dopływających do oczyszczalni podnosi koszty ich oczyszczania, co przekłada się na wzrost cen wody i ścieków.

Obserwacje terenowe pozwalają przypuszczać, że znaczna część wód deszczowych przedostaje się do kanalizacji przez otwory we włazach studzienek [7]. W badaniach wykonanych przez AQUANET S.A. w Poznaniu [10], natężenie przepływu przez właz wynosiło 0,43 dm<sup>3</sup>/s, dla włazu bez uszczelki obwodowej oraz 0,34 dm<sup>3</sup>/s dla włazu z uszczelką obwodową. Badania dotyczyły włazu poprawnie ułożonego w nawierzchni. Wielokrotnie obserwowano

jednak włazy niepoprawnie ułożone lub zniszczone wskutek eksploatacji. Właz obniżony względem otaczającego terenu pracuje jak wpust deszczowy.

Istnieje wiele metod określania ilości wód przypadkowych. W pracy [11] wymieniono 15 tradycyjnych podejść, bazujących na ogólnych danych pomiarowych, takich jak zużycie wody przez mieszkańców, dopływy do oczyszczalni, w różnych okresach (dobowych, rocznych). Oprócz tego stosowane są również metody chemiczne, badanie przewodów kamerami, zadymianie i inne. Żadna z wymienionych metod nie może być rozpatrywana jako idealna, ponieważ opracowane metody uwzględniają częściowo, całkowicie lub bez rozróżnienia źródła wód przypadkowych [12]. Niniejsza praca miała na celu sprawdzenie jaka objętość wody może przedostawać się do kanalizacji sanitarnej przez włazy studni.

mgr inż. Bartosz Bogusławski – <https://orcid.org/0000-0001-9220-5641>, dr hab. inż. Anna Głowacka, prof. ZUT – <https://orcid.org/0000-0002-4733-5970> – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Środowiska

inż. Piotr Sobczak – Goleniowskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o.

Adres do korespondencji/ Corresponding author: bartosz.boguslawski@zut.edu.pl

## Materiały i metody

Celem badań było określenie objętości wody opadowej jaka przedostaje się do kanalizacji sanitarnej przez włazy studzienek kanalizacyjnych. Podjęto również próbę określenia jaki wpływ miały opady w okresie badań na przepływy w lokalnej pompowni ścieków, bazując na dobowych sumach opadów oraz dobowych wydajnościach. Badania wykonano w obrębie wsi leżącej nieopodal miasta Goleniów, w województwie zachodniopomorskim. Główny przedmiot badań stanowiły wody opadowe przedostające się do wybranej studni kanalizacji sanitarnej, znajdującej się w rozważanej miejscowości. Przeanalizowano także dane z lokalnej przepompowni, do której dopływają ścieki z trzech sąsiadujących miejscowości. Badania obejmowały okres 4.01-28.02.2020 r. Pomimo okresu zimowego, na terenie Pomorza Zachodniego, w rejonie pomiarów temperatury utrzymywały się powyżej zera [13], [14]. Nie występowały opady śniegu.

Rozpatrywana studnia jest umieszczona w jezdni, obok drogi rowerowej. Miejsce zostało wybrane ze względu na słonek równo ułożenie włazu z nawierzchnią, co pozwala traktować przypadek jako ogólny. Rys. 1 przedstawia położenie włazu w jezdni.



Rys. 1  
Usytuowanie badanego włazu w jezdni  
Fig. 1 Location of the investigated hatch in the road

### Charakterystyka urządzenia pomiarowego

Układ pomiarowy składa się ze studni rewizyjnej, urządzenia umieszczonego pod włazem – Unitechnics WaterCounter WaCo oraz deszczomierza umieszczonego na terenie pobliskiej pompowni ścieków. Urządzenie zbudowane jest ze zbiornika przelewowego, który napełnia się wodą opadową przedostającą się przez właz. Po napełnieniu wykonuje obrót wylewając wodę deszczową do wnętrza studni. Komora ma pojemność 1,97 dm<sup>3</sup>. Całkowita ilość wody jaka dostała się do kanalizacji przez badany właz, określana była przez zliczenie obrotów urządzenia, przy znanej jego pojemności. Rys. 2 przedstawia sposób montażu

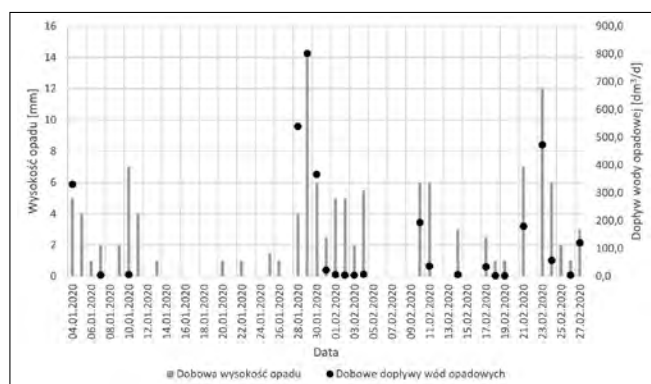


Rys. 2  
Urządzenie zamontowane pod włazem  
Fig. 2 Measure device mounted under the hatch

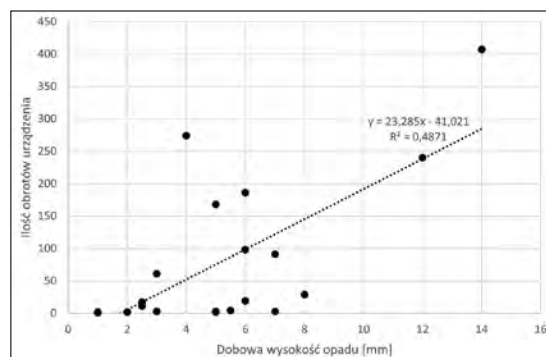


Rys. 3  
Urządzenie zamontowane w studni kanalizacyjnej  
Fig. 3 Measure device mounted in sewage well

Rys. 4  
Wyniki pomiarów dobowej wysokości opadu oraz dopływu wody opadowej do urządzenia pomiarowego  
Fig. 4 Results of measurements of daily precipitation height and stormwater inflow to measure device



Rys. 5  
Zależność wysokości opadu od ilości obrotów urządzenia  
Fig. 5 Relation of precipitation height and number of device turnovers



urządzenia pod włazem. Na rys. 3 widoczne jest urządzenie zamontowane w studni, z przygotowanym do montażu sitem zabezpieczającym. Urządzenie zapisuje wyniki obrotów interwałami, co 30 min, od uruchomienia. Oznacza to, że użytkownik otrzymuje informacje ile wykonano obrotów w każdym 30 minutowym cyklu pomiarowym.

## Wyniki badań

### Pomiary dopływu wody opadowej do studni

Od 4.01.2020 r. urządzenie zbierało dane dotyczące ilości wody opadowej. Jednocześnie zapisywane były dobowe wartości opadów, na podstawie wskazań deszczomierza. Rys. 4 przedstawia wyniki pomiarów. Ilość obrotów urządzenia została przeliczona na objętość wody opadowej.

Najwyższy dobowy opad, w dniu 29.01 (14 mm) spowodował największy dopływ do studni (801,8 dm<sup>3</sup>/d). Jednocześnie drugą największą wartość dopływu do studni (539,8 dm<sup>3</sup>/d) zarejestrowano 28.01, przy czym wysokość opadu tego dnia wyniosła 4 mm. Jak wynika z rys. 4 nie każdy dzień, w którym zarejestrowano opady na deszczomierzu, powodował spływ powierzchniowy i przedostawanie się wody opadowej do badanej studni. Część opadów powodowała pojedyncze obroty urządzenia w 30 minutowych cyklach. 7.01 zarejestrowano po jednym obrocie w 2 kolejnych cyklach pomiarowych, a więc w 60 minutowym okresie dopłynęło 3,94 dm<sup>3</sup>. Możliwe również, że niektóre

opady powodowały dopływ, ale na tyle niewielki, że nie został zarejestrowany, a urządzenie wykonało obrót dopiero przy następnych opadach. Maksymalna wartość dopływu w pojedynczym interwale pomiarowym miała miejsce 30.01 i wynosiła 201 dm<sup>3</sup>, co oznacza średnie natężenie przepływu ok. 0,11 dm<sup>3</sup>/s. W celu sprawdzenia zależności, że większe dobowe wysokości opadów powodują większe dopływy do studni, wykreślono linię trendu (rys. 5).

Współczynnik korelacji przedstawionej na rys. 5 linii trendu wynosi 0,698. Zależność jest niejednoznaczna, ponieważ druga najwyższa wartość ilości obrotów (274) wystąpiła dla stosunkowo niewielkiego opadu 4mm. Opady od 4 do 8 mm odpowiadały zarówno za znaczne dopływy, jak i bardzo małe (od 1 do 274 obrotów urządzenia). Opady w zakresie 1-3mm generowały niewielkie dopływy do studni (od 1 do 61 obrotów).

Miesiące badawcze (styczeń i luty) wyraźnie różniły się odnośnie do miesięcznej sumy opadów oraz zarejestrowanych dopływów do studni. W tabeli 1 przedstawiono podsumowanie badań dla obu miesięcy.

**Tabela 1. Podsumowanie badań w styczniu i lutym**  
**Table 1. Summary of research in January and February**

Parametr	Styczeń	Luty
Liczba dni z opadem	16	16
Suma opadów [mm]	56	68
Liczba dni z dopływem do studni	7	15
Całkowita liczba obrotów	1051	573
Dopływ wody opadowej [dm <sup>3</sup> ]	2070,47	1128,81
Liczba cykli pomiarowych z dopływem*	56	59
Średnia liczba obrotów w cyklu	19	10

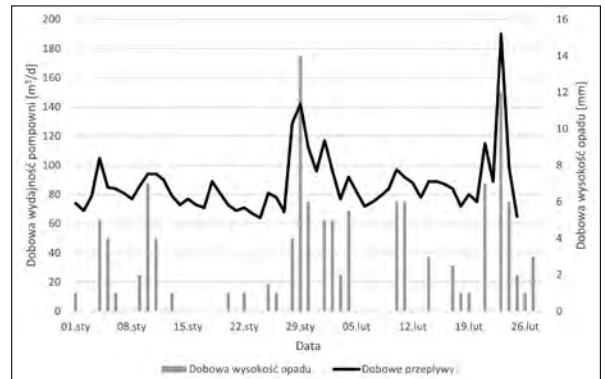
\* jako cykl pomiarowy z dopływem rozumie się, każdy 30 minutowy interwał zapisywania wyników, w którym zarejestrowano przynajmniej 1 obrót

Liczba dni, w których wystąpiły opady była jednakowa w styczniu i lutym 2020 roku. W lutym opady były o 12 mm wyższe niż w styczniu, co jednak nie przełożyło się na większe dopływy wód opadowych do studni kanalizacyjnej. W styczniu dopływ wyniósł 2,07 m<sup>3</sup>, a w lutym 1,13 m<sup>3</sup>. W styczniu tylko w ciągu 7 dni urządzenie zarejestrowało dopływ do studni (na 16 dni z opadem). Z kolei w lutym na 16 dni deszczowych, urządzenie zadziało 15 razy. W czasie badań liczba cykli 30 minutowych, w których wystąpił dopływ do studni była niemal równa (56 w styczniu i 59 w lutym). W styczniu dopływy były bardziej intensywne, średnia liczba obrotów w cyklu, w którym wystąpił dopływ wyniosła 19, przy średniej 10 w lutym. Pomimo równej liczby dni z opadem oraz większej sumy opadów w lutym, większy dopływ do studni zanotowano w styczniu i to przy 2 razy mniejszej liczbie dni, w których występował dopływ.

## Wpływ dobowej wysokości opadu na wydajność pompowni ścieków

Badana pompownia transportuje ścieki sanitarne z trzech sąsiednich miejscowości. Wyniki przedstawione w artykule, zostały odczytane ze wskazań przepływomierza w pompowni. Wyniki przepływów pompowni oraz wysokości opadu przedstawiono na rys. 6.

**Rys. 6**  
**Dobowa wysokość opadu oraz dobową wydajność pompowni w czasie trwania pomiarów**  
**Fig. 6. Daily precipitation height and daily pump station flow in the research period**



Najwyższe dobowe wartości opadów w dniach 29.01 oraz 23.02 odpowiadają najwyższym wartościom dobowej wydajności pompowni. W dniach tych przepływomierz wskazywał odpowiednio o 63% i 118% większe wartości w stosunku do średniej z całego analizowanego okresu. Na rys. 6 występowanie opadów w widoczny sposób pokrywa się z lokalnymi szczytami dobowych wydajności pompowni.

## Wnioski

W okresie badań całkowita ilość wody opadowej, jaka przedostała się przez właz studni kanalizacyjnej wynosiła ok. 3,2 m<sup>3</sup>. Gdyby przez wszystkie włazy znajdujące się w systemie (417 włazów) dopłynęła do kanalizacji taka ilość wody, to stanowiłaby ona ok. 25% wszystkich ścieków transportowanych przez pompownię. Maksymalny dobowy dopływ do studni wynosił 801,8 dm<sup>3</sup>. Wysokie dobowe wartości opadu (12mm; 14mm) generowały wysoki dopływ do studni (472,8 dm<sup>3</sup>; 801,8 dm<sup>3</sup>), jednocześnie wśród mniejszych opadów dobowych (1-7mm) występowały zarówno znaczące dopływy (539,8 dm<sup>3</sup>/d) jak i bardzo małe (1,97 dm<sup>3</sup>). Wskazuje to, że większe znaczenie dla dopływu wód opadowych mogą mieć chwilowe natężenia opadu, niż całkowita wielkość opadu w całym czasie jego trwania. Analiza wydajności pompowni oraz dobowej wysokości opadu pozwala wnioskować, że wody opadowe w znaczącym stopniu wpływają na ilość ścieków w systemie kanalizacji sanitarnej, chociaż mogą dopływać do kanalizacji innymi sposobami, nie tylko przez włazy studzienek rewizyjnych. Dobowe wartości opadu miały wyraźny wpływ zarówno na dopływ wód przypadkowych do studni jak i do pompowni.

## LITERATURA

- [1] C. Karpf i P. Krebs, „Assessment of extraneous water inflow in separate sewer networks”, Copenhagen/Denmark, 2005, s. 1–8.
- [2] G. Kaczor, „Wpływ wiosennych roztopów śniegu na dopływ wód przypadkowych do oczyszczalni ścieków bytowych”, *Acta Sci. Pol. Form. Circumietus*, nr 2, s. 27–34, 2011.
- [3] P. Bugajski, G. Kaczor, i K. Chmielowski, „Variable dynamics of sewage supply to wastewater treatment plant depending on the amount of precipitation water inflowing to sewerage network”, *J. Water Land Dev.*, nr 33, s. 57–63, 2017.
- [4] G. Kaczor, P. Bugajski, i T. Bergel, „Zastosowanie metody trójkąta do obliczenia objętości wód infiltracyjnych i przypadkowych w kanalizacji sanitarnej”, *Infrastruktura Ekol. Teren. Wiej.*, nr 3, s. 263–274, 2013.
- [5] O. Cieślak i J. Pawełek, „Dopływ wód obcych do kanalizacji sanitarnej na przykładzie gminy Mezos we Francji”, *Instal*, nr 7–8, 2014.
- [6] M. Beheshti i S. Saegrov, „Sustainability assessment in strategic management of wastewater transport system: a case study in Trondheim, Norway”, *Urban Water J.*, t. 15, nr 1, s. 1–8, 2018.
- [7] G. Kaczor, „Otwory we włazach studzienek kanalizacyjnych jako jedna z przyczyn przedostawania się wód przypadkowych do sieci rozdzielczej”, *Infrastruktura Ekol. Teren. Wiej.*, nr 9, s. 155–163, 2009.
- [8] G. Weiss, H. Brombach, i B. Haller, „Infiltration and inflow in combined sewer systems: long-term analysis”, *Water Sci. Technol.*, t. 45, nr 7, s. 11–19, 2002.
- [9] M. Beheshti i S. Saegrov, „Quantification assessment of extraneous water infiltration and inflow by analysis of the thermal behavior of the sewer network.”, *Water*, nr 10, 2018.
- [10] R. Ćwiertnia i T. Ćwiertnia, „Zasady poprawnego wykonania bilansu ilościowego ścieków dopływających do sieci kanalizacji sanitarnej oraz obiektów kanalizacyjnych na niej wybudowanych”, *Przegląd Bud.*, nr 7–8, s. 51–56, 2018.
- [11] J. De Benedittis, „Mesurage de l’infiltration et de l’exfiltration dans les réseaux d’assainissement”, Praca doktorska, INSA de Lyon, Francja, 2004.
- [12] J. De Benedittis i J. L. Bertrand-Krajewski, „Infiltration in sewer systems: comparison of measurement methods”, *Water Sci. Technol.*, t. 52, nr 3, s. 219–227, 2005.
- [13] W. Pawelec i S. Wereski, „Biuletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej. Styczeń 2020”, Insytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 1 (216), 2020.
- [14] W. Pawelec i S. Wereski, „Biuletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej. Luty 2020”, Insytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 2 (217), 2020.