



II Konferencja Naukowo-Techniczna „Błękitny San”

mgr inż. Tomasz BERGEL
prof. dr hab. inż. Jan PAWEŁEK
AKADEMIA ROLNICZA IM. H. KOŁŁĄTAJA
W KRAKOWIE

STRUKTURA ZUŻYCIA WODY W GOSPODARSTWACH WIEJSKICH

Wprowadzenie

Przy planowaniu racjonalnej gospodarki wodno-ściekowej, Jednym z podstawowych zagadnień jest prawidłowe określenie potrzeb wodnych, które są podstawą do wymiarowania nie tylko sieci wodociągowej, ale także kanalizacyjnej.

Przy obliczaniu zapotrzebowania na wodę dla wsi, zaleca się stosowanie wytycznych do obliczeń zapotrzebowania wody w wiejskich jednostkach osadniczych [7]. Zawarte w nich jednak wielkości jednostkowego zapotrzebowania na wodę, zostały opracowane na podstawie danych z lat 60-tych ubiegłego wieku i nie odpowiadają rzeczywistości jej zużyciu obserwowanemu na większości wodociągów wiejskich. Powodów takiego stanu rzeczy należy upatrywać przede wszystkim w zmianach jakie zaszły w tym okresie w sferze społeczno-gospodarczej kraju [6], a także sposobie zaopatrzenia w wodę, wyposażeniu mieszkań w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne oraz formach rozliczania za usługi wodociągowo-kanalizacyjne. Nieaktualność cytowanych wytycznych, potwierdzają najlepiej badania prowadzone od wielu lat przez różnych autorów, którzy jednoznacznie wykazali, iż rzeczywiste zużycie wody stanowi zaledwie ok. 50 % wartości podawanej w wytycznych [1, 2, 5].

Z problemem wielkości rzeczywistego zużycia wody, ściśle powiązany jest problem objętości ścieków odprowadzanych do kanalizacji z gospodarstw wiejskich. Ze względu bowiem na brak urządzeń służących do pomiaru wielkości odpływu tych ścieków, stosuje się powszechnie zasadę, iż objętość ścieków równa jest objętości zużywanej wody. Stosowanie tej zasady w praktyce wiąże się z poważnymi konsekwencjami, objawiającymi się przede wszystkim zawyżonymi kosztami budowy i eksploatacji systemów kanalizacyjnych, a także gorszymi efektami osiąganymi w oczyszczaniu ścieków. Przyjmowanie na etapie

projektowania zawyżonego zużycia wody, powoduje bowiem przewymiarowanie sieci kanalizacyjnej i obiektów oczyszczalni ścieków. Z kolei zakładanie, że cała zużyta w gospodarstwie wiejskim woda, trafi w postaci ścieków do sieci kanalizacyjnej jest również błędne, ponieważ występujące na wsi charakterystyczne cele zużycia wody powodują, że pewna objętość wody po wykorzystaniu wsiąka w glebę, odpływa do pobliskiego rowu lub ciek, wyparowuje albo jest zagospodarowywana w inny sposób. Objętość ta stanowi tzw. bezzwrotne zużycie wody [4]. O jego wielkości decyduje struktura zużycia wody, czyli różnorodność celów, na które jest zużywana woda. W typowych gospodarstwach wiejskich woda zużywana jest na:

- potrzeby bytowe mieszkańców,
- chów zwierząt,
- podlewanie zieleńców i upraw,
- mycie samochodów, pojazdów i maszyn rolniczych,
- rozcieńczenie środków chemicznej ochrony roślin,
- utrzymanie czystości w obejściu gospodarstw,
- inne, np. roboty budowlane.

Spśród wyżej wymienionych celów, tylko woda na potrzeby bytowe mieszkańców po wykorzystaniu trafia do kanalizacji w postaci ścieków. Jaka zatem część z całkowitego zużycia wody w gospodarstwie jest zużywana na pozostałe cele pomniejszając tym samym objętość ścieków w stosunku do objętości zużywanej wody? W artykule tym podjęto próbę odpowiedzi na powyższe pytanie.

Opis obiektów i metodyka badań

W celu określenia struktury zużycia wody, w latach 2002-2003 przeprowadzono bezpośrednie badania w 14 wybranych gospodarstwach wiejskich położonych na terenie miejscowości Mszana Górna (woj. małopolskie, pow. limanowski).

Wieś Mszana Górna ma typowo rolniczy charakter, chociaż użytki rolne stanowią tylko ok. 66 % powierzchni gruntów. Duży odsetek rzędu 30 %, wynikający z położenia w mezoregionie Gorców, stanowią lasy i grunty leśne. Na omawianym obszarze dominują trudne warunki gospodarowania, spowodowane ukształtowaniem terenu (poprzedzielane dolinami wzniesienia ze stromymi stokami północnymi) i krótszym od przeciętnego okresem wegetacyjnym. Średnia z wielolecia wysokość opadów atmosferycznych wynosi 850 mm (co odpowiada terenom górskim), a średnia roczna temperatura powietrza wynosi +6,5° C. Dominującym kierunkiem w produkcji rolniczej jest chów bydła, a w mniejszym stopniu

trzody chlewnej i owiec. Uprawia się tu prawie wyłącznie zboża, ziemniaki i rośliny pastewne.

Wybrane do badań gospodarstwa, stanowiły swego rodzaju odzwierciedlenie współczesnej polskiej wsi. Były to zarówno gospodarstwa typowo rolnicze, których mieszkańcy w głównej mierze utrzymywali się z pracy na roli, ale były również takie, które poza tym, że były zlokalizowane na wsi, niczym nie różniły się od gospodarstw położonych w miastach. Średnia powierzchnia badanych gospodarstw wynosiła 4,0 ha, przy czym najmniejsze miało 0,08 ha, a największe 8,0 ha. Wspólną ich cechą było zasilanie w wodę tylko z jednego źródła – wodociągu grupowego, odprowadzanie ścieków bytowych do kanalizacji zbiorowej oraz najwyższa V kategoria wyposażenia mieszkań w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne oznaczająca, że woda wodociągowa doprowadzona była do mieszkań wyposażonych w zlew kuchenny, spłukiwany ustęp oraz urządzenia kąpielowe zaopatrywane w ciepłą wodę.

Aby możliwym było określenie wielkości zużycia wody na cele bytowe i dodatkowe, w każdym z gospodarstw zamontowano dwa wodomierze: główny i dodatkowy. Pierwszy z nich typu JS 2,5 17, mierzący całkowite zużycie wody w gospodarstwie zainstalowano na przyłączy wodociągowym, drugi typu JS 1,5 17 – w miejscach poboru wody na cele dodatkowe, tzn. w stajni, garażu lub na zewnątrz budynku mieszkalnego. Z uwagi na zastosowane wodomierze skrzydełkowe firmy Metron, błąd względny pomiaru wynosił $\pm 2\%$.

W celu rejestracji odczytów wodomierzowych przygotowano specjalne dzienniki, do których raz na dobę o stałej porze wpisywano stan wodomierza głównego i dodatkowego, aktualną liczbę mieszkańców i zwierząt oraz odnotowywano fakt zużycia wody na cele dodatkowe, z wyjątkiem zużycia wody przez zwierzęta, gdyż ten cel występował codziennie. Tak zaproponowana metodyka badań, pozwoliła na obserwację struktury dobowego zużycia wody. Odejmując od całkowitego zużycia wody w gospodarstwie, zużycie wody na cele dodatkowe, obliczono zużycie wody na potrzeby bytowe mieszkańców.

Analiza wyników

Na podstawie przeprowadzonych bezpośrednich pomiarów zużycia wody, możliwym było między innymi określenie całkowitego dobowego zużycia wody w gospodarstwie. Jego średnie wartości dla całej grupy gospodarstw w poszczególnych miesiącach zestawiono w tabeli 1. Widać, że średnie dobowe zużycie wody obliczone dla poszczególnych lat kształtowało się na poziomie ok. $500 \text{ dm}^3 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, czyli było 4-krotnie mniejsze od wielkości

średniego dobowego zużycia wody w gospodarstwie wynoszącego $2 \text{ m}^3 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ obliczonego przez Heidricha i in. [3] na podstawie wytycznych.

Na uwagę zasługuje także zamieszczone w tej tabeli dobowe zużycie wody na tzw. przeliczeniowego mieszkańca (PM), które uwzględnia wszystkie cele zużycia wody w gospodarstwie wiejskim. Oblicza się go dzieląc całkowite zużycie wody w gospodarstwie przez liczbę domowników. Dla poszczególnych lat badawczych wyniosło ono średnio ok. 93 i $99 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. W tym miejscu należy zaznaczyć, że jest ono znacznie niższe od jednostkowego zapotrzebowania wody podawanego w wytycznych na jednego mieszkańca wynoszącego $150 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ i co ważne – uwzględniającego tylko potrzeby bytowe.

Tabela 1. Średnie dobowe całkowite zużycie wody w gospodarstwie w latach 2002-2003

Miesiąc	Zużycie wody			
	2002		2003	
	$\text{dm}^3 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$\text{dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$\text{dm}^3 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$\text{dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
Styczeń	431,8	81,2	524,0	95,1
Luty	449,1	82,5	508,3	91,4
Marzec	504,4	92,6	524,1	97,8
Kwiecień	511,4	93,1	561,9	107,7
Maj	546,4	99,8	568,3	105,8
Czerwiec	528,3	94,1	541,7	101,5
Lipiec	537,6	98,6	542,9	103,6
Sierpień	520,9	95,2	529,9	99,7
Wrzesień	492,8	88,5	492,4	91,4
Październik	464,9	85,3	489,2	93,2
Listopad	499,1	95,0	494,7	95,2
Grudzień	555,0	103,6	540,6	103,8
Średnia	503,5	92,5	526,5	98,9

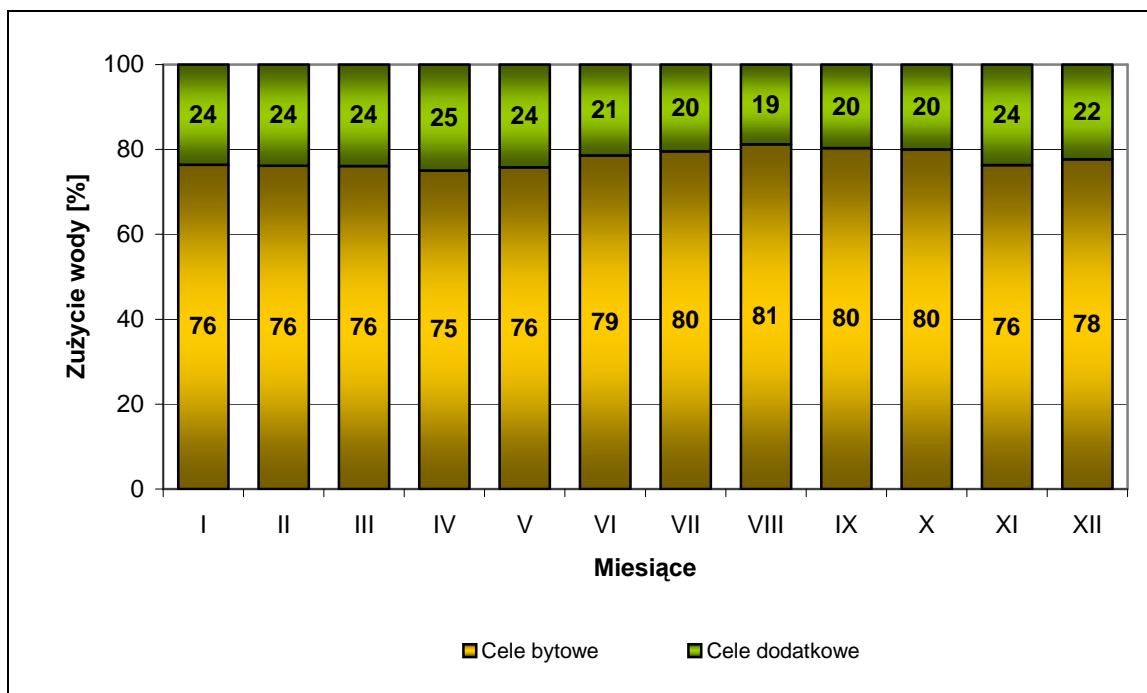
Kolejnym etapem badań, było podzielenie całkowitego zużycia wody w gospodarstwie na zużycie wody na cele bytowe i dodatkowe. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 2. Zaobserwowane średnie dobowe zużycie wody na cele bytowe w analizowanych gospodarstwach w zależności od miesiąca zmieniało się od 83 do 110 % wartości średniej obliczonej dla całego roku. Nieco odmienna sytuacja miała miejsce w przypadku zużycia wody na cele dodatkowe. Dla poszczególnych miesięcy okresu badawczego,

charakteryzowało się ono w skrajnych przypadkach zmiennością rzędu 78 – 123 % średniego zużycia wody na cele dodatkowe obliczonego dla poszczególnych lat.

Dla wyraźniejszego zobrazowania udziału poszczególnych celów zużycia wody w zużyciu całkowitym, na rycinie 1 przedstawiono go w ujęciu procentowym. Ponieważ udział ten w poszczególnych miesiącach w roku 2002 i 2003 był podobny, na rycinie 1 przedstawiono uśrednione wartości dla dwulecia. Jak można zauważyć, zużycie wody na cele bytowe w poszczególnych miesiącach wahało się od 75 do 81 %, natomiast na cele dodatkowe od 19 do 25 % całkowitego zużycia wody w gospodarstwie. Średnio dla całego okresu badań stosunek ten przedstawiał się następująco: cele bytowe – 78 %, cele dodatkowe – 22 %.

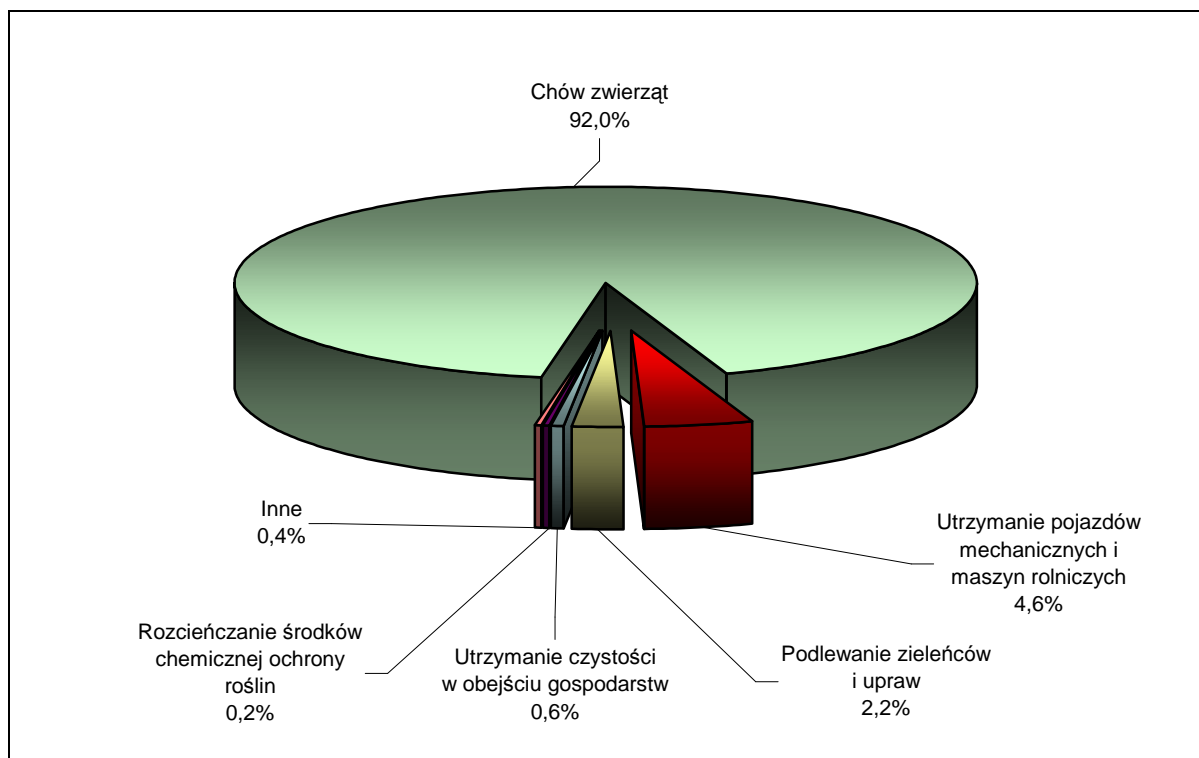
Tabela 2. Średnie dobowe zużycie wody na cele bytowe i dodatkowe w analizowanych gospodarstwach w latach 2002-2003

Miesiąc	Zużycie wody [$\text{dm}^3 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$]			
	2002		2003	
	cele bytowe	cele dodatkowe	cele bytowe	cele dodatkowe
Styczeń	330,4	101,4	400,0	124,0
Luty	338,5	110,6	391,4	116,9
Marzec	386,6	117,7	395,5	128,6
Kwiecień	392,3	119,1	412,4	149,6
Maj	426,9	119,5	417,7	150,6
Czerwiec	418,4	109,9	422,5	119,2
Lipiec	436,4	101,2	423,0	119,9
Sierpień	433,8	87,1	419,6	110,4
Wrzesień	403,4	89,4	388,2	104,2
Październik	381,4	83,6	381,4	107,8
Listopad	383,0	116,1	375,4	119,3
Grudzień	426,8	128,2	424,2	116,4
Średnia	396,5	107,0	404,3	122,2



Ryc. 1. Procentowy udział zużycia wody na cele bytowe i dodatkowe w całkowitym zużyciu wody w analizowanych gospodarstwach w Mszanie Górnej

Bezpośrednie badania zużycia wody nie pozwoliły niestety na określenie wielkości zużycia wody na poszczególne cele dodatkowe. W tak długim okresie czasu w jakim prowadzono badania, było to praktycznie niemożliwe i dlatego zdecydowano się na przeprowadzenie ankietowania, dzięki któremu określono przybliżoną strukturę zużycia wody na cele dodatkowe w rozpatrywanych gospodarstwach. Wyniki ankietowania przedstawia rycina 2.



Ryc. 2. Udział zużycia wody na poszczególne cele dodatkowe w analizowanych gospodarstwach w Mszanie Górnej

Jak pokazało ankietowanie, zdecydowanie największa część zużycia wody na cele dodatkowe przypada na chów zwierząt. Liczącymi się celami jest jeszcze utrzymanie pojazdów mechanicznych i maszyn rolniczych oraz podlewanie zieleńców i upraw. Pozostałe cele łącznie stanowią niewiele ponad 1 % całkowitego zużycia wody na cele dodatkowe. Można powiedzieć, że chów zwierząt decyduje o wielkości bezzwrotnego zużycia wody w analizowanych gospodarstwach wiejskich. Najlepszym tego dowodem jest zmniejszony od czerwca do października udział zużycia wody na cele dodatkowe w całkowitym zużyciu wody w gospodarstwie (ryc. 1). Jak dowiodło ankietowanie, w miesiącach tych zwierzęta pojone były poza gospodarstwem, do czego wykorzystywana była woda z licznych źródeł zlokalizowanych w pobliżu miejsc wypasu bydła.

Zaobserwowana struktura zużycia wody w gospodarstwach wiejskich pokazała jednoznacznie, że nie cała woda wykorzystana w gospodarstwie trafia do kanalizacji w postaci ścieków. Mając do dyspozycji zużycie wody na cele bytowe i uwzględniając zmienną liczbę mieszkańców w poszczególnych gospodarstwach, obliczono jednostkowe zużycie wody, które może być podstawą do określenia jednostkowego odpływu ścieków bytowych z gospodarstw wiejskich. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Średnie jednostkowe zużycie wody na cele bytowe w analizowanych gospodarstwach w Mszanie Górnej w latach 2002-2003

Miesiące	Jednostkowe zużycie wody [$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$]	
	2002	2003
Styczeń	61,3	71,4
Luty	60,8	69,0
Marzec	70,0	72,7
Kwiecień	70,1	77,7
Maj	77,4	76,6
Czerwiec	74,1	77,9
Lipiec	79,8	80,6
Sierpień	78,7	78,7
Wrzesień	72,2	71,6
Październik	69,9	70,9
Listopad	71,7	69,8
Grudzień	78,6	79,3
Średnia	72,1	74,7

Potwierdzają one tezę, że rzeczywiste zużycie wody na cele bytowe w gospodarstwach wiejskich jest znacznie mniejsze od przyjmowanego na podstawie wytycznych, wynoszącego $150 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Obliczona średnia wieloletnia nie przekraczała 50 % tej wartości.

Przeprowadzone badania dowiodły równocześnie, że stosowana w projektowaniu zasada, stawiająca znak równości pomiędzy wielkością zużycia wody a odpływem ścieków z gospodarstw wiejskich jest błędna i na skutek dalszych, szeroko zakrojonych badań powinna zostać zweryfikowana.

Wnioski

1. Stwierdzone na podstawie bezpośrednich badań, średnie dobowe zużycie wody w gospodarstwach wiejskich w Mszanie Górnej, kształtowało się na poziomie ok. $500 \text{ dm}^3 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, co w przeliczeniu na mieszkańca wyniosło ok. $96 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.
2. Zaobserwowana struktura zużycia wody wykazała, że zużycie wody na cele bytowe stanowiło 78 % całkowitego zużycia wody w gospodarstwie, natomiast woda wykorzystywana do zaspokojenia celów dodatkowych, stanowiąca tzw. bezzwrotne zużycie wody – 22 %.

3. Uwzględniając strukturę zużycia wody stwierdzono, że zużycie wody na cele bytowe, które powinno być podstawą do określenia jednostkowego odpływu ścieków bytowych z gospodarstw wiejskich, wyniosło średnio dla analizowanego dwulecia $73,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, czyli stanowiło ok. 50 % wartości przyjmowanej w projektowaniu systemów kanalizacyjnych.
4. Największy udział w bezzwrotnym zużyciu wody stanowił chów zwierząt (92 %), a znacznie mniejszy woda wykorzystywana do utrzymania pojazdów mechanicznych i maszyn rolniczych (4,6 %) oraz do podlewania zieleńców i upraw (2,2 %). Pozostałe cele zużycia nie miały istotnego udziału.

Literatura:

1. **Błażejowski R., Waack A.** 1996. Zużycie wody wodociągowej w wybranych wsiach woj. poznańskiego. Międzyn. Konf. Nauk.-Techn. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. Poznań, s. 337-347.
2. **Chudzik B.** 1991. Ocena odpływu wód ściekowych na podstawie pomiarów użycia wody wybranych wsi województwa wrocławskiego. Sesja panelowa „Inżynierijno-ekologiczne uwarunkowania rozwoju infrastruktury technicznej w rolnictwie”. Wrocław, s. 16-22.
3. **Heidrich Z., Witkowski A., Chudzicki J., Musiał A.** 1992. Zasady określania zapotrzebowania na wodę w wiejskich jednostkach osadniczych. GWiTS 1/1992, s. 15-17.
4. **Pawełek J., Bergel T.** 2003. Objętość ścieków bytowych a zużycie wody w gospodarstwach wiejskich. Inżynieria Rolnicza 3/2003, PAN, s. 81-89.
5. **Pawełek J., Długosz M.** 1998. Wytyczne do obliczania zapotrzebowania na wodę w osiedlach wiejskich w świetle potrzeby ich nowelizacji. Międzyn. Konf. Nauk.-Techn. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. Poznań, s. 73-79.
6. **Suligowski Z.** 1993. Problemy rozwoju wodociągów i kanalizacji w świetle nowej sytuacji społeczno-gospodarczej. GWiTS 12/1993, s. 323-326.
7. Zarządzenie nr 1 Ministra Rolnictwa z dn. 5.01.1966 r. w sprawie wytycznych do obliczeń zapotrzebowania na wodę w wiejskich jednostkach osadniczych (Dz. Bud. nr 3 z 1967 r., poz. 13).