

Wojciech BALCERZAK, Joanna BAŁ

*Politechnika Krakowska
Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska
Kraków*

ALTERNATYWNE SPOSOBY POZYSKIWANIA WODY

ALTERNATIVE METHODS OF WATER SUPPLY

The paper covers alternative methods of water supply. Shortage of water is a frequent event worldwide these days. It has been estimated that in forthcoming years water deficiency may affect another group of population. This is the reason why reasonable water management by applying water saving procedures and minimizing water waste in water supply systems are recommended. Nevertheless, alternative methods of water supply are to be considered. The paper analyses possible strategies of water supply together with latest technology devices leading to receiving drinking water.

1. Wprowadzenie

Aktualnie niezmiernie dużą wagę przywiązuje się do problemu braku wody na świecie. Deficyt wody występuje dzisiaj w wielu obszarach na kuli ziemskiej, a przewiduje się, iż w nadchodzących latach problem braku wody może dotyczyć coraz większej części populacji ludzkiej. Z tego względu niezwykle istotne jest racjonalne gospodarowanie wodą, szukanie i stosowanie technologii ułatwiających oszczędzanie wody, zapobieganie stratom wody w sieciach wodociągowych. Równocześnie jednak należy poszukiwać metod pozyskiwania wody z mniej konwencjonalnych źródeł. W referacie dokonano przeglądu wybranych alternatywnych oraz nowoczesnych sposobów pozyskiwania wody.

2. Problem deficytu wody

Woda stanowi podstawowy składnik organizmu ludzkiego. Objętość zasobów wodnych na kuli ziemskiej wynosi 1,4 mld km³, jednak tylko 2,5 % tych zasobów to woda słodka. Z 35 mln km³ wody słodkiej zaledwie 12 500 km³ pozostaje do wykorzystania

dla człowieka[2]. Problem braku dostatecznego dostępu do wody na świecie jest już tak poważny, iż Organizacja Narodów Zjednoczonych ustanowiła lata 2005 – 2015 Międzynarodową Dekadą dla Akcji „Woda dla życia”. Według Światowej Organizacji Zdrowia WHO ponad miliard ludzi na świecie nie ma dostępu do wody o odpowiedniej jakości. Sytuacja ta może ulec znacznemu pogorszeniu – w 2050 roku nawet 7 miliardów ludzi może cierpieć z braku dostępu do wody pitnej [14]. Wobec tak poważnych problemów z pozyskaniem wody o odpowiedniej jakości należy poszukiwać alternatywnych źródeł zaopatrzenia w wodę bądź unowocześniać stosowane technologie.

3. Alternatywne sposoby pozyskiwania wody

Wody powierzchniowe i wody podziemne stanowią konwencjonalne źródło zaopatrzenia w wodę. Istnieją jednak rejonry nie posiadające wystarczającej dostępności tychże źródeł. W obliczu narastających problemów z dostępem do wody w wystarczającej ilości i o wystarczającej jakości, także w rejonach dzisiaj zasobnych w wodę, za pewien czas mogą wystąpić niedobory. Z wymienionych przyczyn konieczne staje się poszukiwanie alternatywnych sposobów pozyskiwania wody do picia i na potrzeby gospodarcze.

3.1. Woda z atmosfery

Do alternatywnych sposobów pozyskiwania wody należą między innymi metody prowadzące do pozyskiwania wody „z powietrza”, to jest – z wilgotności powietrza, mgły oraz poprzez gromadzenie wody deszczowej.

W zakresie metod umożliwiających uzyskanie wody z wilgotności powietrza przedstawiono urządzenia, które pozwalają na zaopatrzenie w wodę pojedynczych gospodarstw domowych jak i większej liczby odbiorców. Opisano także urządzenia wykorzystujące energię odnawialną stosowane w przypadkach braku dostępu do energii elektrycznej.

Kolejnym sposobem wykorzystania atmosfery do pozyskiwania wody, oprócz wymienionych powyżej, jest gromadzenie rosy - w analogii do procesów jakie zachodzą w przyrodzie.

W Izraelu opracowano nieskomplikowaną metodę pozyskiwania wody z powietrza – zbierania rosy z atmosfery i zmienianie jej w wodę zdatną do użytku. Zaprojektowano urządzenie o nazwie WatAir – układ paneli w kształcie odwróconej piramidy. Na panelach osadza się rosa. Inspiracją pomysłu był mechanizm prowadzący do osadzania się rosy na liściach drzew [4]. Do zalet urządzenia należą[4]:

- niewielkie wymiary dolnej części urządzenia (bazy)
- łatwość złożenia (w czasie kiedy nie jest ono użytkowane)
- elastyczność paneli
- możliwość zapewnienia ochrony przed deszczem, ciepłem
- możliwość stworzenia miejsca do zabaw dla dzieci
- możliwość stosowania na terenach aglomeracji miejskich, obszarach niezurbanizowanych.

3.1.1. Woda z wilgotności powietrza

Jednym z alternatywnych źródeł pozyskiwania wody jest wilgotność powietrza. Istnieją innowacyjne urządzenia generujące czystą wodę wysokiej jakości z wilgotności powietrza – zamieniają one wilgotność powietrza w wodę do picia przy zastosowaniu wysokoefektywnej technologii oczyszczania. Systemy tego typu przeznaczone były głównie dla potrzeb wojska, jednak aktualnie dostępne są także urządzenia przeznaczone do użytku publicznego.

Przedstawiono przegląd urządzeń tego typu na podstawie informacji producentów [8, 9, 10, 12, 15]. Według danych producentów niektóre z tych urządzeń mogą pracować w takich obiektach użyteczności publicznej jak szpitale, hotele, restauracje, szkoły, kluby sportowe, biura jak również w domach czy na przykład na jachtach lub w laboratoriach.

Urządzenia te produkowane są w szerokim zakresie wydajności – w zależności od ich przeznaczenia. Koszty produkcji wody przez urządzenia są niewielkie. Wynoszą one około 15 - 20 groszy za litr wody – w zależności od lokalizacji urządzenia i kosztów energii elektrycznej [15]. Istotne jest, iż w przypadku stosowania do zaopatrzenia w wodę wyłącznie tego typu urządzeń nie występują koszty transportu wody bądź ewentualnej budowy i eksploatacji sieci i instalacji wodociągowej.

Niektóre z firm produkujących urządzenia do produkcji wody z wilgotności powietrza oferują urządzenia mobilne, przewożone na samochodzie. Są one przewidziane do zastosowania szczególnie w rejonach, w których niedostępne są inne technologie produkcji wody, a istnieje zapotrzebowanie na wodę pitną. Mogą być przydatne na obszarach nie posiadających wystarczających zasobów wody jak i podczas niektórych klęsk żywiołowych. Innowacyjnym rozwiązaniem jest również uniezależnienie urządzeń od dostępności sieci energii elektrycznej. Moduły mogą być zasilane poprzez konwencjonalną energię – z sieci elektrycznej lub z generatora prądu, a niektóre również poprzez energię odnawialną – energię solarną bądź energię wiatru. Dostępne są urządzenia wolnostojące nie wymagające zewnętrznego źródła energii w postaci energii elektrycznej. Zaopatrzone są one w panele słoneczne pozwalające na produkcję wody w miejscach nie posiadających infrastruktury komunalnej [9]. Urządzenia te produkują wodę wysokiej jakości spełniającą wymagania bezpieczeństwa, przewyższające standardy określone przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (US EPA) [9].

Tab. 1. Porównanie niektórych parametrów urządzeń generujących wodę z wilgotności powietrza [6, 8, 9, 10, 12, 15]

Tab. 1 Comparison of different parameters by devices generating water from humidity [6, 8, 9, 10, 12, 15]

Producent	Szacunkowy koszt produkcji wody	Zasilanie energią	Wydajność urządzeń
AirWater	kilka centów/galon	⇒ Elektryczna ⇒ Energia ⇒ Generator energii ⇒ Odnawialne źródła energii (energia solarna, energia wiatru)	20 – 5000 litrów wody/dobę
AquaScience	25 centów/galon 7 centów/litr	⇒ Elektryczna ⇒ Generator energii	Okolo 1325 – 4550 litrów/dobę
Global Water RainBox	15-20 groszy/l	⇒ Elektryczna	uzależniona od typu urządzenia, do 5700 litrów/dobę
Waterex	5 centów/litr	⇒ Elektryczna	do 30 litrów wody/dobę

Urządzenia te pracują w oparciu o wielostopniową filtrację, a dezynfekcja przeprowadzana jest przy użyciu promieni UV. Wyposażone są, bądź mają taką możliwość, w zbiorniki na wodę, pozwalające na korzystanie z wybranej ilości wody przez całą dobę.

Wydajność tego typu urządzeń jest parametrem wpływającym w znacznym stopniu na wymiary urządzeń, ich wagę jak również poziom hałasu generowanego przez te urządzenia. Waga waha się od około 40 kg dla urządzeń o wydajności rzędu 30 l/dobę, do 1500 kg dla urządzeń mogących produkować 5000 l/dobę [9]. Poziom hałasu dla urządzeń o małych wydajnościach, przeznaczonych głównie do domowego użytku wynosi około 45 dB, natomiast dla urządzeń o większych wydajnościach, przeznaczonych dla większej liczby osób waha się w zakresie 65-77 dB [9]. Wymiary urządzeń przeznaczonych do produkcji niewielkich ilości wody zbliżone są do wymiarów szafek kuchennych – dlatego są łatwe do umieszczenia w pomieszczeniach, jak również nie stwarzają większych problemów przy transporcie.

W niektórych regionach nie posiadających dostatecznych zasobów wody odpowiedniej jakości, jak na przykład w, Arabii Saudyjskiej, Yemenie czy Zjednoczonych Emiratach Arabskich podjęto działania mające na celu sprowadzenie i udostępnienie urządzeń opartych na technologii produkcji wody z wilgotności powietrza [3, 6].

3.1.2. Woda z mgły

Innym sposobem wykorzystania atmosfery jako źródła wody jest pozyskiwanie wody z mgły. Badania w tym kierunku prowadzone są od ponad 30 lat. Technologia pozyskiwania wody z mgły została zastosowana z sukcesem w Chile, Ekwadorze, Meksyku i Peru [2,5].

W Massachusetts Institute of Technology w Cambridge naukowcy stworzyli specjalny nanomateriał wylapujący wilgoć z powietrza. Projektując wynalazek wzorowali się oni na procesach zachodzących w przyrodzie. Obserwowali budowę anatomiczną i zachowanie chrząszcza z rodzaju *Stenocara*, żyjącego na pustyni Namib w Afryce. Ze względu na warunki w jakich bytuje, posiada on zdolność wychwytywania wody z mgły – jest to jedyny sposób jej pozyskania [6].

3.1.3. Woda deszczowa

Kolejnym źródłem pozyskiwania wody jest woda deszczowa. Źródło to jest wciąż jeszcze niedostatecznie wykorzystywane. Poprzez użytkowanie wody opadowej do niektórych potrzeb bytowo – gospodarczych, takich jak np. podlewanie ogrodu czy splukiwanie wc można znacząco ograniczyć zużycie wody o jakości wody do picia dostarczanej przez sieć wodociągową czy indywidualne systemy zaopatrzenia w wodę do picia.

Należy także rozważyć szersze zastosowanie urządzeń do zbierania wody deszczowej w krajach nawiedzanych naprzemiennie przez susze i nawałne deszcze. Jeden z raportów Programu Środowiskowego Organizacji Narodów Zjednoczonych zwraca uwagę, iż zastosowanie prostych systemów zbierania wód opadowych (składający się z rynien, rur oraz małych zbiorników) mogłoby pozytywnie wpłynąć na warunki życia mieszkańców Afryki. Szacunkowy koszt takiego systemu wynosi w odniesieniu do 1 m³ pojemności zbiornika około 70 – 160 złotych [6].

Woda deszczowa jest już aktualnie wykorzystywana w wielu krajach – na małą i dużą skalę. Jako przykład można podać wioskę Kisamese w Kenii, gdzie wybudowano system zbierania wody opadowej o pojemności 500 m³ [6]. Jednym ze źródeł zaopatrzenia w wodę lotniska we Frankfurcie jest woda pochodząca z deszczu [13]. Przy Stadionie Narodowym w Pekinie zostanie wybudowany system odzyskiwania wody deszczowej mogący dostarczyć do 100 litrów wody na godzinę. Oparty on będzie na basenach podziemnych [6]. W Australii sprzedaje się butelkowaną wodę deszczową przeznaczoną do picia [11].

Innym aspektem jest zagadnienie wywoływania deszczy bądź zwiększania ich wydajności lub czasu trwania. W 2001 roku w Stanach Zjednoczonych odnotowano 66 przypadków wywoływania deszczy [2]. Metoda ta może okazać się przydatna w walce z niedoborami wody.

Pomimo już tak szerokiego wykorzystania wody opadowej, należy wciąż dążyć do jak największego jej wykorzystania.

3.2. Przerzuty wody

Jedną z metod pozyskiwania wody na terenach o ubogich zasobach wodnych bądź w których występują deficyty wody są przerzuty wody. Jako przykłady tego typu działań w Polsce można podać zaopatrywanie miasta Łódź z zasobów Pilicy bądź przerzuty ze zbiornika w Goczałkowicach na Śląsk [1]. Przerzuty wody można realizować różnymi sposobami - poprzez:

- rzeki
- rurociągi
- supertankowce

- holowanie zbiorników z wodą
- cysterny [2].

Do przerzutów wody można również zaliczyć rozważane pozyskiwanie wody z lodowców [2]. Ideę transportu gór lodowych można również zakwalifikować jako przerzuty wody.

3.3. Inne sposoby

Istnieją różne inne alternatywne sposoby pozyskiwania wody. Zaliczyć do nich można powtórne wykorzystanie wody zużytej. Recykl bądź recykling wody to wykorzystanie ścieków, to jest wód zużytych, po wystarczająco efektywnym ich oczyszczeniu. Jest to jeden z wiodących kierunków pozyskiwania wody w przypadku jej deficytu. Wiele krajów borykających się z problemami niedoboru wody rozważa zastosowanie recyklingu wody. Należą do nich między innymi kraje Zatoki Perskiej [6]. W Jordanii ścieki są filtrowane i kierowane do sieci wodociągowej poprzez sztuczny zbiornik wodny. Recykling zastosowano również w górskiej stacji kolejki linowej Zermatt w Szwajcarii. Podczas tegorocznych Igrzysk Olimpijskich planuje się również wykorzystanie recyklingu wody [6].

Innowacyjnym sposobem pozyskiwania wody pitnej może być wykorzystanie pozostałości po procesach przemysłowych. Zespół malezyjskich naukowców z Univeristi Sains Malaysia opracował czteroetapowy membranowy system pozwalający na przetworzenie wyłoków oleju palmowego w wodę zdatną do picia [6].

4. Innowacyjne urządzenia do oczyszczania wody

Niezwykle istotny w zakresie pozyskiwania wody jest rozwój urządzeń i technologii ułatwiających pozyskiwanie wody. Ciekawą innowacją na tym polu działania jest filtr osobisty umożliwiający zaopatrywanie w wodę jednej osoby w przypadku, gdy niedostępna jest energia elektryczna, a woda w dostępnym źródle nie jest odpowiedniej jakości. Urządzenie może też być przydatne podczas niektórych klęsk żywiołowych.

Z uwagi na coraz większe problemy związane z wodą aktualnie konieczny jest również dalszy rozwój urządzeń do odsalania wody prowadzący do zminimalizowania kosztów produkcji wody zdatnej do picia.

Jeszcze innym nowoczesnym obiektem jest mobilna ministacja uzdatniania wody zlokalizowana na ciężarówce zaprojektowana w USA. Przeznaczona jest ona przede wszystkim na wypadek katastrof [6].

4.1. Urządzenia do odsalanie wody

Znaczna większość wody obecnej na kuli ziemskiej to woda słona. Urządzenia do procesu odsalania wody są już znane od lat, jednak ciągle podlegają unowocześnianiu. Znaczne zapotrzebowanie na wodę z odsalania i rozwój techniki skutkuje ciągłym obniżaniem jednostkowej ceny 1 m³ produkowanej wody. Zmniejszenie kosztów produkcji wody uzyskuje się między innymi dzięki obniżaniu kosztów uzyskania energii

potrzebnej do realizacji procesów – głównie poprzez wykorzystanie energii słonecznej lub wiatrowej [2, 6]. Aktualnie coraz więcej krajów rozważa ten sposób pozyskiwania wody pitnej. Cena odsalania wody w ostatnich latach zmniejszyła się znacznie [6]. Istnieją stacje odsalania wody zasilane energią nuklearną. Zjednoczone Emiraty Arabskie 70% dziennego zapotrzebowania pokrywają ze źródeł wody słonej [6]. Przepustowość stacji odsalania wody wykorzystujących proces odwróconej osmozy sprzedane lub zainstalowane w latach 1960 – 1980 wynosiła 1 050 600 m³/dzień [5].

Innowacją w technologiach odsalania wody jest membrana polimerowo – białkowa opracowana przez amerykańskich naukowców z Uniwersytetu w Illinois. W polimerową matrycę wprowadzono kanały białkowe, akwaporyny, które są odpowiedzialne w żywej komórce za transport wody poprzez błonę biologiczną [6].

Należy jednak mieć na uwadze, iż zastosowanie odsalania na szerszą skalę może mieć negatywne skutki dla środowiska. WWF ostrzega, iż odsalania na większą skalę może przyczynić się do nasilenia efektu cieplarnianego [6].

4.2. Filtry osobiste

Innowacyjnym rozwiązaniem w zakresie pozyskiwania wody pitnej mogą okazać się filtry osobiste. Są to urządzenia służące do uzdatniania wody w ilości potrzebnej do zaopatrzenia w wodę pitną jednej osoby. Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę tego urządzenia na podstawie danych producenta [7]. Filtr osobisty jest urządzeniem w kształcie walca o niewielkich rozmiarach – jego długość to około 31 centymetrów, natomiast średnica wynosi blisko 3 centymetry. Wymiary tego urządzenia są zatem znacznie mniejsze od wymiarów typowej butelki o pojemności 1,5 litra. Obudowa wykonana jest z tworzywa sztucznego. Waga filtra wynosi 140 (filtr suchy) -160 (filtr mokry) gramów. Parametry te umożliwiają użytkownikowi nie stwarzające większych problemów noszenie urządzenia zawsze przy sobie. Dodatkowo urządzenie zostało wyposażone w linkę umożliwiającą noszenie filtra zawieszono na szyi. Zasada użytkowania filtra polega na umieszczeniu jego dolnej części w wodzie przeznaczonej do oczyszczania górnej części w ustach. Wodę spożywa się wciągając ją przez filtr. Z urządzenia mogą korzystać dorośli oraz dzieci posiadające zdolność zasysania wody przez filtr. Ważną zaletą urządzenia jest brak konieczności dostarczania energii elektrycznej. Filtr nie wymaga części zapasowych. Urządzenie jest w stanie przefiltrować minimum 700 litrów wody. Przy założeniu dziennego spożycia wody na poziomie 2 litrów starcza na okres około roku. Na elementy oczyszczające wodę składają się między innymi filtry usuwające zanieczyszczenia o wielkości od 125 do 15 mikronów, węgiel aktywny wzbogacony srebrem, żywice anionowymienne. Według producenta filtr usuwa efektywnie bakterie i wirusy znajdujące się w wodzie. Urządzenie to nie jest pozbawione wad – obecna wersja nie usuwa metali ciężkich i pasożytów.

5. Podsumowanie

Aktualnie, w dobie poważnych problemów związanych z występującymi niedoborami wody, poszukiwanie alternatywnych źródeł pozyskiwania wody staje się coraz istotniejsze. Naśladowanie procesów zachodzących w przyrodzie może wykazać w tej sferze działania pozytywne rezultaty – jak na przykład przy urządzeniach zbierających rosę, wodę z mgły czy hybrydowych membranach.

Bibliografia

- [1] Radlicz Rühlowa H., Szuster A. "Hydrologia i hydraulika z elementami hydrogeologii" Warszawa 1992 WSiP
- [2] Kowalczak P. "Konflikty o wodę" Wydawnictwo Kurpisz S.A.2007
- [3] <http://yementimes.com>
- [4] "Making Water From Thin Air" – www.ats.org.new
- [5] Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and The Caribbean www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8c/index.asp
- [6] Wiadomości portalu www.wodkaneko.pl
- [7] www.lifestraw.com
- [8] www.airtoh2o.com.au
- [9] www.airwater.com.au
- [10] www.aquasciences.com
- [11] www.cloudjuice.com.au
- [12] www.globalrainbox.com
- [13] www.fraport.com
- [14] www.pah.org.pl
- [15] www.waterexsystem.com