

Jolanta Maćkiewicz, Andrzej M. Dziubek

Kierunki rozwoju technologii oczyszczania wód infiltracyjnych

Wody infiltracyjne, zazwyczaj traktowane jak wody podziemne, uważa się za pewne pod względem sanitarnym źródło zaopatrzenia ludności w wodę do picia. Układy oczyszczania tych wód często ogranicza się do procesów fizycznych (napowietrzanie, filtracja) i ewentualnej dezynfekcji, a więc typowych układów do oczyszczania wód podziemnych.

Jednakże wody podziemne nie zawsze należą do wód łatwych do uzdatniania, a technologia ich oczyszczania często wymaga bardziej rozbudowanych układów. Do trudnych technologicznie wód podziemnych i infiltracyjnych należą m.in. wody ujmowane w rejonie Tarnobrzegu, które mają bardzo niestabilny skład fizyczno-chemiczny, wody w rejonie Nowego Korczyna i Buska, które mają bardzo duże stężenie związków żelaza [1], wody infiltracyjne ujmowane dla Opola, o bardzo wysokich stężeniach związków żelaza, których oczyszczanie wymaga stosowania w układzie technologicznym procesu koagulacji [2].

Jakość wód infiltracyjnych

Wody infiltracyjne, w zakresie podstawowych wskaźników jakościowych, najczęściej nie różnią się od wód podziemnych. W swoim składzie mają domieszki gazowe, jak dwutlenek węgla, siarkowodór, a także rozpuszczone, jak związki żelaza i manganu. Wpływ wód powierzchniowych, infiltrowanych do podziemnych, sprawia, że ogólny stopień mineralizacji wód infiltracyjnych jest niższy niż wód podziemnych, natomiast ich pH jest zazwyczaj wyższe, może przekraczać nawet 7,0. Wody infiltracyjne często zawierają tlen rozpuszczony nawet w stężeniach około $2,0 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ [3]. Skład fizyczno-chemiczny podlega niewielkim wahaniom, zależnie od pory roku.

Obecność w wodach infiltracyjnych domieszek typowych dla wód powierzchniowych oraz ich stężenia zależą od rodzaju infiltracji (naturalna, sztuczna) i stopnia zanieczyszczenia wód powierzchniowych i czasu przepływu wody w gruncie. Do typowych zanieczyszczeń wód infiltracyjnych należą związki organiczne, które – mierzone wskaźnikami tlenowymi, reprezentowanymi np. przez utlenialność – mogą być oznaczane na niskim poziomie, co nie zawsze koreluje z zawartością ogólnego węgla organicznego (OWO), ale jednak rzutuje na układ oczyszczania wody. W wodach infiltracyjnych ujmowanych we Wrocławiu, przy utlenialności w granicach $1,7+3,5 \text{ gO}_2/\text{m}^3$, stężenia OWO wynoszą zazwyczaj $2,3+6,0 \text{ gC}/\text{m}^3$ [4].

Osobnym problemem w wodach infiltracyjnych są związki azotowe. Wyraźny wpływ zanieczyszczenia wód powierzchniowych azotem amonowym na jego stężenia w wodach infiltracyjnych ma infiltracja brzegowa. Dla przykładu, na skutek infiltracji wody z Ołoboku, w wodach ujmowanych przy pomocy studni stwierdzono obecność azotu amonowego w stężeniu około $2,0 \text{ gN}/\text{m}^3$ [5]. Inaczej na ujmowane wody wpływa sztuczna infiltracja prowadzona w basenach infiltracyjnych. Podczas infiltracji sztucznej najczęściej następuje biochemiczne utlenianie azotu amonowego do azotanowego, a następnie jego redukcja do azotu cząsteczkowego, bądź tlenków azotu. Jest to więc naturalny sposób usuwania związków azotowych z wody [6].

W wodach infiltracyjnych na ogół nie spotyka się nadmiernych stężeń azotanów, chyba że migracja tych związków następuje bezpośrednio ze źródła zanieczyszczenia, np. ze składowania nawozów, przy braku warstwy izolacyjnej zabezpieczającej warstwę wodonośną, bądź nadmiernym nawożeniu pól związkami azotu.

Usuwanie domieszek z wód infiltracyjnych w świetle przepisów sanitarnych

Konieczność usuwania domieszek z wód infiltracyjnych wynika przede wszystkim z regulacji prawnych dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia. Wymagana jakość wody wskazuje na konieczność usuwania z wody infiltracyjnej związków żelaza i manganu, przy czym ich dopuszczalne stężenia, określone przez Światową Organizację Zdrowia, od połowy ubiegłego stulecia zmieniały się dla związków żelaza od $0,5 \text{ gFe}/\text{m}^3$ do $0,1 \text{ gFe}/\text{m}^3$, a nawet okresowo dopuszczano do $1,0 \text{ gFe}/\text{m}^3$, natomiast dla związków manganu od $0,1 \text{ gMn}/\text{m}^3$ do $0,05 \text{ gMn}/\text{m}^3$, a okazjonalnie do $0,5 \text{ gMn}/\text{m}^3$ [7].

Według rozporządzenia Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r., w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [8], dopuszczalne stężenie związków żelaza wynosi $0,2 \text{ gFe}/\text{m}^3$, manganu – $0,05 \text{ gMn}/\text{m}^3$, azotu amonowego – $0,5 \text{ gN}/\text{m}^3$ (w wypadku wód nie poddanych chlorowaniu dopuszcza się nawet do $1,5 \text{ gN}/\text{m}^3$), azotanów – $50 \text{ gNO}_3^-/\text{m}^3$, natomiast azotynów – $0,5 \text{ gNO}_2^-/\text{m}^3$. Określona jest także zawartość związków organicznych, mierzona utlenialnością, na poziomie $5 \text{ gO}_2/\text{m}^3$. Zatem z wód infiltracyjnych, zgodnie z przepisami sanitarnymi, oprócz związków żelaza i manganu, należy czasami usuwać azot amonowy. Przekroczenia azotanów w wodach infiltracyjnych dotychczas nie występowały, bądź wody te były eliminowane z użytkowania do celów wodociągowych.

W przepisach sanitarnych zwraca się również uwagę na utrzymanie w wodzie do picia równowagi węglanowo-wapniowej, z uwagi na zabezpieczenie sieci wodociągowej przed korozją i zarastaniem osadami.

Oczyszczanie wód infiltracyjnych

Ujmowane wody infiltracyjne w zdecydowanej większości wypadków są uzdatniane w układzie technologicznym obejmującym procesy napowietrzania, filtracji pospiesznej i dezynfekcji. Układ ten był zadowalający wówczas, gdy w wodzie czystej dopuszczano stężenia związków żelaza do $0,5 \text{ gFe/m}^3$ i manganu do $0,1 \text{ gMn/m}^3$. Wymaganą jakość wody czystej uzyskiwano w procesie filtracji pospiesznej po okresie wpracowania złoża filtracyjnego tlenkami żelaza i manganu, umożliwiającemu właściwe oczyszczenie wody. Pojawienie się w wodzie azotu amonowego, nawet w stężeniach dopuszczalnych dla wody do picia lub niedostateczne usunięcie siarkowodoru z wody podczas jej napowietrzania, powoduje zakłócenia, zwłaszcza w procesie odmanganiania wody, które dotychczas niwelowano wprowadzając do układu technologicznego chemiczne utlenianie. Jako utleniacz stosowano nadmanganian potasu, lecz w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego stulecia został on wyparty przez chlor. Jednakże już pod koniec ubiegłego wieku, biorąc pod uwagę wady chlorowania oraz doceniając zalety nadmanganianu potasu, powrócono do jego stosowania w procesie utleniania. Otrzymanie wody uzdatnionej o dopuszczalnych obecnie stężeniach związków żelaza ($0,2 \text{ gFe/m}^3$) i manganu ($0,05 \text{ gMn/m}^3$) bardzo często wymaga zweryfikowania technologii uzdatniania wody. Zazwyczaj uzyskanie wody o wymaganych parametrach, uzdatnianych w procesach napowietrzania i filtracji, jest możliwe dla wód pozbawionych związków zredukowanych i przy zastosowaniu wysokich złóż filtracyjnych (1,5 m) oraz obniżonej prędkości filtracji do 5 m/h.

Pojawienie się w wodzie azotu amonowego, nawet w stężeniach około $0,2 \text{ gN/m}^3$, może spowodować zakłócenia w procesie odmanganiania, zwłaszcza w drugiej połowie cyklu filtracyjnego [3,9]. W uzdatnianiu wód infiltracyjnych należy brać pod uwagę nie tylko ich zdolność do odżelaziania i odmanganiania, ale także stabilność biologiczną, której brak prowadzi do wtórnego zanieczyszczenia wody [10]. Utrzymanie stabilności biologicznej wody wiąże się z zahamowaniem rozwoju organizmów mikrotroficznym, co można uzyskać poprzez obniżenie stężenia biodegradowalnego rozpuszczonego węgla organicznego (BRWO, ang. BDOC) poniżej 300 mgC/m^3 w wodach chlorowanych i poniżej 30 mgC/m^3 w wodach niechlorowanych lub stosowania odpowiednio dużych dawek środków dezynfekcyjnych. Dezynfektantami końcowymi są najczęściej chlor i jego związki, w tym popularny ostatnio dwutlenek chloru [11]. Zalecana dawka dezynfekcyjna dwutlenku chloru nie powinna przekraczać $0,4 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$, ponieważ przy wyższych dawkach pojawiają się w wodzie niebezpieczne chloryny i chlorany. W wypadku stosowania chloru w wodzie pojawiają się uboczne produkty chlorowania.

Na dawki dezynfektantów chlorowych wpływa obecność w wodzie związków zredukowanych, w tym przede wszystkim azotu amonowego, a także obecność w wodzie związków organicznych (OWO, RWO), nawet biologicznie trudno

przyswajalnych, które wskutek utleniania mogą stać się związkami łatwo przyswajalnymi (PWO) i przyczynić się do rozwoju niepożądanych w wodzie mikroorganizmów. Zatem właściwe uzdatnianie wód infiltracyjnych wymaga usunięcia z nich, oprócz agresywnego dwutlenku węgla i siarkowodoru oraz związków żelaza i manganu, również związków organicznych, co najmniej do wartości OWO poniżej $2,0 \text{ gC/m}^3$ oraz azotu amonowego poniżej $0,1 \text{ gN/m}^3$, mimo iż przepisy sanitarne nie są tak drastyczne w tym zakresie. W polskich i unijnych standardach zawartość ogólnego węgla organicznego nie jest w ogóle normowana. Dopuszczalna zawartość związków organicznych, mierzonych utlenialnością, do $5 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ wskazuje, iż stężenia węgla organicznego w wodzie są wysokie. W wodach infiltracyjnych ujmowanych we Wrocławiu, przy stosunkowo niskiej utlenialności, stwierdzono OWO dochodzące nawet do $6,0 \text{ gC/m}^3$ [4]. W takim wypadku do podstawowego układu technologicznego oczyszczania wód infiltracyjnych muszą być wprowadzone dodatkowe procesy umożliwiające, oprócz zintensyfikowania odżelaziania i odmanganiania, również obniżenie zawartości OWO i azotu amonowego w wodzie.

Intensyfikacja oczyszczania wód infiltracyjnych

Do intensyfikacji procesu odżelaziania i odmanganiania wody może być stosowana koagulacja. Przy stosunkowo niskim stężeniu związków żelaza (do ok. $5,0 \text{ gFe/m}^3$) proces koagulacji może być prowadzony bezpośrednio w złożu filtracyjnym [4]. Jako koagulanty mogą być stosowane sole hydrolizujące glinu i żelaza w ilościach do 5 g/m^3 . Preferowanym koagulantem jest chlorek żelaza(III), który w wypadku oczyszczania wód infiltracyjnych pozwolił na utrzymanie stężenia żelaza w wodzie oczyszczonej na poziomie nie przekraczającym $0,2 \text{ gFe/m}^3$, przy zastosowaniu wpracowanych filtrów piaskowych o wysokości złoża 1,5 m i z zastosowaniem prędkości filtracji do 5 m/h. Uzyskaniu zadowalającego stopnia odżelaziania wody towarzyszyło pogorszenie skuteczności odmanganiania wody. Wysoki stopień odżelaziania i odmanganiania wody uzyskano stosując do koagulacji polielektrolit kationowy Magnafloc LT 31 w ilości $1,3 \div 1,6 \text{ g/m}^3$, przy zachowaniu prędkości filtracji do 5 m/h. Również bardzo obiecujące wyniki uzyskano stosując koagulant mieszany, tj. chlorek żelaza(III) w ilości $1,5 \text{ g/m}^3$ i Magnafloc LT31 w ilości do $1,0 \text{ g/m}^3$.

Koagulacja w uzdatnianiu wód zawierających wysokie stężenia związków żelaza musi być stosowana jako proces wydzielony po napowietrzaniu wody. W tym celu przydatna jest technologia osadu zawieszono [2]. Jako koagulanty preferowane są związki żelaza wytrącone częściowo z wody na skutek podwyższenia jej pH do 8,5 przy użyciu wapna lub wodorotlenku sodu. Wytrącony wodorotlenek żelaza(III) może działać koagulująco w stosunku do pozostałych niewytrąconych związków żelaza i manganu. W wypadku braku pozytywnych efektów, zalecanymi do stosowania koagulantami są sole glinu.

Niedocenianym procesem, który powinien znaleźć zastosowanie w uzdatnianiu wód infiltracyjnych (i podziemnych), zwłaszcza z tendencją do wytrącania węglanów wapnia, jest dekarbonizacja wapnem [12]. Brak zainteresowania tym procesem wynikał z konieczności obniżania pH wody po jego zastosowaniu. Obecne przepisy sanitarne dopuszczają pH wody do 9,5, więc nie ma przeciwwskazań do jego stosowania,

bez konieczności rekarbonizacji wody, tym bardziej, iż dekarbonizacja może obejmować tylko część ujmowanej wody. Do realizacji procesu dekarbonizacji można również zastosować technologię osadu zawieszonoego. W procesie tym następuje nie tylko zmniejszenie twardości węglanowej wody, ale również jej skuteczne odżelazienie i odmanganienie.

Intensyfikacja procesów odżelaziania i odmanganiania wody jest możliwa do uzyskania podczas filtracji pospiesznej na złożach piroluzytowych [12]. Złoża te pozwalają na skuteczne odmanganienie wody, nawet w obecności azotu amonowego. Zastosowanie złożów piroluzytowych pozwala zwiększyć prędkość filtracji nawet do 15 m/h. Przy zastosowaniu złożów piroluzytowych wskazane jest wcześniejsze obniżenie w wodzie zawartości związków żelaza, zwłaszcza gdy woda surowa zawiera wysokie ich stężenia. Należy wówczas rozważyć zastosowanie filtracji dwustopniowej: pierwszy stopień na złożach piaskowych do całkowitego lub częściowego odżelaziania wody, a drugi stopień – do odmanganiania i obniżenia zawartości azotu amonowego. Korzyścią ze stosowania złożów katalitycznych, do których zalicza się złoża piroluzytowe, jest eliminacja chemicznego oczyszczania, zwłaszcza utleniania, a także uzyskanie dużej skuteczności oczyszczania wody przy zastosowaniu wysokich prędkości filtracji.

W technologii uzdatniania wód infiltracyjnych i podziemnych na uwagę zasługuje filtracja sucha [13]. Proces filtracji suchej wymaga wstępnego odżelaziania wody do zawartości związków żelaza około 1 gFe/m^3 . Podczas filtracji suchej następuje obniżenie zawartości azotu amonowego wskutek nityfikacji i w dalszym etapie umożliwiony jest proces odmanganiania wody. Jako złoża filtracyjne stosowane może być piasek o uziarnieniu $1+2 \text{ mm}$, a także węgiel aktywny o uziarnieniu $1+3 \text{ mm}$ i wysokości warstwy filtracyjnej $1,5+2,0 \text{ m}$. O technologicznej sprawności filtrów suchych decyduje ilość tlenu w wodzie, którego źródłem jest powietrze doprowadzane do filtrów współ-, lub przeciwpłukowo, a także proces napowietrzania wody na początku układu technologicznego. Zastosowanie do filtracji suchej złoża węglowego pozwala uzyskać zadowalające efekty oczyszczania przy naturalnym natlenianiu wody podczas jej rozdeszczania nad złożem. Przy wysokości rozdeszczania $1,0 \text{ m}$ optymalna prędkość filtracji wynosi $2,0 \text{ m/h}$. W tych warunkach, oprócz nityfikacji, obniżeniu ulega także stężenie związków organicznych.

Obecność w wodzie azotanów w stężeniu powyżej $50 \text{ gNO}_3^-/\text{m}^3$ dotychczas dyskwalifikowała wodę do ujmowania na cele wodociągowe. Ustalenie technologii usuwania z wód azotanów zmieniło pogląd na celowość ujmowania takich wód. Usuwanie azotanów z wody możliwe jest w procesie biologicznej redukcji, czyli denityfikacji. Do efektywnego przebiegu tego procesu wymagane są zachowanie warunków beztlenowych w wodzie, wspomaganie procesu wodorem lub związkami organicznymi (etanol, kwas octowy), zależnie od rodzaju denityfikacji, a także obecność fosforanów. Do zasiedlenia bakterii stosowane są złoża nieruchome (piasek, kruszywa ceramiczne lub polistyren piankowy, węgiel aktywny), przepływ w wody możliwy jest w kierunku z góry ku dołowi i odwrotnie z prędkością filtracji do 10 m/h . Po procesie denityfikacji zaleca się napowietrzanie wody w celu usunięcia gazów (wodór, azot, dwutlenek węgla), a także wprowadzenia do wody tlenu, a następnie filtrację – najczęściej dwustopniową – z węglem aktywnym w drugim stopniu

w celu odżelaziania i odmanganiania wody oraz usunięcia niewykorzystanych substratów.

Do obniżenia zawartości związków organicznych i azotowych w wodzie celowe jest również stosowanie po filtracji na wpracowanym złożu piaskowym filtracji przez biologicznie aktywny węgiel aktywny. Podczas eksploatacji filtrów węglowych zazwyczaj ma miejsce rozwój flory bakteryjnej, umożliwiającej transformację związków niebiodegradowalnych i ich zatrzymanie w złożu, a także nityfikację azotu amonowego. Procesy sorpcji i biodegradacji przebiegające w złożu węgla aktywnego mogą ulec zintensyfikowaniu wskutek zastosowania przed sorpcją procesu utleniania, zwłaszcza ozonem. Przy wprowadzeniu ozonowania wody należy liczyć się ze wzrostem kosztów oczyszczania wody, a także z możliwością pojawienia się w wodzie – szczególnie w rejonach nadmorskich – niekorzystnych bromianów.

Wnioski

♦ Skład fizyczno-chemiczny wód infiltracyjnych zależy od rodzaju infiltracji. Przy infiltracji sztucznej skład ujmowanych wód zbliżony jest do składu wód podziemnych, natomiast przy infiltracji naturalnej znaczna część domieszek wód powierzchniowych przenika do wód infiltracyjnych, a głównie związki organiczne i azotowe.

♦ W uzasadnionych wypadkach celowe jest wstępne oczyszczanie wody powierzchniowej, a następnie bezpośrednie jej wprowadzenie do warstwy wodonośnej.

♦ Oczyszczanie wód infiltracyjnych powinno uwzględniać zarówno wymagania jakościowe wody zawarte w przepisach sanitarnych, jak i względy technologiczne jej oczyszczania, które w uzasadnionych wypadkach przemawiają za włączeniem do układu oczyszczania procesu sorpcji, a także procesów usuwania związków azotowych.

♦ Wody infiltracyjne z reguły uzdatniane są w konwencjonalnych układach oczyszczania wód podziemnych. Zaleca się wówczas stosowanie wysokich złożów filtracyjnych i ograniczenie prędkości filtracji.

♦ Wprowadzenie do układów oczyszczania filtrów piroluzytowych pozwala na uzyskanie wysokiej skuteczności oczyszczania wody, nawet w obecności związków zredukowanych i przy wysokiej prędkości filtracji.

♦ Intensyfikacja procesów odżelaziania i odmanganiania wody możliwa jest poprzez wprowadzenie do układu oczyszczania procesu koagulacji.

♦ W usprawnieniu oczyszczania wód infiltracyjnych należy rozważyć wykorzystanie procesu dekarbonizacji.

LITERATURA

1. A. L. KOWAL, J. MAĆKIEWICZ: Opinia hydrologiczna dotycząca ujęcia wód powierzchniowych z rzeki Nidy w rejonie Korczyna. Jakość wód infiltracyjnych i ich oczyszczanie. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. Politechniki Wrocławskiej, seria SPR nr 34, Wrocław 1989 (praca nie publikowana).
2. A. BŁYK, J. MAĆKIEWICZ: Badania przydatności wybranych koagulantów do oczyszczania wody w ZUW Zawada k/Opola. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. Politechniki Wrocławskiej, seria SPR, Wrocław 1996 (praca nie publikowana).

3. A. M. DZIUBEK i in.: Technologia oczyszczania wód infiltracyjnych w ZPW „Na Grobli” we Wrocławiu. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. Politechniki Wrocławskiej, seria SPR nr 52, Wrocław 1994 (praca nie publikowana).
4. A. M. DZIUBEK, J. MAĆKIEWICZ: Direct filtration applied to infiltrated water treatment. *Environment Protection Engineering*, 2002, Vol. 28, No. 2, pp. 39–45.
5. A. L. KOWAL i in.: Określenie wpływu domieszek wody z rzeki Proсны i Ołoboku na ujęcia wody podziemnej dla Kalisza i Ostrowa Wlkp. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. Politechniki Wrocławskiej, seria SPR nr 43, Wrocław 1986 (praca nie publikowana).
6. A. L. KOWAL: Wykorzystanie infiltracji w oczyszczaniu wody. *Ochrona Środowiska*, 1999, nr 3, ss. 3–6.
7. M. ROMAN: Jakość wody do picia w przepisach Unii Europejskiej i w przepisach polskich. Monografie PZITS, seria Wodociągi i Kanalizacja nr 8, Warszawa 2001.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r. Dz. U. nr 203, poz. 1718.
9. A. M. DZIUBEK i in.: Modernizacja technologii oczyszczania wody w ZPW Na Grobli we Wrocławiu. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. Politechniki Wrocławskiej, seria SPR nr 57, Wrocław 1997 (praca nie publikowana).
10. M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: Skutki braku stabilności biologicznej wody wodociągowej. *Ochrona Środowiska*, 2003, nr 4, ss. 7–12.
11. J. MAĆKIEWICZ, A. M. DZIUBEK, J. CZARNIECKA: Zapotrzebowanie na dwutlenek chloru w uzdatnianiu wód infiltracyjnych. *Ochrona Środowiska*, 2003, nr 1, ss. 9–12.
12. J. MAĆKIEWICZ: Niekonwencjonalne metody uzdatniania wód podziemnych. *Ochrona Środowiska*, 1998, nr 3, ss. 31–34.
13. J. MAĆKIEWICZ: Zastosowanie filtracji suchej do oczyszczania wód. Mat. konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”, PZITS, Poznań 1992, ss. 326–330.

Maćkiewicz, J., Dziubek, A. M. Developmental Trends in Infiltration Water Treatment. *Ochrona Środowiska* 2003, Vol. 25, No. 4, pp. 19–22.

Abstract: The composition of infiltration water is characterized, particular consideration being given to the troublesome organic pollutants which are typical of surface water and cannot be removed by a conventional treatment train including aeration, filtration and disinfection. The hazards of infiltration water pollution with nitrogen compounds are emphasized. The need for the removal of the polluting species from the infiltration water results not only from the sanitary recommendations for drinking water quality, but also from technological reasons. As

far as the future trends are concerned, consideration should be given to the enhancement of iron and manganese removal by coagulation, decarbonization and filtration on a ripened bed, as well as to the removal of nitrogen compounds during dry filtration and *via* denitrifying reactors. The following actions and measures have been postulated: the application of sorption on activated carbon for the removal of organic compounds, the reduction of chlorine demand, and the maintenance of the biological stability of water to prevent its recontamination during transport in the water distribution system.

Keywords: Infiltration water, water treatment, nitrogen compounds, organic pollutants.