

Janusz Ryszard RAK

*Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków,
Politechnika Rzeszowska*

LOGISTYKA ZAOPATRZENIA W WODĘ W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH

LOGISTICS OF WATER SUPPLY IN CRISIS SITUATIONS

Za początki działań logistycznych w sytuacjach kryzysowych w odniesieniu do ludności cywilnej, uważa się zorganizowane międzynarodowe akcje humanitarne po katastrofach naturalnych, które miały miejsce w końcowych latach XX wieku. W pracy zaprezentowano metodykę bilansowania zapotrzebowania na wodę do spożycia w sytuacjach kryzysowych. Za sytuację kryzysową uznano brak dostawy wody z istniejących 4 wodociągów gminnych obsługujących 10 sołectw wchodzących w skład gminy. Wyróżniono 5 poziomów dostawy wody: fizjologiczny, minimalny, niezbędny, wymagany, zalecany. Stosowane obliczenia dokonano na przykładzie gminy, jako podstawowej jednostki terytorialnej w Polsce. W przedstawionym bilansie uwzględniono potrzeby: ludności, placówek oświatowych, służby zdrowia, administracji publicznej, gastronomii, handlu i zwierząt hodowlanych. Przedstawiono alternatywne zaopatrzenie reglamentowanej wody w opakowaniach konfekcjonowanych lub beczkowozach.

W bilansie uwzględniono także możliwości poboru wody ze studni prywatnych i publicznych.

For the beginnings of logistics of crisis situations the final decade of the twentieth century is considered, when international humanitarian disasters were organized after catastrophes associated with natural forces. In the paper a methodology for balancing the demand for drinking water in crisis situations was presented. For the crisis situation the lack of water supply from existing four municipal water supply systems serving ten villages belonging to the municipality was considered. Five levels of water supply are distinguished: physiological, minimal, necessary, required and recommended. Used calculations are made on the example of the municipality as the basic territorial unit in Poland. In the water demand are included needs: population, educational institutions, health care, public administration, catering, trade and livestock. The paper presents an alternative water supply rationed in packs of bottled or tanker. The balance also includes the possibility of collecting water from private and public wells.

1. Wprowadzenie

Pierwotna interpretacja terminu logistyka pochodzi z czasów starożytnych, kiedy to zawód urzędnika kontrolującego rachunki poddanych i przekazywanie stosownych sprawozdań władzy określany był mianem „logistes” [1]. Z kolei logista w wojskach starożytnego Rzymu organizował zaopatrzenie dla wojska. Geneza francuskiego terminu „loger” dotyczy sposobów zabezpieczenia potrzeb socjalno-bytowych wojska, co można odnieść do współczesnego kwatermistrzostwa [9].

Logistyka w sytuacjach kryzysowych spowodowanymi zagrożeniami niemilitarnymi obejmuje działania podejmowane na rzecz ludności poszkodowanej. Do zagrożeń kryzysowych o charakterze niemilitarnym zalicza się katastrofy naturalne, poważne awarie techniczne, niepokoje społeczne a także ataki terrorystyczne. Jej zadaniem jest opracowanie rozwiązań teoretycznych pozwalających na kształtowanie, sterowanie i kontrolę procesów zaopatrzeniowych i usługowych realizowanych na rzecz poszkodowanych w sytuacjach kryzysowych [3].

Zaopatrzenie ludności poszkodowanej to głównie woda do spożycia, żywność, środki higieny osobistej, środki czystości, alternatywne nośniki energii itp. [5]. Usługi to przede wszystkim usługi medyczne niezbędne dla ratowania zdrowia i życia ludności poszkodowanej itp. Priorytetem jest, aby zaopatrzenie i usługi docierały do poszkodowanej ludności we właściwym czasie, we właściwym miejscu, we właściwej postaci oraz w niezbędnych ilościach i właściwej jakości [8]. Usługi logistyczne świadczone ludności obejmują usługi gospodarczo-bytowe, usługi specjalistyczne i pomoc socjalną.

Prekursorem współczesnej logistyki była logistyka wojskowa (ang. Military Logistics), która swoje początki miała w Marynarce Wojennej USA podczas II wojny światowej. Uważa się, że początki logistyki sytuacji kryzysowych to końcowe lata XX wieku i związane to było ze zorganizowanymi międzynarodowymi akcjami humanitarnymi po katastrofach naturalnych (związanych z siłami natury) [9,10].

Celem pracy jest pokazanie metodyki bilansowania zapotrzebowania na wodę w sytuacjach kryzysowych na poziomie jednostki terytorialnej – gminy przy braku możliwości korzystania z systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę (SZZW).

2. Uwarunkowania prawne

W dniu 22 sierpnia 2007 roku weszła w życie ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 roku o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U.Nr 89, poz. 590). Zarządzanie kryzysowe to działalność organów administracji publicznej będąca elementem kierowania bezpieczeństwem, które polega na [11]:

- zapobieganiu sytuacjom kryzysowym,
- przejmowaniu nad nimi kontroli,
- reagowaniu w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowych,
- odtworzeniu infrastruktury w szczególności infrastruktury krytycznej.

Infrastruktura krytyczna to systemy oraz wchodzące w ich skład, powiązane ze sobą obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców. W skład infrastruktury krytycznej wchodzi między innymi systemy zaopatrzenia w wodę i żywność [6].

Ustawa wprowadza obowiązek opracowania planu reagowania kryzysowego na poziomie krajowym, wojewódzkim, powiatowym oraz gminnym. Organem właściwym w sprawach zarządzania na terenie gminy jest Wójt Gminy. Organem pomocniczym Wójta Gminy jest Gminny Zespół Zarządzania Kryzysowego [11].

3. Podstawy zarządzania logistycznego

Krajowy system zarządzania kryzysowego obejmuje trzy poziomy:

- lokalny (gminny, miejski, powiatowy),
- wojewódzki,
- centralny.

Składową zarządzania kryzysowego jest zarządzanie logistyczne. Obejmuje ono zapewnienie osobom poszkodowanym opieki medycznej, warunków bytowania a także sprawne przemieszczanie ludzi i zasobów materialnych. Zasoby logistyczne to środki bezpieczeństwa, które potencjalnie mogą być użyte w działaniach ratowniczych i w eliminowaniu skutków realizacji zagrożenia oraz w działaniach odtwarzających infrastrukturę krytyczną [3, 9]. Jakościowo zasoby logistyczne zapewniające ochronę ludności w dużej mierze zależą od potencjału gospodarczego danego regionu. Podstawowymi zasobami logistycznymi są środki Państwowej Straży Pożarnej i Państwowego Ratownictwa Medycznego.

Ratownictwo zorganizowane jest w ramach:

- Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego,
- Państwowego Ratownictwa Medycznego.

W Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym zorganizowane są jednostki:

- ratowniczo-gaśnicze,
- ratownictwa medycznego,
- wodno-nurkowe,
- wysokościowe,
- poszukiwawczo-ratunkowe.

Ponadto działają grupy specjalistyczne w branżach o podwyższonym ryzyku występowania zagrożeń:

- górnicze,
- górskie,
- morskie.

Obszary działań zabezpieczenia logistycznego przedstawiają się następująco:

- logistyka zaopatrzenia,
- logistyka produkcji,
- logistyka dystrybucji,
- logistyka serwisu,
- magazynowanie dóbr,
- rekultywacja skażonego środowiska.

4. Zaopatrzenie ludności gminy w wodę do spożycia w warunkach kryzysowych

Gmina X zajmuje obszar 100 km², co stanowi 7,5% powierzchni powiatu. Liczba ludności gminy wynosi 8500 mieszkańców. Gęstość zaludnienia wynosi 85 mk/km². W skład gminy wchodzi 10 sołectw. Lasy obejmują 35% powierzchni gminy tj. 35 km². Użytki rolne zajmują 52% powierzchni tj. 52 km², w tym: grunty orne 42%, a łąki i pastwiska 10%.

Na terenie gminy przeważają miejscowości o dobrym stopniu zurbanizowania z rozwiniętą infrastrukturą komunalną w gminie z wodociągowane jest 93% gospodarstw domowych a 7% korzysta jedynie z wody z własnej studni, 20,5% mając wodę z wodociągu, korzysta również z własnych studni.

Do sieci wodociągowej na terenie gminy, liczącej 150,8 km długości, podłączone są 2054 budynki. Średnie jednostkowe zużycie wody przez mieszkańców wynosi 102,5 dm³/km.d. Na terenie gminy znajdują się cztery Stacje Uzdatniania Wody (StUzW), które wykorzystują zasoby wód podziemnych. Ich nominalne wielkości produkcji wody wynoszą:

StUzW1 – 180 m³/d

StUzW2 – 370 m³/d

StUzW3 – 320 m³/d

StUzW4 – 255 m³/d

Razem: 1125 m³/d

System zbiorowego zaopatrzenia w wodę gminy ma charakter nadmiarowy tzn., że produkcja nominalna przewyższa maksymalne zapotrzebowanie dobowe na wodę do spożycia. Dobowe zużycie wody w warunkach normalnych na podstawie sprzedaży przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Zestawienie liczby ludności i średniego zużycia wody w gminie

Miejscowość	Liczba mieszkańców [mk]	Zużycie wody [m ³ /d]
A	630	50,4
B	705	52,9
C	205	12,3
D	385	28,9
E	780	741
F	2100	252,0
G	1050	120,8
H	1355	155,8
I	820	82,0
J	470	42,3
Razem	8500	871,5

Kryzysowe jednostkowe zapotrzebowania na wodę wynoszą: fizjologiczne $q_f = 2,0$ dm³/mk d (minimalne $q_{mf} = 0,5$, (niezbędne $q_{nf} = 1,5$ dm³/mk d), minimalne $q_{min} = 7,5$ dm³/mk d, niezbędne $q_{niezb.} = 15$ dm³/mk d, wymagane $q_{wym} = 30$ dm³/mk d i zalecane $q_{zal.} = 50$ dm³/mk d

Fizjologiczne, niezbędne, minimalne, wymagane i zalecane zapotrzebowanie na wodę dla poszczególnych miejscowości zestawiono w tab. 2 [2, 4].

Tab. 2. Bilans fizjologicznego, minimalnego, niezbędnego, wymaganego i zalecanego zapotrzebowania na wodę w warunkach kryzysowych w m³/d

Miejscowość	Liczba mieszkańców	Zapotrzebowanie na wodę do spożycia						
		minimalne	niezbędne	wymagane	zalecane	fizjologiczne	minimalne fizjologiczne	niezbędne fizjologiczne
		Qd _{min}	Qd _{niezb.}	Qd _{wym.}	Qd _{zal.}	Qd _{fizj.}	Qd _{mf}	Qd _{nf}
A	630	4,73	9,45	18,90	31,50	1,26	0,32	0,95
B	705	5,29	10,58	21,16	35,25	1,41	0,35	1,06
C	205	1,54	3,08	6,16	10,25	0,41	0,10	0,31
D	385	2,89	5,78	11,56	19,25	0,67	0,19	0,58
E	780	5,85	11,70	23,40	39,00	1,56	0,39	1,17
F	2100	15,75	31,50	63,00	105,00	4,20	1,05	3,15
G	1050	7,88	15,75	31,50	52,50	2,10	0,53	1,58
H	1355	10,16	20,33	40,66	67,75	2,71	0,68	2,03
I	820	6,15	12,30	24,60	41,00	1,64	0,41	1,23
J	470	3,53	7,05	14,1	23,50	0,94	0,24	0,71
RAZEM		63,77	127,53	255,04	425	16,90	1277	12,77

Zapotrzebowanie na wodę dla zwierząt hodowlanych.

Zapotrzebowanie minimalne:

$$\text{bydło: } 1650 \text{ szt.} \cdot 0,0125 \text{ m}^3/\text{szt.} = 20,63 \text{ m}^3$$

$$\text{trzoda chlewna: } 8130 \text{ szt.} \cdot 0,0025 \text{ m}^3/\text{szt.} = 20,33 \text{ m}^3$$

$$\text{kozy, owce: } 51 \text{ szt.} \cdot 0,0075 \text{ m}^3/\text{szt.} = 0,38 \text{ m}^3$$

$$\text{Razem: } 41,34 \text{ m}^3$$

Zapotrzebowanie niezbędne:

$$\text{bydło: } 1650 \text{ szt.} \cdot 0,025 \text{ m}^3/\text{szt.} = 41,25 \text{ m}^3$$

$$\text{trzoda chlewna: } 8130 \text{ szt.} \cdot 0,005 \text{ m}^3/\text{szt.} = 40,65 \text{ m}^3$$

$$\text{kozy, owce: } 51 \text{ szt.} \cdot 0,0015 \text{ m}^3/\text{szt.} = 0,77 \text{ m}^3$$

$$\text{Razem: } 82,67 \text{ m}^3$$

Zapotrzebowanie na wodę dla obiektów użyteczności publicznej

Zapotrzebowanie niezbędne:

placówki oświatowe

przedszkola:

$$160 \text{ dzieci} \cdot 0,03 \text{ m}^3/\text{dziecko} = 4,8 \text{ m}^3/\text{d}$$

szkoły podstawowe i gimnazja:

$$770 \text{ uczniów} \cdot 0,012 \text{ m}^3/\text{ucznia} = 9,24 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Razem: } 14,04 \text{ m}^3/\text{d}$$

Służba zdrowia

$$\text{ośrodki zdrowia i przychodnie: } 80 \text{ pacjentów} \cdot 0,0085 \text{ m}^3/\text{pacjenta} = 0,68 \text{ m}^3/\text{d}$$

Administracja

$$\text{urzędy i instytucje: } 45 \text{ pracowników} \cdot 0,017 \text{ m}^3/\text{pracownika} = 0,77 \text{ m}^3/\text{d}$$

Gastronomia

$$\text{restauracje i bary: } 330 \text{ miejsc} \cdot 0,080 \text{ m}^3/\text{miejsce} \cdot d = 26,4 \text{ m}^3/\text{d}$$

Handel

$$\text{sklepy spożywcze: } 55 \text{ pracowników} \cdot 0,01 \text{ m}^3/\text{pracownika} \cdot d = 0,55 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{sklepy przemysłowe: } 20 \text{ pracowników} \cdot 0,005 \text{ m}^3/\text{pracownika} \cdot d = 0,10 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Razem: } 0,65 \text{ m}^3/\text{d}$$

Bilans minimalnych dostaw wody

$$\text{dla potrzeb bytowo-gospodarczych ludności } 63,77 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla potrzeb fizjologicznych ludności } 4,26 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla zwierząt hodowlanych } 41,34 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Razem: } 109,37 \text{ m}^3/\text{d}$$

Bilans niezbędnych dostaw wody

$$\text{dla potrzeb bytowo-gospodarczych ludności } 127,53 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla potrzeb fizjologicznych ludności } 12,77 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla zwierząt hodowlanych } 82,67 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla placówek oświatowych } 14,04 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla służby zdrowia } 0,68 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla urzędów i instytucji } 0,77 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla gastronomii } 26,40 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{dla handlu } 0,65 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Razem: } 265,51 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dostawy wody dla potrzeb fizjologicznych ludności w ilościach minimalnych i niezbędnych dostarczana będzie w opakowaniach konfekcjonowanych.

Woda w opakowaniu jednostkowym $1,5 \text{ dm}^3$

Liczba butelek w zgrzewce – 6 sztuk

Liczba zgrzewek w jednej warstwie – 21 sztuk

Liczba warstw w palecie – 4

Liczba butelek w palecie – $4 \cdot 21 \cdot 6 = 504$ sztuki

Objętość wody w jednej palecie – $(1,5 \cdot 504)/1000 = 0,756 \text{ m}^3$

Woda w opakowaniu jednostkowym 5 dm^3

Liczba pojemników w jednej warstwie – 36 sztuk

Liczba warstw w palecie – 4

Liczba pojemników w palecie – $4 \cdot 36 = 144$ sztuki
 Objętość wody w palecie – $(5 \cdot 144)/1000 = 0,720 \text{ m}^3$

Liczba palet z butelkami $1,5 \text{ dm}^3$ dla zapotrzebowania fizjologicznego minimalnego

$$l_{f \text{ min}} = \frac{4,26}{0,756} = 5,6 \approx 6 \text{ palet}$$

Liczba palet z pojemnikami 5 dm^3 dla zapotrzebowania fizjologicznego minimalnego

$$l_{f \text{ min}} = \frac{4,26}{0,72} = 5,9 \approx 6 \text{ palet}$$

Liczba palet z butelkami $1,5 \text{ dm}^3$ dla zapotrzebowania fizjologicznego niezbędnego

$$l_{f \text{ niez.}} = \frac{12,77}{0,756} = 16,9 \approx 17 \text{ palet}$$

Liczba palet z pojemnikami 5 dm^3 dla zapotrzebowania fizjologicznego niezbędnego

$$l_{f \text{ niez.}} = \frac{12,77}{0,72} = 17,7 \approx 18 \text{ palet}$$

Bilans minimalnych dostaw wody bez potrzeb fizjologicznych ludności wynosi:
 $109,37 - 4,26 = 105,11 \text{ m}^3/\text{d}$

Bilans niezbędnych dostaw wody bez potrzeb fizjologicznych ludności wynosi:
 $265,51 - 12,77 = 252,74 \text{ m}^3/\text{d}$

Dostawy wody w ilościach minimalnych i niezbędnych będą odbywać się za pomocą beczkowozów o pojemności 8 m^3 . Zakłada się, że w ciągu doby beczkowiez może wykonać 3 kursy, czyli dostarczyć $3 \times 8 = 24 \text{ m}^3/\text{d}$.

Liczba beczkowozów zapewniająca minimalne dostawy wody

$$\frac{105,11}{24} = 4,375 \approx 5 \text{ beczkowozów}$$

Liczba beczkowozów zapewniająca niezbędne dostawy wody

$$\frac{252,74}{24} = 10,531 \approx 11 \text{ beczkowozów}$$

Zapotrzebowanie wymagane i zalecane na wodę realizowane będzie z wykorzystaniem 106 prywatnych studni kopnych i 6 studni publicznych typu abisyńskiego. Oszacowanie wydajności dobowych studni przedstawiają się następująco:

6 studni $\cdot 10 \text{ m}^3/\text{d} = 60 \text{ m}^3/\text{d}$

32 studnie $\cdot 6 \text{ m}^3/\text{d} = 192 \text{ m}^3/\text{d}$

74 studnie $\cdot 3 \text{ m}^3/\text{d} = 222 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{\text{dk}} = 474 \text{ m}^3/\text{d}$

Zaopatrzenie kryzysowe z wykorzystaniem studni $Q_{\text{dk}} = 474 \text{ m}^3/\text{d}$ daje jednostkowe zużycie wody w ilości: $q_j = 474 \cdot 1000/8500 = 55,8 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$

Spełniony jest warunek $q_j > q_{\text{zal}} = 50 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$, a tym bardziej $q_j > q_{\text{wym}} = 30 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$.

Przy pracy tylko StUzW o najmniejszej produkcji wody $Q_{1\text{d}} = 180 \text{ m}^3/\text{d}$ jednostkowe zużycie wody wynosi $q_{1j} = 180 \cdot 1000/8500 = 21,7 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$

Nie spełniony jest warunek jednostkowego zużycia wymaganego, które wynosi $q_{\text{wym}} = 30 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$

Przy pracy tylko StUzW o produkcji wody $Q_{4\text{d}} = 255 \text{ m}^3$ jednostkowe zużycie wody wynosi $q_{4j} = 255 \cdot 1000/8500 = 30 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$.

Warunek jednostkowego zużycia wymaganego wody jest spełniony, podobnie jak dla StUzW2 i StUzW3.

Praca conajmniej dwóch StUzW spełnia warunek zalecanego jednostkowego zużycia wody. W najbardziej niekorzystnym przypadku pracy StUzW1 i StUzW4 jednostkowe zużycie wody wynosi $q_{1-4j} = (180 + 255) \cdot 1000/8500 = 51,2 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d} > q_{\text{ztd}} = 50 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$.

Metoda oceny stopnia dywersyfikacji dostaw wody w gminie dopełnia analizę logistyczną zaopatrzenia w wodę w warunkach kryzysowych.

Jako miarę określenia stopnia dywersyfikacji dostaw wody do gminy przyjęto wskaźnik Shannona-Wienera, który wyznacza się ze wzoru [7]:

$$d_s = - \sum_{j=1}^m u_j \cdot \ln u_j \quad (1)$$

gdzie:

u_j – udział j-tej StUzW w strukturze zaopatrzenia gminy,

m – liczba StUzW

W przypadku rozpatrywanej gminy otrzymujemy:

$u_1 = 180/1125 = 0,16$; $u_2 = 370/1125 = 0,33$; $u_3 = 320/1125 = 0,28$; $u_4 = 255/1125 = 0,23$
 $ds = (0,16 \cdot \ln 0,16 + 0,33 \cdot \ln 0,33 + 0,28 \cdot \ln 0,28 + 0,23 \cdot \ln 0,23) = 1,35$

Otrzymana wartość wskaźnika $ds = 1,35$ zalicza system wodociągowy gminy do 4 kategorii – wystarczająca dywersyfikacja [7].

5. Podsumowanie

- W zapewnieniu bezpieczeństwa i zarządzaniu kryzysowym znaczącą rolę odgrywa samorząd terytorialny. Misją sektora publicznego jest dbałość o zapewnienie ochrony obywateli przed zagrożeniami.
- Logistyka sytuacji kryzysowych jest nową specjalnością naukową ukierunkowana na wszystkich poszkodowanych i zaspokojenie ich podstawowych potrzeb w możliwie krótkim czasie we właściwych ilościach oraz o właściwej jakości. W dostarczaniu środków zaopatrzenia oprócz żywności i energii elektrycznej priorytetem jest dostawa wody do spożycia.
- Zabezpieczenie logistyczne ludności polega na pomocy osobom dotkniętych spożyciem skażonej wody, czy też tworzenie warunków przetrwania w sytuacjach braku dostawy wody z wodociągów publicznych, gromadzenie i ochronę zapasów wody oraz jej dystrybucję poprzez reglamentację.
- Ochrona ludności przed skutkami dysfunkcji SZZW powinna uwzględniać wrażliwość społeczną na skutki braku dostawy wody i obniżenie komfortu bytowania z tym związane. Przykładem w tym względzie niech będzie kryzysowe zaopatrzenie w wodę do spożycia ludzi niepełnosprawnych.
- W zakresie bilansowania kryzysowego zapotrzebowania w wodę wskazana jest współpraca i współdziałanie pomiędzy organami administracji publicznej i operatorami SZZW.

Bibliografia

- [1] Dworecki S.E., Berny J.: Zarządzanie procesami logistycznymi. Wydawnictwo Reprograf. Radom 2005
- [2] Gogdan L., Królikowski W.: Specyfika polowego (awaryjnego) zaopatrzenia w wodę. Materiały XVII Konferencji „Zaopatrzenie w wodę i jakość wód”. Poznań, 2002, s. 1037-1042.
- [3] Nowak E.: Zarządzanie logistyczne w sytuacjach kryzysowych. Wydanie AON. Warszawa 2008
- [4] Osękowska J., Rak J. R.: Bilans dostawy wody w sytuacji kryzysowej dla miasta Lesko. Technologia wody nr 10. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2013, s. 40-42.
- [5] Rak J. R., Kwietniewski M.: Bezpieczeństwo i zagrożenie systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2011.
- [6] Rak J. R.: Bezpieczna woda wodociągowa – Zarządzanie ryzykiem w systemie zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2011.
- [7] Rak J. R.: Problematyka dywersyfikacji dostaw wody. Technologia wody, z. 1(33)/2014. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa, 2014, s. 22-24.
- [8] Rak J.R.: Przegląd alternatywnych metod oczyszczania wody w sytuacjach kryzysowych. Instal 7-8, Wydawnictwo Ośrodka Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie” 2013, s. 69-72.
- [9] Szymonik A.: Logistyka w bezpieczeństwie. Wydawnictwo Difin. Warszawa 2010.
- [10] Ustawa z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie klęski żywiołowej. Dz. U. 2002, nr 62, poz. 558.
- [11] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007r. o zarządzaniu kryzysowym. Dz. U. 2007, nr 89, poz. 590.

