



Influence of Water Treatment Methods on pH Reaction

*Józef Borkowski**, *Marzena Sutowska**, *Przemysław Borkowski***

**Koszalin University of Technology*

***KGHM Cuprum, Research & Development Centre, Wrocław*

1. Introduction

Water is irreplaceable in humans' life and economy. It is the object of consumption, necessary condition of humans' hygiene, his towns and estates, and basic condition of agricultural and industry development and all other branches of economy [5]. Agricultural is the most dominant water 'consumer', using over 70% of its resources in general balance while industry takes 20% and the rest 10% goes to communal users [6]. For example, one cherry tree drinks almost 40 l/day while production of 1 kg of beef needs 13000 l daily [6], whereas one car manufacturing equals to water consumption of 380 m³ [9]. Mean daily personal consumption of water in the USA is 350 l while the same one in Poland equals approx. 100 l, and some African countries reaches even below 10 l [6]. Water consumption for production purposes in Poland in 2011 was 8008 hm³. At the same time agricultural fields' and fish ponds' watering used 1111 hm³, while water-pipe network exploitation have taken 2033 hm³ [8].

Nowadays routine duties of general consumers forces examination of drinking water properties [1] and its quality in Poland is usually relatively high, however sometimes it needs to be improved. Quality of water issue have been research and described in many cases both in domestic and worldwide literature, however the most important works concerning this one are publications [2, 3, 7]. On the other hand the quality of water is commonly determined by its main parameters which are de-

scribed by respective normative documents. Basic analytical method, according to Polish standards [11], in that matter is pH characteristics.

However among typical ones e.g.: ChZT, BZT₅ describing its bio- and chemical properties, one of the most important is basic pH characterization defining its measure of the acidity or basicity of an aqueous solution.

The aim of this paper is to examine the influence of different methods of water treatment on its chemical properties, represented especially by pH. Experimental results took into consideration changes in relation to the standard drinking water samples, taken from the Koszalin Water-Works' network.

2. Experimental methodology

2.1. Laboratory characteristic

A special laboratory was built in the Institute of Unconventional HydroJetting Technology at KUT (Fig. 1) in order to realize energetically isolated experiments considering chemical properties of water that includes two special testing chambers. The construction of Faraday cage eliminates possibilities of outer electromagnetic fields interferences. The first one lets to energize the water while the second one – visible in the back – is used for cryogenic experiments.



Fig. 1. Laboratory including two testing chambers (Faradays' cage)

Rys. 1. Laboratorium z dwiema komorami pomiarowymi (klatki Faraday'a)

Inside the first chamber one can find treated water bails' points (Fig. 2a) and some instruments for testing its physic-chemical properties. Buck-up facility (Fig. 2b) includes different energizing apparatus for the water and these construction lines are also energetically isolated from outer influences.

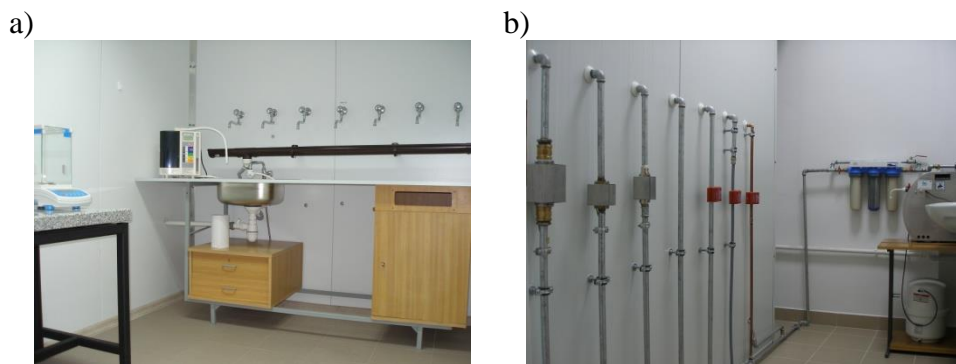


Fig. 2. Water treatment chamber: a – testing part,
b – technological back-up facility

Rys. 2. Komora uzdatniania wody: a – wnętrze badawcze,
b – zaplecze technologiczne

2.2. Apparatus for water energizing

The following list presents different apparatus for changing water energy and its quality:

- A Grander magnetizer [12],
- B Narasan® 3/8' energizer apparatus [13],
- C Vital (EWO) resonator [14],
- D Leveluk DXII (Enagic) ionization apparatus [15],
- E RADAMIR medical-therapeutic apparatus [16],
- F Ecomag® type ME1 magnetizer [17],
- G Grander magnetizing plate [12],
- H ADR-4 energizing plate [18],
- I Grander energizing rod [12],
- W standard water (from Koszalin water-pipe network).

Some additional technical information considering above apparatus data can be found at producers web pages. In most cases water

treatment is realized thanks to interaction of standardized water or oil movement and generating magnetic or electric fields.

2.3. Testing method

Prior to collection of water samples, all water taps was carefully cleaned first. Then, water was flowing out for 15 min and after that a sample was collected directly to the flushed beaker of 250 ml volume.

A multi-parameter 5-Star pH/RDO/Cond meter (Fig. 3) was used for water pH reaction measurement after water exposition into different energetic field interaction. It ensures measurement in the range of 0–19 pH, with accuracy of $\pm 0,002$ pH. Additionally, prior testing, it was calibrated using buffers pH 7.00 ± 0.01 and pH 10.01 ± 0.02 made by Thermo Scientific.

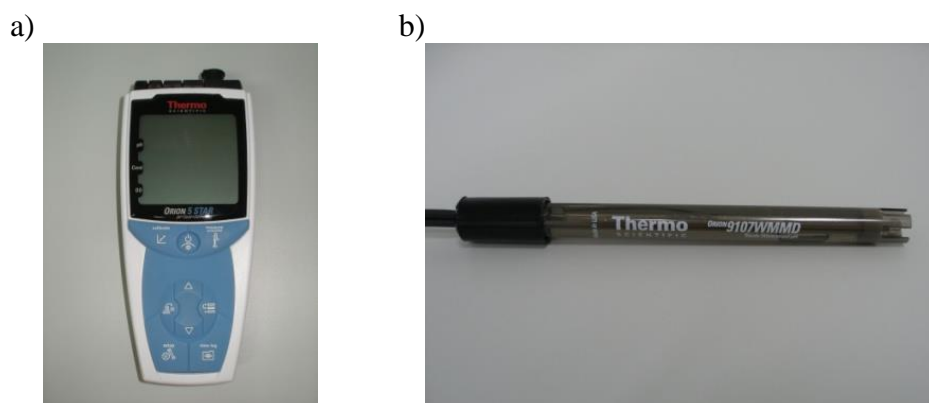


Fig. 3. pH reaction set a) Orion 5-Star pH/RDO/Cond multi-parameter measuring instrument, b) pH electrode

Rys. 3. Zestaw do pomiaru odczynu pH a) przenośny miernik wieloparametrowy Orion 5-Star pH/RDO/Cond, b) elektroda pH

3. Research results and their analysis

3.1. Initial tests

Some initial tests have been done in order to evaluate the number of parallel tests being essential for research reliability. Basing on statistical results analysis one can stand the value of arithmetic average (\bar{z}), confidence interval (y), $R(z)$ range and standard deviation $s(z)$, given in Tab. 1.

Table 1. Results of statistical tests**Tabela 1.** Wyniki badań statystycznych

No.	n	\bar{z}	y	R(z)	s(z)
1	5	7,302	7,258-7,347	0,090	0,036
2	5	7,311	7,271-7,356	0,083	0,032
3	5	7,302	7,254-7,350	0,084	0,039
4	5	7,323	7,279-7,367	0,088	0,036
5	5	7,323	7,267-7,380	0,113	0,046
6	5	7,333	7,290-7,377	0,092	0,035
7	5	7,320	7,274-7,365	0,092	0,037
8	5	7,322	7,280-7,363	0,086	0,033
9	5	7,308	7,266-7,350	0,088	0,034
10	5	7,302	7,264-7,339	0,078	0,030
11	5	7,327	7,293-7,362	0,071	0,028
12	5	7,353	7,330-7,376	0,047	0,018
13	5	7,330	7,316-7,344	0,027	0,011
14	5	7,316	7,270-7,363	0,095	0,037
15	5	7,340	7,316-7,368	0,059	0,023

Analyzing results of water pH reaction repeatability one can find out that none of them exceed the range determined for the trust level. Low values of standard deviation, calculated for 15 data sets taken into analysis, point out strong accumulation of the results round the mean value. Similar conclusion can be drawn from R(z) range analysis. Some differences can be observed for minimum and maximum values of test results and they are only a small percentage of mean arithmetical value (below $\pm 1,6\%$). Taking above into consideration, the number of parallel tests adequate for pH reaction can be limited to one.

In turn, literature analysis [4] considering water and sewage testing points out on the necessity of double tests. Taking all above, the final test number was set to three, and the mean value of pH reaction was determined basing on that.

3.2. Essential tests

Experimental results of different energetic fields influence, occurring in applied technological apparatus, on water pH reaction produced by The Koszalin Water-Works, are presented in Table 2.

Table 2. Water pH reaction after different method of treatment

Tabela 2. Odczyn pH wody poddawanej oddziaływaniu różnych sposobów uzdatniania

water	A	B	C	D _{8,5}	D _{9,0}	D _{9,5}	E	F	G	H	I	W
pH	7,29	7,33	7,33	8,21	8,99	9,39	7,37	7,42	8,01	8,08	7,96	7,29
%	100	101	101	113	123	129	101	102	110	111	109	100

Analyzing collected results, one can find that the lowest values of pH=7.29 are characteristic for standard water (W) taken from hometown water-pipe network as well as for water treated with Grander apparatus (A), which is known in Europe for its perfect construction. Following close values exceeding it only of 1–2%, can be observed for Narasan® (B) and Vital (C) apparatus (Fig. 4), probably because their principle of operation is similar to Grander one. The same group of results includes also water treated by Radamir (E) apparatus and Ecomag® type ME1 (F) magnetizer.

For contrast, water treated with Leveluk ionization apparatus (D) reaches the highest pH values (Fig. 5). Increasing its power leads to increase even up to 29% regarding standard water.

In turn, water taken after 22 hour exposure of using Grander plate (G) and ADR-4 (H) as well as for Grander rod (I), gives mean pH values (Fig. 6). Their values are 9–11% higher than the lowest one (pH=7.29), occurring for the standard water (W) bailed directly from water-pipe network.

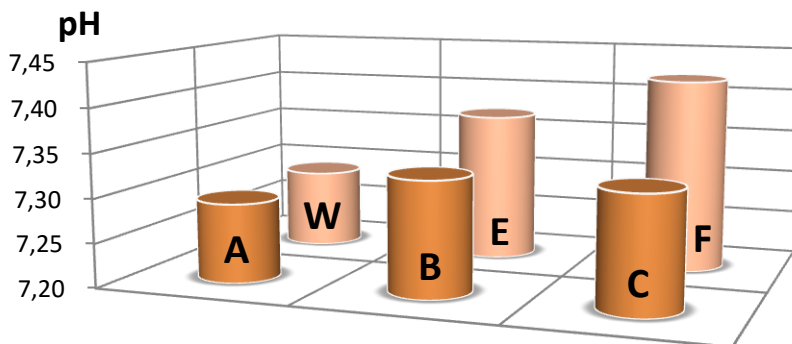


Fig. 4. Water characterized by the lowest pH reaction, treated with different apparatus labeled with the following codes: A, B, C, E, F and standard water (W)

Rys. 4. Woda o najniższych wartościach odczynu pH, wytwarzana różnymi sposobami oznaczonymi kodem: A, B, C, E, F i woda bazowa (W)

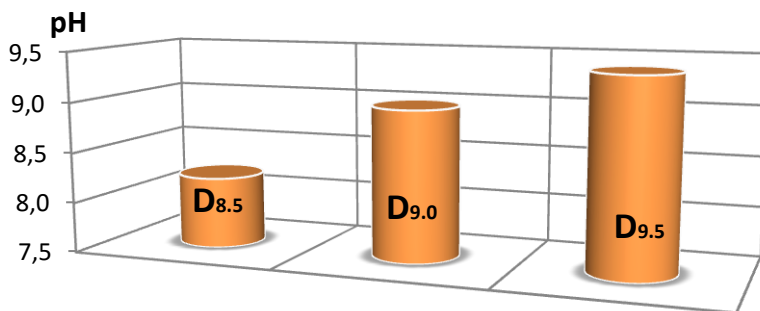


Fig. 5. Water of the highest pH values, generated in Leveluk ionization apparatus (numerical indexes of D code stands for apparatus power)

Rys. 5. Woda o najwyższych wartościach odczynu pH, wytwarzana w jonizatorze Leveluk (indeksy liczbowe kodu D odpowiadają mocy urządzenia)

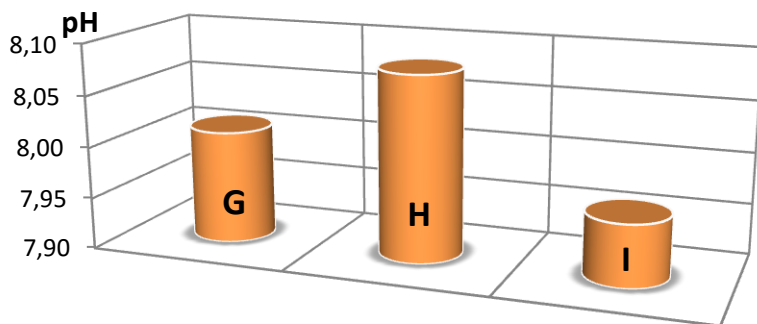


Fig. 6. Water of mean pH values, generated using Grander plate (G) and ADR-4 (H) as well as for Grander rod (I)

Rys. 6. Woda o średnich wartościach odczynu pH, wytwarzana przy użyciu płytek Grandera (G) i ADR-4 (H) oraz pręta Grandera (I)

4. Conclusion

Samples of typical water have been exposed to 9 different energizing apparatus installed in the laboratory of the Institute of Unconventional HydroJetting Technology. As a result of realized research one can stand differences in reaction of used water treatment methods. All that causes water pH changes reaching up to 29% confronting with standard water bailed from the Koszalin Water-Works' network. Results analysis shows diversifies influence of energetic fields on the change of drinking water chemical properties.

References

1. **Asenbaum A., Pruner C., Kabelka H., Philipp A., Emmerich W., Spendingwimmer R., Gebauer A.:** *Influence of various commercial water treatment processes on the electric conductivity of several drinking waters.* Journal of Molecular Liquids, 160, 144–149 (2011).
2. **Bernat K.:** *Simultaneous Nitrification and Denitrification in an SBR with a Modified Cycle During Reject Water Treatment* Archives of Environmental Protection. Volume 39, Issue 1, 83–91 (2013).
3. **Biedroń I., Świdorska-Bróż M., Traczewska T.M., Trusz-Zdybek A., Wolska M.:** *Wpływ rodzaju materiału filtracyjnego na zmiany wartości wybranych wskaźników jakości wody podziemnej.* Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection), 15. (2013).

4. **Gajkowska-Stefańska L., Guberski S., Gutowski W., Mamak Z., Szperliński Z.:** *Laboratoryjne badania wody ścieków i osadów ściekowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1994.
5. **Gomółka E., Szaynok A.:** *Chemia wody i powietrza*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
6. **Kleiber M.:** *O wykorzystaniu wody trzeba myśleć jak o energii*. Dziennik Gazeta Prawna, nr 166(3304) (2012).
7. **Kowal A.L., Świdarska-Bróż M.:** *Oczyszczanie wody*. PWN. Warszawa 2007.
8. *Mały rocznik statystyczny Polski 2012*. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2012.
9. **Miller G.T.Jr.:** *Living In the Environment. Second Edition*. Wadsworth Publ. Co. Belmont, CA. (1979).
10. **Pawęska K., Kuczewski K.:** *The small Wastewater Treatment Plants – Hydrobotanical Systems in Environmental Protection* Archives of Environmental Protection. Volume 39, Issue 1, 3–16 (2013).
11. PN-90/C-04540 *Woda i ścieki. Badania pH, kwasowości i zasadowości*. Oznaczenia pH wód i ścieków o przewodności elektrolitycznej właściwej 10 $\mu\text{S/cm}$ i powyżej metodą elektrometryczną.
12. <http://www.grander-technologie.com/pl/>
13. <http://www.ecoaqua.pl/technologie.php>
14. <http://www.dobrawoda.pl/proces.htm>
15. <http://woda-kangen.com.pl/content/7-urzadzenie>
16. http://www.skuteczne-leczenie.pl/radamir_woda_strukturalna.html
17. <http://www.akra.pl/mieszkanie.html>
18. <http://www.biomagnetica.pl/pl/p/ADR-4/75>

Wpływ sposobów uzdatniania wody na odczyn pH

Streszczenie

W artykule przedstawiono nowo utworzone specjalistyczne laboratorium zbudowane w Instytucie Niekonwencjonalnych Technologii Hydrostrumieniowych. Umożliwia ono realizację badań oddziaływania zróżnicowanych pól energetycznych na właściwości wody w warunkach eliminujących jakiegokolwiek oddziaływanie zakłócające przez zewnętrzne pola elektromagnetyczne. Służą temu dwie odrębne pracownie urządzone w specjalnych komorach pomiarowych, zbudowanych w postaci klatek Faraday'a.

Jedną z tych pracowni służy do uzdatniania wody przy użyciu dziewięciu specjalistycznych urządzeń i aparatów. Przeprowadza się w niej m.in. badania właściwości wody według jednego z popularniejszych kryteriów, jakim jest odczyn pH. Do tego rodzaju badań wody zastosowano przenośny miernik wieloparametrowy Orion 5-Star pH/RDO/Cond, używany według określonej metodyki.

Omówiono tu również wyniki badań rozpoznawczych, a także określono liczebność pomiarów paralelnych. Zapewniło to odpowiednią wiarygodność badaniom zasadniczym. W ich wyniku stwierdzono zróżnicowane oddziaływanie użytych sposobów uzdatniania wody, na odczyn pH badanej wody pitnej. W badaniach tych stwierdzono, iż najniższe wartości ($\text{pH} = 7.29$) występują w wodzie bazowej (W), dostarczanej przez Koszalińskie Wodociągi, a także w wodzie wytwarzanej w aparacie Grandera (A), która uchodzi w Europie za najdoskonalszą. Ustalono ponadto, że wodę o zbliżonym odczynie pH, którego wartości są zwiększone zaledwie o 1%, uzyskuje się przy zastosowaniu urządzenia Narasan® (B) i aparatu Vital (C), których zasada działania jest analogiczna do aparatu Grandera. Zbliżone pH ma również woda wytwarzana w aparacie Radamir (E) oraz przy użyciu magnetyzera Ecomag® typu ME1 (F).

Wartości tego wskaźnika określane dla próbek wody uzdatnianej w jonizatorze Leveluk (D), ulegają wyraźnemu zwiększeniu dochodzącemu nawet do 29% jego wartości bazowej. Z kolei woda uzyskiwana w wyniku oddziaływania płytek Grandera (G) i ADR-4 (H) oraz pręta Grandera (I) osiąga średnie wartości odczynu pH, które są większe o 9÷11% od wartości bazowej ($\text{pH} = 7.29$).

Analiza uzyskanych wyników badań wykazała istnienie zróżnicowanego oddziaływania pola energetycznego, wytwarzanego przez poszczególne urządzenia uzdatniające wodę, na zmianę jej właściwości chemicznych.

Słowa kluczowe: uzdatnianie wody, odczyn pH, klatki Faraday'a

Key words: water treatment, pH reaction, Faradays' cage