

STRESZCZENIE

Jednymi z głównych problemów gospodarki wodno-ściekowej są obecnie dostępność wody o zadowalającej jakości oraz zrównoważone zagospodarowanie wód opadowych. Dostępne źródła wód powierzchniowych i wód podziemnych ulegają zanieczyszczeniu, wymuszając konieczność korzystania ze źródeł gorszej jakości lub o wyższych kosztach wydobycia. Wiadomym jest, że wody niższych kategorii wymagają stosowania wielostopniowych, skomplikowanych systemów uzdatniania. Poszukuje się zatem innowacyjnych rozwiązań uzdatniania wody, aby możliwa była ich aplikacja również w odniesieniu do nowych źródeł, z pozoru trudnych do wykorzystania.

Wody opadowe stanowią oddzielny problem. Szybkie odprowadzanie wód opadowych bez ich czasowego zatrzymania (oraz powolnego odprowadzenia do środowiska) przede wszystkim zuboża zasoby wód podziemnych. Stanowi także realne ryzyko powodziowe, zwłaszcza w silnie zmienionych obszarach miejskich, gdzie proporcja między terenami zabudowanymi a zielonymi jest zaburzona.

Antropopresja wraz z nieuniknionymi zmianami klimatycznymi w niedalekiej przyszłości będą odczuwalne m.in. poprzez wyraźne obniżenie dostępności zasobów wody słodkiej, a także zjawiska ekstremalne, jak powodzie czy susze. Konieczne jest zatem utrzymanie racjonalnej strategii gospodarowania zasobami wodnymi. Zgodnie z tym, preferowany model gospodarki wodno-ściekowej powinien bazować na systemie obniżającym zapotrzebowanie wody wodociągowej, przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości ścieków (bytowo-gospodarczych i deszczowych) odprowadzanych do kanalizacji. Dobrą praktyką jest ponowne wykorzystywanie wód technologicznych, tworzenie zamkniętych obiegów wody w zakładach przemysłowych oraz recykling ścieków szarych w gospodarstwach domowych czy obiektach użyteczności publicznej. Powinno się też unikać wykorzystania wody uzdatnionej do celów, które nie wymagają stosowania wody tak dobrej jakości (spłukiwanie toalet, podlewanie). Warto rozważyć także wykorzystanie źródeł alternatywnych, do których zaliczyć można wody opadowe. Oprócz korzystnej dla zasobów wód podziemnych infiltracji, ujmowane podczas spływu powierzchniowego z dachów mogą być gromadzone i wykorzystane gospodarczo do celów takich jak: podlewanie, spłukiwanie toalet, pranie oraz do prac porządkowych.

Badania przeprowadzone w ramach rozprawy były próbą zwiększenia bezpieczeństwa oraz komfortu korzystania ze zmagazynowanych wód opadowych. Generalnie przed wprowadzeniem wód opadowych do sieci dualnej proponowane jest ich wstępne (mechaniczne) oczyszczenie. Rozważano poszerzenie powszechnie dostępnych układów zagospodarowania wód opadowych o wysokosprawny system doczyszczania oparty o moduł membranowy, aby mogły stać się źródłem wody wykorzystywanej gospodarczo w szerszym zakresie. Proponowane rozwiązanie jest godne uwagi szczególnie na obszarach, gdzie budowa sieci wodociągowej ze względu na odległości przesyłowe jest ograniczona, a zapewnienie źródła wody w formie indywidualnego ujęcia - niemożliwe.

Prowadzono systematyczne analizy jakości wód opadowych surowych z terenu niezurbanizowanego, oraz tych samych wód poddanych oczyszczaniu za pomocą zaprojektowanego układu opartego na module membranowym. Istotnym elementem badań pozwalającym scharakteryzować substancje nierozpuszczone obecne w badanej wodzie opadowej był pomiar wielkości cząstek za pomocą granulometru laserowego. Obecność w wodzie zawiesin ma bowiem ścisły związek z możliwością aplikacji technik membranowych (dotyczy potencjalnego wpływu na zjawisko foulingu - blokowania membran). Przydatność wykorzystania technik membranowych w kontekście oczyszczania ujmowanych wód opadowych była sprawdzana za pomocą układu do pomiaru SDI.

SUMMARY

One of the major problems in water and wastewater management are nowadays good quality water availability and sustainable management of rainwater. Available sources of surface water and groundwater are becoming more and more contaminated. In these circumstances use of sources of poorer quality or water of higher costs of production is a necessity. It is obvious that water of inferior quality require use of multi-stage, complicated purification systems. Therefore, the basic aim is to design innovative water treatment solutions that might be applied to new sources which are seemingly difficult to use.

Rainwater (stormwater) are a separate issue. Fast transport of rainwater/stormwater without their temporary retention (and re-introduction into the natural environment), above all, contributes to the impoverishment of the groundwater resources. Such proceedings bring also a real flood risk, especially in strongly modified urban areas, where proportion between build-up areas and green areas is disturbed.

Anthropopression along with an unavoidable climate change will appear in the nearest future as a significant shortage of sweet water and more frequent extreme natural phenomena such as floods or droughts. Therefore, it is very important to develop strategy in rational water resources management. According to this assumption, the recommended water and wastewater management model should be based on the system that lowers tap water demand and at the same time reduces an amount of wastewater that are discharged to the sewage system (municipal wastewater and rainwater run-off). The best practices are re-use of technological waters, closed water circuits systems and recycling of gray water in households or public facilities. Moreover, the use of purified water for purposes that do not require water of such high quality (toilets flushing, watering plants and garden) should be avoided. The use of alternative sources (such as rainwater) is also worth considering. Except the important role of rainwater infiltration in groundwater resources supplying, the rainwater surface runoff from roofs might be collected and used for the following purposes: watering, flushing toilets, washing clothes, small cleaning houseworks.

The research carried out as a part of the thesis were aimed at improving the safety and comfort of use of stored rainwater. Generally, it is common practice to pretreated rainwater before their introduction into the dual network. It was considered to extend the commercially available rainwater harvesting system with high-performance purification module containing microfiltration membrane. Thanks to this solution, rainwater could hypothetically become a source of water used in a wider range. Such solution is remarkable especially in cases where construction of the water supply system is limited due to long transport distances and, on the other hand, where providing an individual water supply system (water intake in form of the well) which will be safe for consumers – is impossible.

For the purposes of the thesis, regular analyzes of raw rainwater quality were carried out. Parallel, the same rainwater was subjected to purification process using microfiltration module. An important element of research was the measurement of particles sizes using the laser granulometer. This method enabled to characterize undissolved substances that were present in the rainwater. The presence of suspensions in water determines the possibility of membrane techniques application (in terms of fouling - membrane pores blocking phenomena). The usefulness of membrane techniques in relation to tested rainwater was verified during Silt Density Index (SDI) measurements.