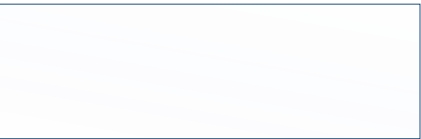




metodologia przeprowadzania wycieczek po obiektach gospodarki wodnej

WODA PITNA



Zawartość

Arkusz okładkowy	4
1 Ogólne wprowadzenie	5
1.1 Jak przygotować się do wycieczki?.....	9
1.2 Przygotowanie przed wycieczką	15
1.2.1 Bądź narratorem	15
1.2.2 Historia wody	16
1.2.3 Historia materii i energii.....	20
1.2.4 Historia pieniędzy.....	25
1.2.5 Historia ludzi.....	26
2 Własna wycieczka	28
2.1 Kluczowe pytania	29
2.2 Jakość wody	30
2.3 Źródło wody surowej	32
2.4 Opis technologii	33
2.5 Sieć wodna	35
2.5.1 Wodomierze.....	37
3 Opis technologii	38
3.1 Dłuto.....	39
3.2 Napowietrzanie	40
3.3 Osadzanie	42
3.4 Flotacja	43
3.5 Klarowanie / koagulacja / flokulacja	45
3.6 Filtrowanie	47
3.7 Wymienniki jonowe	48
3.8 Sorpcja.....	49
3.9 Higieniczne dostarczanie wody.....	52
3.9.1 Chlorowanie	52
3.9.2 Promieniowanie UV	54
3.10 Stabilizacja (bilans wapniowo-węglanowy)	57
3.11 Technologia membranowa	58
3.12 Gospodarka osadami.....	60
4 Po wycieczce	61
5 Linki i dodatkowe informacje.....	62

6 Załącznik: Formularz umożliwiający uzyskanie informacji o stacji uzdatniania wody63

Arkusz okładkowy

Dokument ten został stworzony przez zespół autorów: Helenę Bakešovą, Jakuba Sochora, Jitkę Czakojo­vą, Martina Srb, Deni­šę Čadkovą, Lenkę Procházkovą, Jindřicha Procházkę, Andrej­u Benákovą, Eliškę Maršálkovą, Jana Šmídkov­u i Jiří Paula, w ramach rozwiązania projektowego:



Od kohoutku do záchodu

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Projekt cílí na zlepšování kvality odborných exkurzí a odborných přednášek či demonstrací v oblasti vody. Primárně se zaměřuje na poskytnutí podpory a materiálů pro učitele, odborníky a pracovníky vodo­hospodářských společností, kteří provádějí exkurze.

Realizace projektu: únor 2024 – červenec 2025

Kierownikiem projektu jest Stowarzyszenie Wodne



1 Ogólne wprowadzenie

Stacje uzdatniania wody (oraz związane z nimi źródła wody, zbiorniki, przepompownie, stacje ciśnieniowe...) stanowią podstawową jednostkę budulcową systemu gospodarki wodnej i zaopatrzenia w wodę. Choć w dzisiejszych czasach niewiele osób ma tego pełną świadomość, każdy z nas pośrednio korzysta z tych systemów, nawet na co dzień. Bez wody człowiek nie wytrzyma dłużej niż 3 dni i praktycznie natychmiast uświadamia sobie jej utratę. Niemniej jednak z własnych studenckich doświadczeń musimy z przykrością stwierdzić, że na lekcjach czas poświęcany jest raczej mniej istotnym tematom (np. warzeniu piwa czy wywoływaniu zdjęć analogowych), co w zakresie gospodarki wodnej skutkuje całkowitym brakiem elementarnej wiedzy. Przykładem jest klasyczne i zupełnie powszechne mylenie funkcji oczyszczalni ścieków ze stacją uzdatniania wody. Nie chcemy nawet słyszeć słowa „oczyszczalnia” w związku z oczyszczalnią ścieków. Przecież studenci i starsi mieszkańcy nie wiedzą, skąd bierze się woda, która płynie z ich własnego kranu. Przy niskim poziomie informacji nie możemy się dziwić, że zwykli ludzie zwykle nie mają pojęcia, na czym polega ta złożona dziedzina, a potem traktują wodę pitną jako coś oczywistego. I właśnie to chcielibyśmy zmienić tą metodologią, a przede wszystkim przy pomocy Was, czytelników oraz obecnych lub przyszłych przewodników po stacjach uzdatniania wody i związanej z nimi infrastrukturze.

Ponieważ w szkołach istnieje stosunkowo duża liczba regularnych zajęć interaktywnych, a oferta znacznie przewyższa popyt, postanowiliśmy wykorzystać największą korzyść, na jaką pozwala nam charakter naszej dziedziny - wycieczki terenowe z naciskiem na informacje lokalne, aby każdy uczeń i student mógł sobie wyobrazić drogę, jaką musi przebyć woda, zanim wyplynie z kranu w jego domu.

To zastęga nielicznych operatorów sieci wodociągowych, którzy już realizują tego typu wycieczki edukacyjne. Są to jednak przeważnie duże miasta; jednak z naszego punktu widzenia ważne jest, aby nie zapominać o mniejszych miastach i wsiach, gdzie szkoły nie mają możliwości dojazdu godzinnym pociągiem na wycieczkę do większego ruchu. Chcemy zatem przyczynić się do tego, aby te wycieczki zaczęły odbywać się gdzie indziej i tym samym zwiększyć świadomość na temat funkcjonowania branży wodnej w Czechach z jej regionalną specyfiką.

Dlatego staraliśmy się zaprojektować metodologię, którą trzymacie w rękach, w taki sposób, aby można ją było stosować od małych zakładów przetwórczych z prostą technologią po duże zakłady przetwórcze w miastach regionalnych z najnowocześniejszymi procedurami technologicznymi. Ponieważ te operacje są (ze zrozumiałych powodów) diametralnie różne, nasza praca była dość skomplikowana. W rezultacie dokument ten składa się z wielu pojedynczych modułów, które są praktycznie od siebie niezależne – do realizacji wycieczki po danym zakładzie przetwórczym wybierzesz zatem tylko te moduły, które są dla Ciebie istotne. Bardziej szczegółowe informacje na temat składania podane są bezpośrednio przy danych modułach technologicznych.

W ten sam sposób metodologia jest przeznaczona dla szkół podstawowych i średnich, a nawet dla najbardziej ciekawskich uczestników wycieczki (dla przyszłych studentów uczelni technicznych). Wymagany poziom (ilość i wiedzę) informacji odpowiedni dla danego poziomu kształcenia można uzyskać korzystając jedynie z tych części modułów, które są istotne dla danego poziomu. Gorąco polecamy jednak, aby nawet w przypadku wycieczki „tylko” dla szkoły podstawowej szybko przestudiować także wyższe poziomy – czasem nie uwierzyłybyś, jakie pytania potrafią postawić dzieci i całkowicie zaskoczyć przewodnika. Oczywiście nie chcemy Cię tym straszyć.

Jednocześnie do tej metodyki dołączamy także książeczkę minimalnych kosztów zużycia wody, w której szerzej opisane są zasady poszczególnych technologii. Jeśli więc nie masz pewności, czy zbiornik ten jest przeznaczony do koagulacji, flokulacji czy flotacji, możesz skorzystać z dołączonej literatury, aby odświeżyć informacje w szkole i upewnić się, że przekazujesz uczniom i studentom prawidłowe informacje.

W niektórych miejscach w tekście zastosowano podział informacji dla poszczególnych poziomów edukacji, tak aby interpretacja była dostosowana do treści przekazywanych informacji. Części, które nie są w żaden sposób zabarwione, można wykorzystać dowolnie i nie są przeznaczone tylko dla jednej grupy docelowej.

Szkoły podstawowe – ze względu na nauczanie chemii i innych przedmiotów, liczeni są przede wszystkim uczniowie drugiej klasy szkoły podstawowej (tj. w wieku ok. 11–15 lat)

Szkoły średnie – ok. 15-19 lat z różnych szkół (gimnazjum, szkoły przemysłowe, praktyki zawodowe...)

Dla dociekliwych - nadaje się np. na wycieczki terenowe na seminaria fakultatywne z chemii lub ochrony środowiska w latach maturalnych lub dla technicznych klubów młodzieżowych i innych instytucji zajmujących się edukacją nieformalną. Lub po prostu dla ciekawskich w każdym wieku.

Proszę jednak nie traktować tej metodologii jako dogmatu, którego należy ślepo przestrzegać. A co z tobą, co z montażownią, co z grupą, to indywidualność i trzeba o tym ciągle myśleć. Musisz sam sprawdzić, co Ci odpowiada i jak pracować z różnymi grupami ludzi. Wiemy, że nie masz przed sobą łatwego zadania, ale podziwiamy Cię, że idziesz dalej i starasz się zorganizować jak najlepszą wycieczkę. To ma sens!

Nie zapominajmy, że wycieczka jest niepowtarzalną okazją do rozmowy ze społeczeństwem. Podnieś świadomość w tej dziedzinie, przyciągnij uwagę, a może nawet coś zmień. Spróbuj zaangażować dzieci tak bardzo, jak to możliwe, pokaż, co jest możliwe, a może stań się pogromcą mitów. Możesz udzielić dzieciom wspólnych rad, np.: dlaczego po wakacjach lepiej zrezygnować z określonej ilości wody z wodociągu w domu, dlaczego regularnie podgrzewać bojler do wyższej temperatury w domu, dlaczego lepiej pić wodę z kranu niż mineralną, dlaczego i o ile droższe jest picie wody butelkowanej, dlaczego nie napętnić basenu w ogrodzie wodą z sieci (odpowiedzi znajdziesz na końcu wstępu). Kto wie, może poprzez dzieci przyczynisz się do zmiany nawyków całej rodziny. Nie zapominajmy, że mówimy do przyszłego pokolenia, które prawdopodobnie pewnego dnia wychowa następne pokolenie. Przekazujmy dobre nawyki póki możemy.

Jednocześnie nie bój się podkreślać z jakimi problemami borykają się operatorzy. Można na przykład wspomnieć o ożywieniu mikrobiologicznym wody latem lub ryzyku zamarznięcia zbiorników w miesiącach zimowych. W ramach wycieczki należy również zwrócić uwagę na powiązanie gospodarki wodnej z całym społeczeństwem, podkreślić niezbędne zawody, zasoby finansowe, wielkość i złożoność niezbędnych budynków itp.

Podsumowując (i w połączeniu z poprzednim akapitem), chcielibyśmy rzucić światło na inny aspekt tej metodologii – w miarę możliwości staraliśmy się ułożyć tekst w stylu pytań i odpowiedzi. Nie tylko dlatego, że pytania te mogą pojawić się poza uczestnikami podczas wycieczki terenowej, ale można je także wykorzystać „przeciwko” uczestnikom, aby je aktywować.

? **Pytanie:** Dlaczego po wakacjach warto zrezygnować z określonej ilości wody z wodociągu w pomieszczeniach zamkniętych?

💡 **Odpowiedź:**

Podczas naszej nieobecności woda stoi w kolejce bez ruchu, a po kilku dniach zabezpieczenie higieniczne przestaje działać. Czynniki te zapewniają odpowiednie środowisko do rozwoju drobnoustrojów w wodzie, które mogą stanowić dla nas zagrożenie dla zdrowia. Dlatego należy „wymienić” wodę z rurociągu na nową (świeżo uzdatnioną) wodę.

? **Pytanie:** Po co regularnie nagrzewać kocioł w domu do wyższej temperatury?

💡 **Odpowiedź:**

Legionella najlepiej rozwija się w letniej wodzie. Dopiero osiągnięcie wyższej temperatury, często określanej jako co najmniej powyżej 60°C (powyżej 55°C bakterie nie rozmnażają się, a od 70°C szybko giną), zapobiegnie ich nadmiernemu rozwojowi w kotle, zmniejszając w ten sposób ryzyko infekcji zdrowotnych. Ważna jest zarówno sama temperatura, jak i czas utrzymywania się na tej wartości.

? **Pytanie:** Dlaczego powinienem pić wodę z kranu zamiast wody butelkowanej? O ile będzie drożej?

💡 **Odpowiedź:**

Powodów jest kilka: niższa cena, częstsza kontrola jakości podczas produkcji, mniejsze obciążenie środowiska. Cena wody kranowej (czasami zwanej też wodą kranową) zależy oczywiście od regionu (można określić dokładną dla swojego regionu), jednak zazwyczaj jest ona ponad 100 razy tańsza od wody butelkowanej. I co więcej – często jest to dokładnie ta sama woda, tylko ta butelkowana leży od kilku miesięcy w magazynie.

? **Pytanie:** Dlaczego lepiej pić wodę z kranu niż wodę mineralną?

💡 **Odpowiedź:**

Ktoś może błędnie pomyśleć, że dobrze jest pić wodę mineralną codziennie, ale tak nie jest. Każda woda mineralna ma specyficzny skład chemiczny i zazwyczaj nie jest (i nie musi) być zgodna z przepisami dotyczącymi wody pitnej. Ze względu na dużą zawartość i brak równowagi jonów nie zaleca się nadmiernego i długotrwałego picia.

? **Pytanie:** Dlaczego latem nie napełnić basenu wodą z kranu?

💡 **Odpowiedź:**

Linia wodociągowa nie jest przystosowana do napełniania basenów, zwłaszcza jeśli na pomysł wpadnie kilku mieszkańców jednocześnie. Duże prędkości przepływu w rurociągu mogą powodować zmętnienie wody (osady z rurociągu przedostają się do wody). Ponadto nie obliczono ilości wody, w związku z czym

w zbiorniku może później jej brakować (nagromadzenie wody). Równie istotne jest późniejsze obniżenie nadciśnienia w sieci, które zapewnia zarówno transport wody do odbiorców, jak i ochronę przed przedostawaniem się wód gruntowych do sieci wodociągowej, czyli przedostawaniem się zanieczyszczeń. Problemów tych można łatwo uniknąć zamawiając zbiornik w przedsiębiorstwie wodociągowym.

Dla dociekliwych - seria wodno-kanalizacyjna. Wiele osób używa terminu przepisy hydrauliczne. To nie jest poprawne. Prawidłowe określenie to linia wodna. Nazwa pochodzi od słowa seria

1.1 Jak przygotować się do wycieczki?

Aby wycieczka zainteresowała zwiedzających, a jednocześnie wyciągnęła z niej wiedzę na dalsze życie, należy się do niej przygotować i dostosować interpretację do odbiorcy, jego wieku, doświadczeń i zainteresowań. Jednocześnie dobrze jest, aby wycieczka była jak najbardziej interaktywna (co odróżnia Cię od innych zajęć wyjaśniających, np. zwiedzania zamków i pałaców).

Pamiętaj, że wycieczki z dłuższą częścią teoretyczną są bardziej odpowiednie dla uczniów szkół średnich. Młodszy uczestnicy charakteryzują się zdecydowanie niższym poziomem koncentracji, dlatego warto myśleć jak najbardziej praktycznie, nawet kosztem mniejszej ilości przekazywanych informacji.

W szczególności warto wiedzieć:

- **Ilu gości przyjdzie**

Nie tylko jeśli chodzi o interpretację, bo uwaga maleje wraz ze wzrostem liczby uczestników, ale także o układ techniczny – czy cała wycieczka zmieści się na przykład w komorze przetadunkowej zbiornika lub w sterowni? W obu przypadkach nie bój się podzielić grupy na dwie części, jeśli wystarczy zasobów ludzkich.

- **Ile mają lat i z jakiej szkoły pochodzą?**

Uczniowie szkoły przemysłowej nastawionej na automatyzację będą zainteresowani innymi informacjami niż uczniowie gimnazjum o kierunku humanistycznym, a tych z kolei innymi informacjami niż przyszłe pielęgniarki; Inaczej będzie wyglądać wycieczka dla uczniów szóstej klasy szkoły podstawowej, którzy nie znają chemii.

- **Jaki jest cel wycieczki?**

Czy chodzi przede wszystkim o przekazanie wiedzy teoretycznej na temat procesów inżynierii wodnej, czy też w szkole odbyła się już lekcja teoretyczna, a celem wycieczki jest sprawdzenie zdobytej wiedzy w praktyce; lub wprowadzić opis stanowisk pracy pracowników (kariera w branży wodnej)? Często celem może być po prostu podniesienie świadomości, że woda pitna nie jest oczywistością i że za jej wyprodukowaniem kryje się mnóstwo pracy, a jednocześnie na jej jakość wpływa także nasze zachowanie wobec środowiska.

- **Ile masz czasu na wycieczkę?**

Typowy czas to dwie godziny dydaktyczne, czyli około 1,5 godziny; zależy to jednak nie tylko od wieku uczestników, ale także od odległości szkoły od budynku oczyszczalni – ten aspekt wycieczki należy zawsze wcześniej uzgodnić z kadrą pedagogiczną.

Warto wcześniej przygotować ogólne informacje o stacji uzdatniania wody; formularz, za pomocą którego możesz to zrobić, znajduje się w Załączniku do tego dokumentu.

- **Lokalna historia**

Patrz rozdział „Twoja własna wycieczka”

- **Ile wody produkujesz na sekundę, dzień i rok**

Aby uzyskać lepszy pomysł, zaleca się konwersję na bardziej dostępne jednostki, patrz tabela poniżej.

Jednostka	Tom
Basen olimpijski (głębokość 2,5 m)	3125 m ³

wiejski staw	rzędu tysięcy m ³
cysterna kolejowa	46 – 90 m ³
zbiornik na podwoziu T815	9 m ³
czołg na podwoziu V3S	3,5 m ³
wanna	100 – 200 l
wiaderko	12 lat
konewka ogrodowa	5 l

- **Gdzie dostarczacie wodę, do jakich miast, gmin, lokalnych obszarów**

Czy tylko do najbliższej okolicy, czy do bardziej odległych gmin, czy też oczyszczalnia jest podłączona do zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Aby pomóc, możesz zrobić mapę lub zdjęcie lotnicze okolicy.

- **Ilu osobom dostarczasz wodę?**

Oczywiście nie potrzebujesz dokładnej liczby, a raczej rząd wielkości dla pomysłu.

- **Jak długa jest sieć wodociągowa i z jakiego materiału jest wykonana?**

Ponownie istnieje możliwość powiększania, np. odległość miejsca wycieczki lub centrum miasta/wieś uczestników do miasta XY; ile jest na nim zbiorników, stacji benzynowych i innych ciekawych obiektów. Można wykorzystać np. wydruk mapy z systemu GIS, na którym (w wersji drukowanej) dzieci mogą dowiedzieć się, gdzie woda dociera do ich domu. Zawsze lepiej jest mieć przy sobie jakiś materiał wizualny do omówienia, aby dzieci mogły lepiej się zorientować. Jednocześnie dzieci prawdopodobnie będą zaskoczone, jak długa i złożona jest sieć wodociągowa.

- **Ile prądu zużywasz do produkcji wody?**

Można porównać ze zużyciem w domu – średnie zużycie prądu w Czechach w 2023 roku na 1 gospodarstwo domowe wyniosło 3500 kWh/rok, co odpowiada telewizorowi włączonemu nieprzerwanie przez rok (a to nie mało – możecie przypomnieć dzieciom, jak rodzice apelują do nich, aby wyłączyły telewizor, gdy go nie oglądają).

- **Cena wody w stosunku do wody butelkowanej**

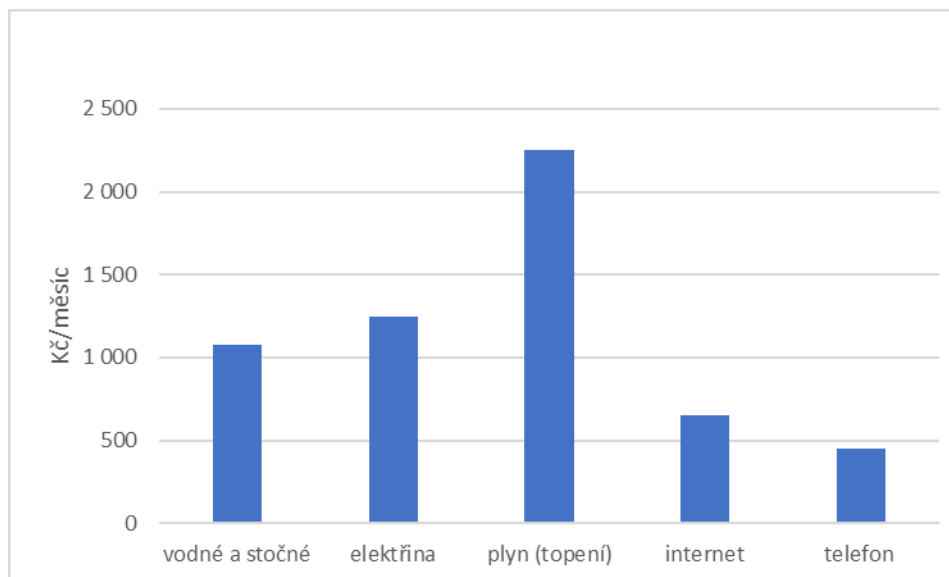
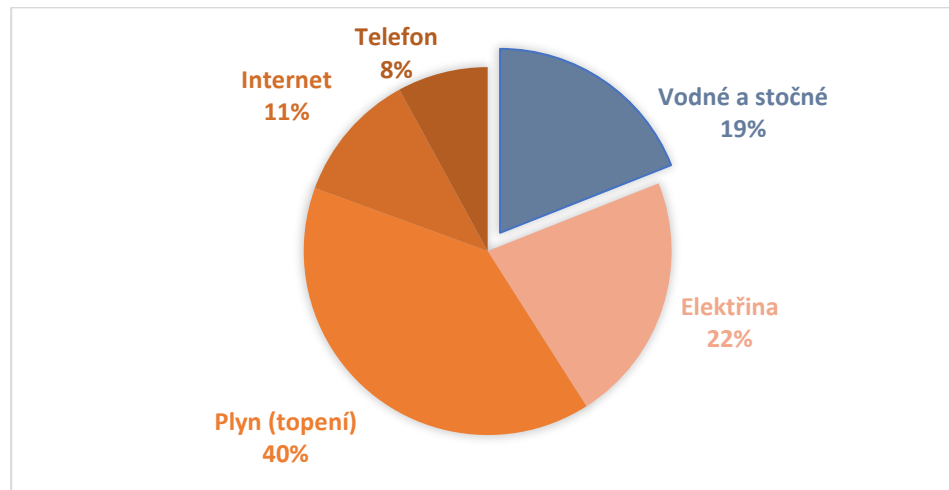
Dla lepszego zobrazowania należy odnieść się do 1,5 litra, gdy cena opakowania wynosi co najmniej 8 CZK; odpowiada to mniej więcej cenie 1 m³ pobranego ze środowiska w celu uzdatnienia go w wodę pitną (dzieci zazwyczaj nie mają pojęcia, że za tę wodę też płacą). Alternatywnie możesz porównać z innymi napojami, takimi jak lemoniada cola. Nie musisz od razu zdradzać dzieciom ceny – zapytaj, co często piją i ile płacą za butelkę. Jeśli nikt się nie odważy, zacznij sam. Następnie porównaj z wodą wyprodukowaną w oczyszczalni.

- **Cena wody w relacji do pozostałych miesięcznych kosztów**

Przygotuj wykres pokazujący, ile przeciętne gospodarstwo domowe w Twoim regionie płaci za wodę, a ile za inne media i usługi, takie jak telewizja kablowa, Internet i telefon. Będziesz zaskoczony, jak niski jest udział kosztów podstawowej (być może nawet najbardziej podstawowej) potrzeby człowieka, czyli wody, w porównaniu z kosztami energii elektrycznej, gazu lub połączenia internetowego.

Przykład porównania do typowych cen w roku 2024:

Praca	Średni miesięczny koszt	Udział procentowy
Woda i ścieki	1080 CZK	17,9 %
Elektryczność	1250 CZK	20,7 %
Gaz (ogrzewanie)	2250 CZK	37,3 %
Internet	650 CZK	10,8 %
Telefon (komórkowy)	450 CZK	7,5 %
Inne ogrzewanie	zmienny	-
W sumie	6.030 CZK	100 %



- **Jakie grupy substancji są usuwane na stacji uzdatniania wody i jakie technologie są do tego wykorzystywane**

Metody usuwania oraz znaczenie poszczególnych substancji dla organizmu i środowiska szczegółowo opisano w dalszej części metodyki. Zastanów się jednak, czy technologia skupia się również na usuwaniu czegoś mniej powszechnego. Na przykład niektóre wody gruntowe mogą zawierać wyższą zawartość niklu lub innych metali. W innych miejscach woda może być bogata w radon. Nie zapomnij podkreślić dzieciom, że jest to coś typowego dla danej miejscowości.

Pomyśl o:

- **Gdzie zabieracie gości?**

Ze względu na ich bezpieczeństwo, bezpieczeństwo w ruchu drogowym, pojemność przestrzeni (np. postaraj się wyznaczyć miejsce, w którym będą mogli zostawić plecaki – lepiej, żeby nie chodzili z nimi po całym zakładzie przetwórczym), wymiar czasowy zwiedzania i odległość pomiędzy poszczególnymi miejscami.

Należy pamiętać, że dzieci mają w szkole mnóstwo wyjaśnień, jadą na wycieczkę przede wszystkim po to, żeby coś zobaczyć (godzinny wykład w sali konferencyjnej i pół godziny w korku to nie jest to, co by ekscytowało dzieci). Sprawdzonej metodą trasy wycieczki jest spacer w kierunku przepływu wody na oczyszczalni.

Jeśli wiesz, że wybierasz się do hałaśliwego miejsca, spróbuj wyjaśnić uczestnikom, co tam zobaczą, jeszcze przed wejściem do budynku. Od Ciebie zależy, czy bardziej szczegółowy opis rozpoczniesz przed wejściem do lokalu, czy po nim.

Ze względu na złożoność niektórych technologii, do opisu procesu można zastosować także diagramy graficzne. Nie zapominaj, że dzieci nie mogą znieść długich wyjaśnień w jednym miejscu. Z tego powodu warto przed wejściem wyjaśnić dzieciom, co zobaczą dzieci, uzgodnić, co im pokażesz i w jakiej kolejności (pierwszy wlot, drugi wylot, trzeci...), pozwolić im na krótkie obejrzenie, a następnie opuścić budynek. Następnie weźmiesz diagram do ręki i wyjaśnisz proces bardziej szczegółowo. Zanim przejdziesz do kolejnej stacji, zapytaj dzieci, czy chcą jeszcze raz zajrzeć do środka i zobaczyć technologię wraz ze swoją nowo nabytą wiedzą.

- **Jakie główne informacje uczestnicy powinni zabrać z wycieczki?**

Ten punkt może wydawać się trywialny, ale proszę go nie pomijać. Jakie minimum każdy uczestnik musi zabrać z wycieczki? Pomyśl o tym, zapisz kilka punktów i odpowiednio zaplanuj swoją wycieczkę. Możesz zabrać ze sobą gazetę na wycieczkę i sprawdzać, czy nie zapomniałeś wspomnieć o czymś ważnym z listy. Powtarzanie jest matką mądrości, więc dobrze jest wspomnieć o czymś więcej niż raz. Pomiędzy ruchami możesz powtarzać z dziećmi – zadawaj im pytania, aby sprawdzić, czy zrozumieli informacje z poprzedniej stacji.

- **Jak i gdzie do nich zadzwonisz wraz z uwzględnieniem czasu na poszczególne przystanki**

Człowiek jest istotą, która nie potrafi oszacować, jak długo wszystko będzie trwało. Pamiętaj, że czasami mniej znaczy więcej. Jeśli zostało trochę czasu, możesz odpowiedzieć na więcej pytań dzieci i powtórzyć z nimi. Zdecydowanie jest to lepsze uczucie niż wygłaszanie długiego monologu i presja czasu. Ponadto dzieci mogą wynieść z wycieczki więcej informacji.

Pamiętaj, że nie Twoim zadaniem jest wbijanie dzieciom wszystkich informacji podczas krótkiej wycieczki. Twoim głównym zadaniem jest wzbudzenie entuzjazmu uczestników w terenie. Daj im trochę swojego entuzjazmu i motywacji. W końcu wielu z nas pracuje w terenie, bo woda jest niezbędna do życia, a nasza praca naprawdę ma wyższy sens.

- **Co im pokażesz i zademonstrujesz, czego mogą spróbować dla siebie w twoich warunkach**
- **O co mogą Cię zapytać?**

W każdym rozdziale staraliśmy się zawrzeć kilka typowych pytań na dany temat, a także podaliśmy krótkie odpowiedzi. Konkretnie staraliśmy się odpowiedzieć w trzech zdaniach. Spróbuj pomyśleć w ten sam sposób. Czy masz jeszcze jakieś pytania? Jeśli tak, zapisz je i przygotuj krótkie odpowiedzi. Przecież na wycieczce zwykle nie ma czasu na szersze odpowiedzi.

- **Czego nie rozumiałeś w ich wieku, a chciałbyś zrozumieć**

Pomyśl o tym, co uważasz za ważne. Co chciałbyś osiągnąć w młodym wieku? Teraz nadszedł czas, aby wyjaśnić to komuś innemu. Może nie od razu to zrozumie, może zajmie to trochę czasu, ale kto wie, może zapamięta Cię na długo i będzie zadowolony ze zdobytej wiedzy.

- **O co ich zapytasz?**

Pytania mające na celu uatrakcyjnić wycieczki i jednocześnie poznanie początkowego stanu wiedzy uczestników na dany temat. Nie musisz jednak testować tylko początkowej wiedzy. Nie bójcie się sprawdzić zdobytej wiedzy podczas wycieczki. To dla Ciebie świetna forma informacji zwrotnej – czy zrozumieli informacje z mojej prezentacji i gdzie mają luki? Co więcej, powtarzanie etapowe jest jedną z najlepszych metod uczenia się. Uczniowie mają możliwość aktywnego przywoływania informacji, co pomoże im przenieść wiedzę z pamięci krótkotrwałej do długotrwałej. Pamiętaj jednak, że teraz uczymy, a nie testujemy!

Przede wszystkim zadawaj pytania i upewnij się, że rozumieją rzeczy z Twojej listy „Jakie są główne rzeczy, które uczestnicy powinni zabrać z wycieczki terenowej”.

Z drugiej strony trzeba powiedzieć, że niektórzy uczniowie w ogóle nie lubią pytań lub odpowiedzi na nie, a niechęć ta nasila się wraz z wiekiem; więc to nie Twoja wina, że nikt nie chce Ci odpowiedzieć sam. Pytanie „mowa” ma także znaczenie dydaktyczne, po którym następuje krótka przerwa, podczas której słuchacze zazwyczaj zastanawiają się, nawet jeśli prowadzący następnie odpowiada, słuchacze starają się także sformułować odpowiedź własnymi słowami, co pozytywnie wpływa na zrozumienie i zapamiętywanie materiału.

Jeśli uważasz, że trafisz na naprawdę nieśmiałą grupę, spróbuj zacząć od bardzo łatwych pytań i daj uczestnikowi nagrodę za poprawną odpowiedź (cukierek, długopis, inny przedmiot reklamowy), być może, aby zmotywować go do większej aktywności w przypadku przyszłych pytań.

Zapewnij i przygotuj z wyprzedzeniem:

- **Niezbędne dokumenty wymagane przez operatora obiektu (zwykle np. BHP)**
- **Niezbędny sprzęt ochronny, jeśli jest potrzebny (rękawice, kaski, kamizelki odblaskowe...)**
- **Karty pracy dla zwiedzających (po uzgodnieniu z nauczycielami)**
- **Pomoce do przykładów ilustrujących**

Na przykład:

- mobilne testy ręczne (czasami zwane testami kropelkowymi) – typowo do operacyjnych pomiarów chloru, żelaza, manganu czy pH,
- narzędzie,
- wodomierz (najlepiej również zdemontowany),
- urządzenia do pobierania próbek wody w poszczególnych etapach technologicznych (+ próbnik automatyczny),
- próbka materiału filtracyjnego w szklance.

Polecamy także przygotowanie uproszczonego schematu technologicznego do rozdania uczestnikom lub drugą opcję – regularne pokazywanie aktualnej lokalizacji na dużym formacie. My wolimy drugą opcję, bo uczestnicy i tak prawdopodobnie nie zatrzymają papierów (co bardziej zaradni zgubią je już w trakcie wycieczki i będziecie mogli na nie upolować np. z otwartych filtrów piaskowych). Ponadto na dużym formacie dzieci będą lepiej widzieć, jeśli pokażesz je zbiorczo, a ryzyko utraty ich uwagi jest mniejsze. Po kilku wycieczkach schemat się sprawdzi i jeśli masz taką możliwość, zalecamy laminowanie papieru na całe życie.

- **Drobne nagrody dla zwiedzających,**

jeśli są dostępne (na przykład długopisy firmowe, cukierki...). Gorąco polecamy ten punkt. Nie dawaj jednak nic za darmo - za poprawną odpowiedź dobre pytanie (bardzo ciekawe - to „kupi” ci trochę czasu na zastanowienie się, czy pytanie naprawdę cię zaskoczy).

1.2 Przygotowanie przed wycieczką

Ta część dotyczy przygotowania do szkoły – czego powinni się uczyć w szkole, z jakimi informacjami pracować, przygotowaniem kart pracy, zadaniami na wycieczkach terenowych. Pamiętajmy jednak o ograniczonym czasie, jaki na to poświęcają i potrzebie przygotowanych materiałów, z których będą mogli od razu skorzystać.

Ze względu na ogólną złożoność zagadnienia oraz z pedagogicznego punktu widzenia, wskazane jest, aby uczestnicy wycieczki przed samą wycieczką uzupełnili przygotowanie teoretyczne – zwiększy się ilość zapamiętanych informacji i nie będzie konieczności omawiania podstawowych zagadnień, takich jak obieg wody, bezpośrednio na oczyszczalni. Wiemy jednak, że szczególnie w większych miastach jest to trudne ze względu na napięty poziom zajęć pozalekcyjnych w szkołach. Konieczne jest zatem omówienie możliwości z konkretnym pracownikiem pedagogicznym, który w imieniu szkoły będzie odpowiadał za wycieczkę. Porozmawiaj ze swoim nauczycielem, aby wiedzieć, czego się spodziewać.

Przygotowaniem w szkole możesz zająć się albo samodzielnie (ta opcja jest oczywiście lepsza, bo możesz połączyć wykład z wycieczką), albo za pośrednictwem pracownika pedagogicznego; materiały (prezentacje, arkusze ćwiczeń, zdjęcia...) są przygotowane dla obu przypadków w ramach tego projektu i można je znaleźć na jego stronie internetowej.

1.2.1 Bądź narratorem

Określmy, co chcemy powiedzieć, gdzie i komu, jakie historie zaprojektować w narracji. Co chcemy, żeby uczestnicy wynieśli.

Ten rozdział można uznać za rozszerzenie, mamy jednak nadzieję, że znajdziesz w nim coś interesującego i inspirującego. Historie przyczyniają się do ożywienia klasycznej wycieczki. Czy zastanawiałeś się kiedyś, jak ważny może być sposób wyrażania siebie? Ponieważ sposób, w jaki przekazujemy informacje, jest tak samo ważny jak to, co mówimy – w przypadku dzieci często, jeśli nie bardziej, jest to ważniejsze. Zwłaszcza jeśli chcesz zaangażować uczestników.

Historycznie rzecz biorąc, opowiadanie historii było głównym sposobem przekazywania informacji i doświadczeń między ludźmi. Nadal uważana jest za najskuteczniejszą metodę przyciągania ludzi. W przeciwieństwie do „suchych” faktów, historie mają poziom osobisty, specyficzną fabułę i często budzą w nas emocje, które tym bardziej pomagają nam uchwycić i przetworzyć informacje. Poza tym ludzie zwykle zapamiętują historie dłużej i łatwiej. A kiedy zostaną szczególnie dobrze opowiedziane (wpływ jest „silny”), mogą zostać z nami na całe życie. Prawdopodobnie wszyscy nosimy w sobie coś takiego, prawda? Czasem nawet nas inspirują.

Aby historia była dobra, musi być dokładnie przemyślana i przygotowana. Poleganie na czymś, co pojawi się na miejscu, zwykle się nie opłaca. Poza tym trzeba uważać, żeby nie zdradzić własnego ciała – mówi się, że ponad 90% komunikacji odbywa się w sposób niewerbalny. Dlatego zwracaj szczególną uwagę na gesty i mimikę. Jednak zdecydowanie nie jest pożądane przesadzanie, zwłaszcza jeśli nie jesteś do tego przyzwyczajony - nie chcesz wyglądać na wymyślonego. Nie martw się, wszystko wymaga praktyki. Zobaczysz, że z każdą kolejną wycieczką będziesz się doskonalił. Pamiętaj, że najskuteczniejsze historie to te z własnych doświadczeń, więc nie bój się „uatrakcyjnić” wycieczki opowieściami z terenu.

W ramach tego projektu pomyśleliśmy o możliwych historiach dla Ciebie i wymyśliliśmy trzy ważne wątki fabularne, które pomogą zilustrować poszczególne zdarzenia i procesy zachodzące w oczyszczalniach – jest to

historia wody, historia substancji i energii, a na koniec historia ludzi. To, którą z historii będziesz bardziej promować, powinno zależeć przede wszystkim od celu wycieczki.

Cel należy wyznaczyć podczas wspólnej dyskusji z nauczycielem, na długo przed samą wycieczką. Jeśli na wycieczkę przyjedzie grupa uczniów, którzy nie są zbyt zaznajomieni z tą dziedziną, warto skupić się szczególnie na historii wody – o tym, jak surowa woda staje się uzdatnioną wodą wypływającą z domowego kranu. Jeśli jednak rozmawiasz ze starszymi uczniami, którzy mają już podstawową wiedzę z chemii, warto włączyć dyskusję na temat energii, cen wody i środków chemicznych niezbędnych do uzdatniania wody, czy to do wykorzystania, czy też do usunięcia z wody. Studentom, którzy wykazali bezpośrednie zainteresowanie tą dziedziną lub badają możliwości przyszłego zatrudnienia, proponujemy poprowadzenie ich przez historię osób pracujących w stacjach uzdatniania wody. Poszczególne historie analizujemy w kolejnych podrozdziałach. Możesz zainspirować się naszymi historiami, połączyć je lub po prostu wymyślić własne. Jesteś narratorem.

W większości sekcji opisanych poniżej znajdują się pytania, z którymi prawdopodobnie się spotkasz — możesz albo „po prostu” przygotować się do odpowiedzi, albo bezpośrednio włączyć te pytania do swojej prezentacji.

1.2.2 Historia wody

Woda jest wokół nas praktycznie wszędzie – nie tylko w postaci rzek, stawów i jezior, ale także w śniegu, wilgoci atmosferycznej i glebowej; nawet my jesteśmy pełni wody. Około 60% naszej istoty składa się z wody - czy to nie dobry powód, aby mieć najlepszą możliwą wodę na całe życie? Wydawać by się mogło, że wtedy nie ma problemu, aby każdy miał dostęp do niezbędnej do życia wody. Jest jednak odwrotnie – zdecydowana większość wody występującej w przyrodzie nie jest przeznaczona do długotrwałego bezpośredniego spożycia bez negatywnych skutków dla organizmu ludzkiego i należy ją odpowiednio uzdatniać; i o to właściwie chodzi w całej dziedzinie inżynierii wodnej. Zobaczmy więc, skąd pochodzi woda z kranu. Inaczej mówiąc, co musi się wydarzyć, zanim w domu nalejemy wody pitnej do szklanki, co dla wielu nie tylko dzieci, ale i dorosłych jest czymś oczywistym.

Jako opowieść o wodzie można zacząć od opisu obiegu wody, czyli parowania wody z oceanów, jej transportu w postaci chmur i późniejszych opadów do nas. Następnie woda w jakiś sposób trafia do źródła wody surowej dla oczyszczalni i do technologii. Na tym jednak historia się nie kończy, a zużyta woda jest oczyszczana i zwracana do natury, gdzie ktoś inny może z niej skorzystać kilka razy, zanim woda trafi z powrotem do oceanu.

? Pytanie: Ile wody jest na planecie i ile z niej to woda pitna?

💡 Odpowiedź:

Zbiorniki wodne zajmują prawie 71% powierzchni ziemi. Z całkowitej objętości wody zdecydowana większość znajduje się w oceanach i morzach świata (97,7%), na przykład lodowce i długoterminowa pokrywa śnieżna na biegunach pochłaniają 1,7% światowych zasobów wody. Tylko 0,6% znajduje się w glebie i środowisku glebowym (nazywamy to wodami gruntowymi), a 0,01% jest zatrzymywane w słodkowodnych jeziorach, sztucznych zbiornikach wodnych i korytach rzek (wodach powierzchniowych), z obu tych źródeł uzdatniamy wodę do spożycia. Załóżmy więc, że wykorzystujemy około 0,61% całkowitej wody na planecie – to nawet nie jest jeden procent!

? Pytanie: Jaki procent nas, ludzi, stanowi woda?

💡 **Odpowiedź:**

Okolo 60% z nas to woda.

? **Pytanie: Jak długo człowiek może wytrzymać bez wody?**

💡 **Odpowiedź:**

Bez wody jesteśmy w stanie przetrwać średnio 3 dni.

Badania z 1944 roku stwierdzają, że człowiek może przeżyć bez wody w ciągu kilku dni. Należy jednak zdać sobie sprawę, że pewna część wody znajduje się również w jedzeniu, które się spożywa, a warunki klimatyczne również mają ogromny wpływ. Według BBC rekordzistą jest młody austriacki mason, który w 1979 r. został zamknięty przez policję w celi przedprocesowej, a potem o nim zapomniano. Podobno wytrzymał 18 dni bez wody.

? **Pytanie: Jakie formy wody znamy?**

💡 **Odpowiedź:**

W przyrodzie możemy spotkać wodę w trzech różnych postaciach (grupach) – stałej, ciekłej i gazowej, a nawet jednocześnie. Mówiąc woda, najczęściej mamy na myśli jej fazę ciekłą, która płynie do nas rzekami, deszczami z chmur i którą pijemy. Jednak woda może mieć również postać gazową – parę wodną, którą widzimy unoszącą się nad herbatą i która odparowuje podczas gotowania potraw. Ostatnią formą jest oczywiście woda stała – lód, po którym zimą jeździmy na łyżwach, a latem chcemy chłodzić lemoniadę.

? **Pytanie: Skąd bierze się nasza woda?**

💡 **Odpowiedź:**

Prawdopodobnie dowiemy się, że będzie padać. To właściwa odpowiedź, ale zapytajmy, czy dotyczy to również wód gruntowych. I tak, prawidłowa odpowiedź również w tym przypadku jest taka, że wody gruntowe były również wodami deszczowymi. Różnica między ziemią a powierzchnią polega jedynie na długości cyklu i czasie przebywania w tym miejscu.

Cała woda w Czechach pochodzi z opadów atmosferycznych, a cała woda z Czech stopniowo sływa do morza. Jesteśmy więc całkowicie uzależnieni od wody deszczowej.

SŠ: Czy wiesz, że piwo Pilsner ma tak wyjątkowy smak właśnie dzięki użytej wodzie gruntowej? Dlatego nawet jeśli ktoś uwarzyłby według tej samej receptury, piwo nie smakowałoby prawie tak samo ze względu na inny podstawowy składnik, jakim jest woda. Piwo ma również tę wielką zaletę, że podczas jego produkcji woda jest gotowana, co pomaga zniszczyć wszelkie szkodliwe mikroorganizmy zawarte w wodzie. Historycznie rzecz biorąc, nawet dzieci piły piwo, ponieważ

było bezpieczniejsze niż woda pitna. Świadczy o tym także epidemia wody w Londynie, kiedy to nie zarazili się tylko pracownicy browaru (bo pili głównie piwo).

Ciekawostka: Czy wiesz, że woda nie może powstać sama? Oznacza to, że wody podziemne mogą mieć dziesiątki tysięcy lat, a każda woda przed nami została już wypita przez ogromną liczbę ludzi i zwierząt.

? Pytanie: Jaka jest różnica pomiędzy wodami powierzchniowymi i gruntowymi?

💡 Odpowiedź:

Woda z rzek, jezior i zbiorników wodnych, czyli woda widoczna na powierzchni, to woda powierzchniowa. Wszystko, co zostało wydobyte z ziemi (z podpowierzchni), jest już wodą gruntową.

? Pytanie: Ile wody produkuje się rocznie w Czechach?

💡 Odpowiedź:

W 2022 roku w Czechach wyprodukowano łącznie 576 mln metrów sześciennych wody pitnej, co odpowiada niecałemu dwóm zbiornikom Lipno.

? P: W jakich gałęziach przemysłu wykorzystuje się uzdatnioną wodę?

💡 Odpowiedź:

Z pewnością każda branża wykorzystuje w swojej produkcji wodę. Niezależnie od tego, czy jest to jeden z surowców, czy po prostu woda chłodząca. Podamy tutaj tylko kilka przykładów. Rolnictwo niewątpliwie znajduje się na szczycie drabiny spożycia. Może to zaskoczyć uczestników, ale 70% światowych zasobów słodkiej wody (około 3% zasobów wody na planecie, włączając zapasy mrożone; mniej niż 1% w przypadku źródeł konwencjonalnych) wykorzystuje się w rolnictwie. To prawie ¾ całości! Jednak rolnictwo nie jest jedynym. Przemysł odzieżowy również zużywa ogromne ilości wody. Nie wspominając już o tym, że większość produkowanych ubrań nigdy nie jest noszona. Ale to chyba smutna historia na inny raz. Ponadto wodę wykorzystuje przemysł spożywczy – często musi on regularnie dokumentować zadowalające analizy wody dla swojej działalności. Z pewnością dzieci słyszały, że produkcja elektroniki jest wymagająca dla wody – wszystkie te baterie stanowią duże obciążenie dla środowiska. Wraz z wiekiem samochodów elektrycznych zapotrzebowanie na wodę jest jeszcze większe. Nawet jeśli pomyślimy, ile wody potrzeba, aby ugasić tak płonący samochód elektryczny...

Dla ciekawskich: Najbardziej wymagającymi roślinami uprawnymi pod względem zużycia wody są bawełna, trzcina cukrowa, pszenica, kukurydza i ryż. Co zaskakujące, dotyczy to również orzechów, które często uprawia się na obszarach ubogich w wodę.

? Pytanie: Co to jest znak wodny?

💡 Odpowiedź:

Ślad wodny mówi nam, ile świeżej wody zużywa się (bezpośrednio lub pośrednio) do uprawy roślin lub wytworzenia określonego produktu. Jest to więc pewien wskaźnik, który pomaga nam poznać obciążenie środowiska.

Są też pewne rodzaje śladów wodnych, ale zdecydowanie nie warto jechać tak daleko na wycieczkę. Jeśli jednak dzieci zainformują, że ślad wodny istnieje i jest to dobry sposób na ocenę naszego zachowania wobec wody, to częściowo zostanie to wygrane.

Dla dociekliwych: Dla porównania: na kilogram wołowiny zużywa się około 15,5 tys. litrów wody. Ślad wodny wynosi zatem 15,5 tys. l/kg mięsa. Dla porównania np. ryż ma około 1,6 tys. l/kg. Czyli powoli dziesięć razy mniej niż wołowina.

1.2.3 Historia materii i energii

Jeżeli dzieci są już dobrze zaznajomione z historią wody lub są starszymi uczniami ze świadomością chemii, warto włączyć do wycieczki opowieść o substancjach i energii. W końcu uzdatnianie wody nie jest proste i bezpłatne. Jest to prawdopodobnie jedno z najbardziej błędnych założeń w ogóle. Każdy ma wtedy wrażenie, że wody wokół nas jest pod dostatkiem, a przedsiębiorstwa wodociągowe chcą jedynie wyłudzić od ludzi pieniądze. I odwrotnie, okazuje się, że zaczynamy interesować się cenami wody. Niewiele osób zapewne wie, że za pobór wody surowej pobierana jest opłata. Poza tym musimy pompować surową wodę, a ta energia też coś kosztuje. A mówiąc o energiach, pomijamy jedną istotną – energię ludzką, bez której zakład przetwórczy na pewno by się nie obył. Na szczęście zostanie to omówione w następnym rozdziale.

Ile kosztują środki chemiczne, które musimy dodać do wody, aby ją uzdatnić? W oczyszczalniach obu rodzajów wód stosuje się szeroką gamę środków chemicznych, bez których nie byłoby to możliwe, gdyż woda nie spełniałaby wymagań określonych przepisami i mogłaby stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumentów. Nie chodzi jednak tylko o substancje, które dodajemy do wody, ale przede wszystkim o te, których chcemy się w wodzie pozbyć.

? **Pytanie:** Jakie substancje znajdują się w wodzie?

💡 **Odpowiedź:**

Ogólnie rzecz biorąc, możemy rozróżnić parametry chemiczne i biologiczne, które monitorujemy w wodzie. Ze względu na wielkość substancje zawarte w wodzie można podzielić na substancje nierozpuszczone, koloidalne i rozpuszczone. Oczywiście najlepiej usunąć te największe (te nierozpuszczone). Substancje mogą mieć charakter nieorganiczny lub organiczny. Ogólnie można mówić o solach, metalach, gazach, mikrozanieczyszczeniach, patogenach, ale także o nieszkodliwych mikroorganizmach i substancjach korzystnych dla zdrowia.

Szkola średnia: Poniższa część przeznaczona jest przede wszystkim dla uczniów szkół średnich, którzy mają już solidne podstawy z chemii, ponieważ tylko wtedy będą w pełni zrozumiałe wszystkie konsekwencje i powiązania. Oto parametry wody, które są istotne.

? **Pytanie:** O jakich stężeniach będziemy mówić?

💡 **Odpowiedź:**

Możesz zapytać dzieci, jakie są według nich stężenia poszczególnych substancji w wodzie. Zapewne zdziwią się, że w zwykłej wodzie żadna substancja nie przekracza wartości ćwierć grama na litr. Niektóre (żelazo lub mangan) wyrażane są najwyżej w miligramach na litr, w przypadku metali ciężkich lub pestycydów możemy osiągnąć nawet dziesiątki mikrogramów na litr.

1 gram na litr odpowiada w przybliżeniu 1 części substancji na 999 g wody. Miligram odpowiada wówczas rozcieńczeniu 1:1 000 000, a w przypadku mikrogramów 1:1 000 000 000.

? **Pytanie:** Jakie substancje i zanieczyszczenia możemy normalnie spotkać w wodach?

 **Odpowiedź:**

żelazo i mangan – oba te parametry wynikają z podłoża geologicznego i są zupełnie normalną częścią praktycznie każdej wody gruntowej. Ponadto żelazo może pochodzić ze starszych wewnętrznych systemów dystrybucji bezpośrednio w domach (więc jeśli w domu płynie zardzewiała woda, może to nie stanowić problemu w oczyszczalni). Dobra wiadomość jest taka, że w powszechnie spotykanych ilościach (miligramy na litr) nie są szkodliwe dla zdrowia – stwarzają jednak problem np. podczas gotowania czy prania, gdzie mogą powodować brązowe plamy na ubraniach. Podejrzewa się jednak, że wysokie stężenia manganu mają negatywny wpływ na układ nerwowy.

azotany i azotyny – Związki azotu dostają się do wody w wyniku działalności rolniczej (nawożenia) lub przenikania materiału organicznego do wody. Dla dorosłych nie stanowią one problemu, jednak w przypadku dzieci konieczne jest monitorowanie tych parametrów (dlatego wodę dla niemowląt definiuje się głównie zawartością substancji azotowych). Azotany przekształcają się w organizmie człowieka w azotyny, które nieodwracalnie reagują z hemoglobina, tworząc methemoglobinę. Methemoglobina nie jest już w stanie przynieść tlenu, co może skutkować uduszeniem dziecka (w „łżejszych” stadiach, stopniowe sinienie).

parametry radiologiczne - Być może ta informacja Cię zaskoczy, ale praktycznie każda woda jest radioaktywna, nawet woda pitna. Ale nie ma się czym martwić – limity są ustalone bardzo rygorystycznie, więc jeśli wypijesz jednorazowo 45 milionów m³ wody (około jednej szóstej VN Slapy), narazisz się na ostry zespół popromienny (ból głowy, wymioty). Najczęstszym źródłem radioaktywności w wodzie (a także w powietrzu) jest radon-222, następnie potas-40, uran-235 i uran-238. Są to wszystko naturalne radionuklidy i skażenie na przykład w Czarnobylu nie stanowi problemu.

parametry mikrobiologiczne:

Może to być również interesujące, ponieważ każda woda zawiera pewną ilość mikroorganizmów. Jednak dekret ogranicza do zera wszystkie niekorzystne i niebezpieczne mikroorganizmy i dopuszcza do wody tylko te nieszkodliwe lub martwe. W uzdatnionej wodzie znajdują się dziesiątki tysięcy mikroorganizmów, z których tylko bardzo mała część nadaje się do uprawy. Ogólnie rzecz biorąc, tylko 0,27% można hodować w wodzie surowej i mniej niż 0,01% w wodzie uzdatnionej. Innymi słowy, tylko tak niewielki procent można wyizolować i następnie oznaczyć konwencjonalnymi metodami hodowli.

W wodzie występuje wiele patogenów, a historycznie najważniejszymi epidemiami przenoszonymi przez wodę na świecie były cholera (niebezpieczna choroba biegunkowa) i dur brzuszny (nagła gorączka i zagrażające życiu odwodnienie).

Oceniając bezpieczeństwo mikrobiologiczne, analiza nie uwzględnia konkretnych szkodliwych mikroorganizmów (patogenów). Wyszukiwanie poszczególnych organizmów byłoby nie tylko czasochłonne, ale także wymagające technicznie, dlatego podczas dochodzenia epidemicznego zwykle koncentrujemy się tylko na konkretnym organizmie. W normalnych warunkach dokonuje się grupowych oznaczeń tzw. układu wskaźnikowego. Można to rozumieć w ten sposób, że zawsze podążamy za przedstawicielem, który wskazuje, czy udało nam się usunąć z wody określoną grupę mikroorganizmów. Wskaźniki zanieczyszczenia odchodami są wykorzystywane na całym świecie do poszukiwania bakterii powszechnie występujących w jelitach zwierząt stałocieplnych. Typowymi wskaźnikami są *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* (*E. coli*) i enterokoki.

***Clostridium perfringens* – wskazuje na skuteczną eliminację pasożytniczych pierwotniaków. Znalezienie takich bakterii jednoznacznie wskazuje, że woda miała kontakt z odchodami i może stanowić zagrożenie dla zdrowia.**

E.Coli – to bakteria powszechnie występująca w naszych jelitach, ale zdarzają się też patogenne szczepy tej bakterii. Konsekwencje zakażenia mogą obejmować krwawą biegunkę lub niewydolność nerek (szczególnie u małych dzieci).

Legionella – została odkryta w 1976 roku w wyniku tajemniczej epidemii w USA. W przeciwieństwie do wcześniej wspomnianych bakterii, do zakażenia Legionellą dochodzi poprzez wdychanie. Występuje powszechnie we wszystkich wodach, ale stwarza ryzyko w ciepłej wodzie i klimatyzowanych jednostkach, gdzie rozmnaża się w dużych ilościach. Bakteria ta najlepiej rozwija się w temperaturze od 25 do 45 stopni Celsjusza. Na całym świecie wskaźnik infekcji rośnie. Wraz ze wzrostem cen energii ludzie zaczęli oszczędzać w niewłaściwym miejscu i utrzymywali niewystarczającą temperaturę domowego kotła. Doprowadziło to do namnażania się w nim bakterii do stężenia zagrażającego życiu. Zakażenie objawia się chorobą przebiegającą z gorączką, która prowadzi do ciężkiego zapalenia płuc, a u starszych osób do śmierci. Ze względu na finansowy i czasochłonny charakter monitorowania ich występowania w gospodarstwach domowych należy zwrócić uwagę na profilaktykę i dostateczne podgrzanie kotła - do wyeliminowania bakterii konieczna jest temperatura wody powyżej 60 stopni Celsjusza. Ostatnimi przedstawicielami, o których tutaj wspomnimy, są bakterie heterotroficzne, bakterie naturalne i nieszkodliwe w środowisku wodnym. Bakterie heterotroficzne oznacza się w dwóch różnych temperaturach, a mianowicie 22 i 36 stopni Celsjusza. Jest to jeden z pierwszych historycznie zbadanych wskaźników mikrobiologicznych, ale obecnie nie uważa się go już za istotny z medycznego punktu widzenia.

? **Pytanie: Które substancje powszechnie występujące w wodzie są korzystne dla zdrowia, a które wręcz przeciwnie – szkodliwe?**

💡 **Odpowiedź:**

Jak powiedział kiedyś mądry alchemik Paracelsus: „Wszystko jest trucizną, wszystko jest trucizną. Liczy się tylko dawka”. Nie inaczej jest w wodzie. Tak, niektóre substancje są szkodliwe nawet w bardzo małych ilościach i ich występowanie jest niepożądane. Mogą to być wspomniane już patogeny, pestycydy, farmaceutyki i inne substancje biologicznie czynne. Inne mogą być szkodliwe na dłuższą metę, a niektóre, jak wspomniane już minerały – magnez i wapń – mogą być nawet niezbędne dla naszego zdrowia.

? **Pytanie: Jakiego rodzaju chemikalia dodajemy do wody podczas jej uzdatniania?**

💡 **Odpowiedź:**

W zależności od technologii dodajemy do wody wiele środków chemicznych, potrzebujemy też różnych materiałów (np. materiałów filtracyjnych takich jak granulowany węgiel aktywny, piasek, kwarc, mielony wapień, granulaty keramzytu i wiele innych). Podamy tutaj jedynie krótkie podsumowanie.

Często konieczne jest utwardzanie wody, czyli „sztuczne” dodawanie do wody wapnia, aby woda nie działała agresywnie na rury (więcej znajdziesz w modułach technologicznych). Aby wyregulować pH i zawartość wapnia w wodzie:

Soda – znamy ją z gospodarstwa domowego, ale stanowi integralną część (przeważnie mniejszych) stacji uzdatniania wody. Soda dostarczana jest w postaci proszku, a wodny roztwór stosowany jest

bezpośrednio w oczyszczalniach do dozowania. Celem stosowania sody oczyszczonej jest podniesienie pH wody (zmniejszenie jej kwasowości).

Wodorotlenek sodu - w małych oczyszczalniach i służy do uzdatniania (podwyższania pH) naturalnych wód lekko kwaśnych. Podobnie jak soda, dozuje się jej wodny roztwór.

Filtry odkwaszające – stosowane są naturalne materiały takie jak półwypalony dolomit, marmur czy wapień. Woda przepływając przez filtr rozpuszcza materiał filtracyjny, wzbogaca się w minerały i podnosi swoje pH.

Wapno hydratowane – może to niektórych zdziwić, ale w oczyszczalniach stosuje się wapno zwykłe. Nie stosuje się go do sporządzania mieszanek zaprawowych, lecz do podwyższania pH wody. Dodaje się go do wody w postaci mleka wapiennego lub wody wapiennej. W większych zakładach przetwórczych często spotyka się gospodarkę wapienną, a mleko wapienne przygotowuje się w tzw. dławiku wapiennym.

Woda surowa (zwłaszcza gruntowa) zawiera zwiększone ilości żelaza i manganu. Choć często mówi się, że nie są one szkodliwe dla zdrowia, w przypadku manganu nie jest to takie pewne. Niektóre źródła mówią o możliwym wpływie na układ nerwowy. Nas szczególnie interesuje żelazo, ponieważ wpływa ono na sensoryczne właściwości wody – możesz pokazać dzieciom próbkę wody naprawdę bogatej w żelazo, abyśmy wszyscy wiedzieli, o czym mówimy. Do usunięcia tych substancji konieczne jest również użycie środków chemicznych lub określonego materiału:

Nadmanganian potasu – choć może to zabrzmieć naprawdę dziwnie, do usuwania manganu służy związek zawierający mangan. Nadmanganian to silny utleniacz, który pomaga nam przekształcić mangan i żelazo w formę usuwalną (z rozpuszczonej do nierozpuszczonej), a po utlenieniu wystarczy klasyczny filtr piaskowy, aby je usunąć.

Tlen/powietrze – stosowany przy podwyższonych stężeniach żelaza. Podobnie jak nadmanganian, tlen ma działanie utleniające i przekształca substancje w nierozpuszczoną, łatwo usuwalną formę. W dużych oczyszczalniach wód powierzchniowych często spotyka się tlen. Możesz zauważyć, że jest on przechowywany w butelkach pod ciśnieniem. Takie oczyszczalnie nie wykorzystują tlenu do normalnego utleniania żelaza, ale do wytwarzania ozonu do ozonowania wody. Ale o tym w dalszej części dokumentu.

Podchloryn sodu – podchloryn stosowany jest w mniejszych oczyszczalniach w celu utlenienia i tym samym usunięcia żelaza. Ale raczej więcej o podchlorynie jako środku dezynfekującym. Prawie każdy używa i zna SAVO, jest to roztwór podchlorynu sodu. Jest to jeden z możliwych sposobów higienicznej ochrony przed mikroorganizmami. Podchloryn znajdziesz w każdym małym zakładzie przetwórczym w Republice Czeskiej. Nowością jest to, że nawet niektóre większe zakłady przetwórcze zaczynają go samodzielnie produkować i wprowadzać do użytku.

? **Pytanie:** Czym różni się zwykły SAVO od podchlorynu stosowanego w oczyszczalniach?

💡 **Odpowiedź:**

SAVO i zwykły podchloryn sodu (NaClO) stosowane w stacjach uzdatniania wody mają tę samą substancję czynną, jaką jest podchloryn sodu. Prawdopodobnie największe różnice dotyczą koncentracji i użycia. SAVO, które mamy w domu, to zazwyczaj roztwór 5% i został opracowany w ten sposób szczególnie ze względu na bezpieczeństwo i łatwość użycia dla przeciętnego konsumenta. W domu używamy go jako środka dezynfekującego do powierzchni lub jako wybielacza. Jednakże w oczyszczalniach stężenie zmienia się w

zależności od potrzeb danej oczyszczalni. Oczekuje się również określonej czystości podchlorynu, która zapewni większą stabilność produktu, a przede wszystkim zapobiegnie powstawaniu niepożądanych produktów ubocznych w wodzie podczas jego stosowania. W oczyszczalniach podchloryn służy do odkażania wody przed patogenami, zapewniając tym samym bezpieczeństwo konsumentom.

W przypadku bardziej zanieczyszczonych źródeł wody, czyli głównie wód powierzchniowych, potrzebne są inne specyficzne chemikalia, takie jak koagulanty, pomocnicze flokulanty i zaawansowane procesy utleniania.

Koagulant na bazie jonów trójwartościowych – tzw. koagulanty służą do wytrącania bardzo małych (koloidalnych) zanieczyszczeń, które pomagają agregować zanieczyszczenia w większe jednostki, dzięki czemu można je łatwiej usunąć (więcej informacji w module technologicznym).

Ozon – Ozonowanie jest jedną z najskuteczniejszych form higienicznego zabezpieczenia wody, a wystarczający jest krótki czas kontaktu z wodą. Dużą zaletą jest to, że nie tworzą się chlorowane produkty uboczne dezynfekcji. Ze względu na niską stabilność w niższych warstwach atmosfery ozon musi być wytwarzany bezpośrednio w stacji uzdatniania wody i jest wytwarzany z powietrza lub czystego tlenu poddanego działaniu silnego wyładowania elektrycznego.

Granulowany węgiel aktywny - sorpcja na granulowanym węglu aktywnym opisana jest szerzej w karcie technologicznej. Powiemy tylko krótko, że pomagają usunąć z wody mikrozanieczyszczenia oraz substancje powodujące nieprzyjemny zapach i smak. Jednak raz na jakiś czas należy go zregenerować, aby technologia zachowała jak największą skuteczność. Obecnie niestety coraz częściej dochodzi do zanieczyszczenia źródeł podziemnych substancjami pestycydowymi, dlatego coraz częściej wprowadza się filtrację przez granulowany węgiel także dla źródeł podziemnych.

Chlor – Prawdopodobnie najbardziej znaną cechą organoleptyczną dostarczanej wody jest zapach, którym jest najczęściej chlor (w końcu można go wyczuć np. w basenach). Wcześniej, aby zapewnić bezpieczeństwo mikrobiologiczne, konieczne było posiadanie niezerowej zawartości chloru w wodzie pitnej; od kilku lat nie było to konieczne. Jednakże ludzki zmysł węchu jest bardzo wrażliwy na chlor, a wartość graniczna 0,3 mg/litr jest już na tyle zauważalna, że zwykły zapach chloru z wodociągu jest znacznie poniżej wartości granicznej.

? Pytanie: Dlaczego trzeba chlorować wodę, skoro ma to negatywny wpływ na właściwości organoleptyczne wody?

💡 Odpowiedź:

Przeważnie zawsze mamy w życiu coś za coś i niestety nie inaczej jest i tutaj. Chlorowanie wody pozwala nam zabezpieczyć wodę na dłuższy okres czasu i na większą odległość, zanim woda dotrze do konsumenta. Ponadto jakość nie zależy tak bardzo od wewnętrznej rurki i jej czystości, ponieważ wolny chlor zapewnia dezynfekcję nawet na trasie. To taka polisa ubezpieczeniowa dla operatora i mało kto wzięłby na siebie taką odpowiedzialność. Przecież gdyby nie było gwarancji bezpieczeństwa higienicznego, pojawienie się patogenów w wodzie mogłoby mieć fatalne skutki. Cofnęlibyśmy się do historycznych czasów epidemii z wody. I tak, niektóre oczyszczalnie ścieków (szczególnie za granicą) działają bez chloru, ale do tego potrzebna jest infrastruktura wysokiej jakości. Odpowiedzmy szczerze – czy sądzicie, że w całych Czechach są pieniądze na

wymianę linii dystrybucyjnych na nowe? Regularnie sprawdzać i naprawiać rury? A co z częścią u konsumenta? Czy regularnie sprawdzasz okablowanie w domu? A jak często dezynfekujecie w domu perlator kranu?

1.2.4 Historia pieniędzy

Chodzi tu przede wszystkim o pieniądze, dlatego część wyjaśnień wycieczki (lub poprzedniego wykładu) należy poświęcić cenom wody, ponieważ laicy (do których zaliczają się także uczestnicy wycieczek) nie mają pojęcia, z czego składa się cena wody. Spotkaliśmy się już z opinią, że np. te sto koron za metr sześcienny idzie w całości do firmy, bo woda jest wolna od natury, infrastruktura została zbudowana z czasów socjalizmu i nic więcej nie jest potrzebne. Jako pracownicy operacyjni chyba nie musimy Wam mówić, że na pewno nie jest to takie proste.

Kształtowanie ceny wody regulują odpowiednie normy prawne oraz regularnie (corocznie) aktualizowana ocena cenowa Ministerstwa Finansów (która uwzględnia m.in. maksymalną cenę wody na dany rok dla poszczególnych regionów Republiki Czeskiej, tzw. cenę akceptowalną społecznie oraz maksymalny procent zysku przedsiębiorstwa operacyjnego, tzw. zysk rozsądny). Ważną rolę w jej kształtowaniu odgrywa właściciel infrastruktury, najczęściej właściwa gmina, która zatwierdza kalkulację ceny sporządzoną przez operatora. Kalkulacja ceny uwzględnia następnie pozycje kosztów, które powstają podczas produkcji wody pitnej. Koszty zaczynają się już w momencie poboru wody surowej, za którą należy uiścić opłatę (opłata ma inną wysokość i inną organizację docelową w przypadku wód powierzchniowych i podziemnych). Zbieranie wody jest często pompowane i wymaga prądu. Przecież jest potrzebny także do zasilania innych technologii. Energia elektryczna staje się zatem ważnym elementem tzw. zaopatrzenia w wodę. Ponadto do uzdatniania wody stosuje się środki chemiczne. Oprócz energii elektrycznej i środków chemicznych istnieje potrzeba kontroli laboratoryjnej i działania technologii (ogólnie rzecz biorąc, zasoby ludzkie związane są z funkcjonowaniem nie tylko technologii, ale także przedsiębiorstwa jako takiego). Często najbardziej znaczącą pozycją dotyczącą wody są koszty związane z odnową i utrzymaniem majątku wodnego. Każdy budynek i technologia ma ograniczoną żywotność, a z każdego wyprodukowanego m³ trzeba (zgodnie z prawem) wygenerować środki na ich odnowienie. Opłata za wodę obejmuje także inne pozycje związane z usługami towarzyszącymi, konserwacją urządzeń analitycznych, wywozem śmieci, kosztami odczytów, wzorcowania i wymiany wodomierzy, administracją całej operacji oraz, w razie potrzeby, kosztami związanymi z ewentualnymi kredytami i tym podobnymi. Cena wody musi być wówczas na tyle wysoka, aby wystarczyło środków na pokrycie wszystkich wydatków. Operator wodociągu również zazwyczaj osiąga zysk, co jest główną motywacją jego działalności. Wysokość zysku jest ściśle regulowana, kontrolowana i nie może przekroczyć 7%, co jest bardzo niskim wynikiem w porównaniu do innych dziedzin.

1.2.5 Historia ludzi

Jeśli poruszony zostanie temat ludzi i zawodów w branży wodnej, każdemu uczestnikowi wycieczki na myśl przyjdzie zapewne personel operacyjny sprawdzający kanały (nawet jeśli nie jest to w rzeczywistości związane z branżą wodną jako taką). Ten stereotyp, a jednocześnie malejące zainteresowanie zawodami związanymi z wodą, skłoniło nas do uwzględnienia tego tematu w wycieczce. Nie ma potrzeby rezerwować jednego osobnego przystanku na te historie, ale raczej przekazywać te informacje stopniowo, w momentach, w których będą one przydatne (podczas przedstawiania się, podczas wizyty w laboratorium operacyjnym lub w sterowni). Możesz więc wymienić wymienione zawody i zawody. Jednocześnie trzeba stwierdzić, że nie wszędzie zawód nosi tę samą nazwę lub zakres wykonywanej pracy może się różnić.

? **Pytanie:** Bez jakich stanowisk (ludzi) oczyszczalnia nie mogłaby się obejść i dlaczego?

💡 **Odpowiedź:**

- **Operator oczyszczalni** – osoba, która zajmuje się codziennym funkcjonowaniem oczyszczalni. Jego obowiązki różnią się w zależności od konkretnego obiektu i lokalizacji. Może to dotyczyć tylko uzupełniania środków chemicznych i konserwacji, ale obowiązki mogą również obejmować (szczególnie w przypadku małych operacji) analizy chemiczne, konfigurację systemu, pobieranie próbek, drobne naprawy i regulacje, koszenie terenów wokół budynków i tym podobne.
- **Dyspozytor** – w większych zakładach przetwórczych non-stop monitoruje pracę i ustawienia zakładu przetwórczego. Ścisłe współpracują z technologiem.
- **Brygadzysta oczyszczalni** – przy większych operacjach; koordynuje pracę ludzi, zapewnia zamówienia i dostawy materiału oraz ściśle komunikuje się szczególnie z operatorem oczyszczalni i technologiem.
- **Monterzy operacyjni** – dbają o funkcjonalność sieci i naprawiają awarie.
- **Próbnik** - pobiera próbki zarówno na oczyszczalni, jak i na sieci wodociągowej oraz u klientów.
- **Technik laboratoryjny** - przetwarza próbki, operacyjne lub akredytowane.

Dla ciekawskich: Dzięki akredytowanym laboratorium możesz mieć pewność, że stosowane metody, przetwarzanie statystyczne, poziomy błędów i jakość stosowanych chemikaliów są zgodne nie tylko z przepisami prawnymi, ale także z ogólnie przyjętą praktyką laboratoryjną; jest to regularnie i bardzo ściśle kontrolowane przez instytucję akredytującą.

- **Elektryk** – zajmuje się konserwacją i naprawą urządzeń elektrycznych.
- **Menedżer wodny** – zapewnia administrację związaną z poborami wody, komunikacją z władzami, bilansami gospodarki wodnej.
- **Technolog** - bardzo ważny zawód. Jest to osoba odpowiedzialna za jakość dostarczanej wody. Do jego kompetencji i zadań należy prawidłowe ustawienie linii technologicznej, określenie właściwych dawek środków chemicznych, planowanie pobrań i ocena wyników analiz. Technolog powinien być wykształconym chemikiem (najlepiej bezpośrednio w zakresie „technologii wody”, choć niestety tej specjalizacji bardzo brakuje).
- **Dział Klienta** - pośredniczy w komunikacji z Klientami, zawieraniu umów, wystawianiu faktur, reklamacjach, komentowaniu w sieciach i tym podobnych.

- **Zapobieganie** – zwykle rozwiązywanie problemów – tutaj możesz porozmawiać o metodach rozwiązywania problemów stosowanych w Twojej firmie.
- **Inne zawody** – w działalności związanej z gospodarką wodną mogą pracować także inni pracownicy zajmujący się np. GIS, planowaniem inwestycji, magazynowaniem, wsparciem technicznym, kierowcami.
- **Zarządzanie** – jak każda firma, operacyjne przedsiębiorstwa wodociągowe muszą mieć menedżerów, audytorów wewnętrznych, HR i inne powiązane stanowiska.

? **Pytanie:** Ile osób tu pracuje?

💡 **Odpowiedź:**

Prawdopodobnie najczęstsze pytanie dotyczące zasobów ludzkich, jakie można uzyskać od uczestników wycieczki terenowej. Jednak nie możemy Ci pomóc w odpowiedzi i musisz zadać sobie pytanie (w przypadku małych gmin, gdzie możesz być jedynym pracownikiem w dziale wodociągów) lub swoich przełożonych (w przypadku firm obsługujących).

? **Pytanie:** Czego muszę się uczyć, żeby tu pracować?

💡 **Odpowiedź:**

Jeśli otrzymacie Państwo to pytanie, będzie nam bardzo miło – gdyż jeden z celów pobocznych tego dokumentu i całego projektu został spełniony, a mianowicie wzbudzenie wśród uczestników wycieczek zainteresowania studiowaniem kierunków inżynierii wodnej. Jeśli mówimy o technologach wody pitnej, to można ich studiować bezpośrednio na Wydziale Technologii Ochrony Środowiska Uniwersytetu Chemii i Technologii w Pradze oraz na Politechnice w Brnie. Kierunki pokrewne można znaleźć także na Wydziale Naukowym Uniwersytetu Karola w Pradze, na Czeskim Uniwersytecie Przyrodniczym w Pradze oraz na Uniwersytecie Górniczo-Technicznym w Ostrawie. Trzeba jednak powiedzieć, że to stanowisko jest otwarte dla wszystkich kandydatów z wykształceniem naukowym i technicznym.

Jeśli chodzi o inne zawody, to zależy od konkretnego stanowiska – trudno jest pełnić stanowisko technika laboratoryjnego, jeśli ma się wykształcenie hydraulika i odwrotnie. Jeśli chodzi o „porady zawodowe”, mamy na myśli platformę Young Water Professionals Czech Republic (www.ywp.cz), która zrzesza specjalistów w dziedzinie wody w wieku poniżej 35 lat. <http://www.ywp.cz/>

2 Własna wycieczka

Słowa otwierające

Dobrym pomysłem byłoby zacząć od omówienia z dziećmi terminologii – słów, których będziesz często używać, aby upewnić się, że wszystko rozumieją. Spróbuj w ten sposób rozpocząć z nimi małą komunikację i zwiększyć ich interakcję. Zadaj im pytanie w formie pytań – czy znają to słowo i jak by je opisali?

Bezpieczeństwo i higiena podczas wycieczki

Krótkie szkolenie BHP to pierwsza obowiązkowa część każdej wycieczki. W przypadku konkretnych treści odsyłamy do wewnętrznych wytycznych Twojej firmy lub do osobnego dokumentu z szeregu metodologii, który jest szczegółowo poświęcony szkoleniom BHP. Proszę nie lekceważyć tej części, nawet jeśli może się ona wydawać zbędna lub zbędna.

Linia fabularna

Dobra wycieczka może być wsparta ciekawą i dobrze ukierunkowaną historią. Fabuła powinna być wciągająca i prowadzić uczestników przez całą wycieczkę. Po wcześniejszym omówieniu celu wycieczki ze wsparciem pedagogicznym możesz wybrać jedną z zaproponowanych przez nas fabuł lub wymyślić własną. Jeżeli jednak zdecydujesz się skorzystać z naszej, odsyłamy Cię do poprzedniego rozdziału oraz do materiału dodatkowego: Samodzielna wycieczka – przegląd (Załącznik nr 2). Mógłby ułatwić ci pracę. Oprócz fabuły, prezentujemy tutaj także propozycje zadań dla dzieci oraz kluczowe pytanie przy każdej stacji, na które warto odpowiedzieć wspólnie ze swoimi dziećmi.

Lokalna historia

Zalecamy uwzględnienie zagadnienia historii lokalnej (z punktu widzenia zaopatrzenia w wodę pitną) jako tematycznego wprowadzenia do wycieczki, po którym naturalnie nastąpią dalsze obszary interpretacji. Jeśli nie posiadasz informacji na ten temat, spróbuj skontaktować się z przedstawicielami samorządu lub wyższymi pracownikami Twojej organizacji. Dla podstawowej orientacji przyjmijmy, że pierwsze wodociągi w mniejszych gminach (gdzie zakładamy bardziej prawdopodobny brak informacji) zaczęto budować pomiędzy 1910 a 1930 rokiem (w przypadku terenów przygranicznych), czyli w latach 60. i 70. XX w. w ramach tzw. Akcji Z. Obydwa style budownictwa można łatwo od siebie odróżnić, podobnie jak konstrukcje realizowane w ramach zachęt państwowych czy unijnych w ostatnich dekadach.

Szkoła podstawowa: Z pedagogicznego punktu widzenia niewłaściwie jest włączać uczestników w wycieczkę po danych; omówienie przybliżonego czasu budowy lub bardziej zasadniczej budowy lub przebudowy technologicznej jest całkowicie wystarczające. Zamiast dat zalecamy użycie sformułowania „XX lat temu...” i odniesienie go do pokoleń (np. „Wodociągi w naszym kraju zaczęto budować w czasie, gdy urodzili się Twoi rodzice, dlatego Twoi dziadkowie nie mieli jeszcze wodociągu i całą wodę musieli czerpać ze studni”).

Lepiej „owinąć” historię w jakąś opowieść, np.: „...wraz z rozwojem miasta, nasi przodkowie musieli sobie radzić z brakiem wody i postanowili zbudować tę oczyszczalnię...”

Szkoła średnia: Informacje podobne do informacji uczniów szkół podstawowych. Można wskazać na wydarzenia historyczne, zwłaszcza lokalne, o podobnym datowaniu do samego zaopatrzenia w wodę, jeśli to możliwe, powiązać to datowanie ze stanem wodociągu (materiał sieci dystrybucyjnej, ewentualnie technologia).

Dociekliwy: Jeżeli w ramach dalszej edukacji lub głębszych zainteresowań bardziej zainteresowała Cię problematyka historii wodociągów w danej miejscowości, polecamy sięgnąć do kroniki lokalnej (obecnie są one najczęściej digitalizowane) lub do lokalnego państwowego archiwum powiatowego, a konkretnie do funduszy poszczególnych gmin (przed 1945 r.) lub lokalnych komitetów narodowych (po 1945 r.). Odpowiednie linki można znaleźć na końcu tej metodologii, w rozdziale dotyczącym linków i innych materiałów edukacyjnych. Podstawowy przegląd historii zaopatrzenia w wodę w większości regionów znajduje się w książce Jaroslav Jásek: Zaopatrzenie w wodę w Czechach, na Morawach i na Śląsku.

? **Pytanie:** A co robisz/sprzątasz tutaj w sprzątacze...?

💡 **Odpowiedź:**

Niestety w naszej praktyce regularnie spotykamy się z faktem, że laicy nie dostrzegają różnicy lub nie rozpoznają stacji uzdatniania wody pitnej i oczyszczalni ścieków. Stawiając takie pytanie, wypada zatem zwrócić uwagę na diametralną różnicę pomiędzy tymi dwoma budynkami, nie tylko pod względem pierwotnego przeznaczenia, ale także technologii.

2.1 Kluczowe pytania

- **Pytanie:** Czy picie wody jest rzeczą oczywistą?
- **P:** Co może zanieczyścić wodę?
- **P:** Jaką rolę odgrywa kolejność technologii i co usuwają?
- **Pytanie:** Jaki byłby wpływ na społeczeństwo, gdyby w sieci nie było zbiornika?
- **Pytanie:** Czy uzdatnianie wody można przeprowadzić bez ciągłej kontroli?
- **P:** Co się stanie, jeśli woda nie osiągnie limitów?
- **Pytanie:** Każda produkcja ma swoje specyficzne odpady – czym są odpady wodociągowe?
- **Pytanie:** Jak oszczędzać wodę?

Oszczędzanie wody w domu to świetny sposób na zmniejszenie kosztów, a jednocześnie pomaga chronić środowisko. Kilka wskazówek dla uczestników:

- Weź prysznic zamiast napełniać całą wannę
- Upewnij się, że masz w domu spłukiwanie dwufazowe (dwie różne objętości wody)
- Zamiast myć naczynia, korzystaj ze zmywarki w domu (włącz ją do pełna!)
- Kupuj urządzenia energooszczędne (przy wyborze uwzględnij zużycie wody)

- Regularnie sprawdzaj i naprawiaj krany i toalety pod kątem wycieków
- Zbieraj wodę deszczową i wykorzystaj ją np. do podlewania lub przynieś do domu, aby spłukiwać toaletę
- Zakręcaj wodę podczas mycia zębów
- Nie pozwól, aby woda wypłynęła podczas mycia naczyń
- Dowiedz się o śladzie wodnym i konsekwencjach naszego zachowania

2.2 Jakość wody

Cały proces technologii uzdatniania wody to tak naprawdę nic innego jak usuwanie niepożądanych substancji z wody. Jeśli woda jest zardzewiała lub ma silny zapach chloru, konsument natychmiast to rozpozna i jego zaufanie do wody z kranu spadnie; a o aspektach legislacyjnych nawet nie wspominamy – krótko mówiąc, operatorzy muszą bardzo uważać na jakość dostarczanej wody.

? Pytanie: Jakie są podstawowe właściwości wody?

💡 Odpowiedź:

pH – być może pierwszy parametr, który przychodzi na myśl uczestnikom (uczniom szkół średnich); de facto jest to kwasowość wody (poprawnie jest to logarytm ujemny aktywności jonów oksoniowych). Woda pitna może mieć odczyn lekko kwaśny do lekko zasadowego, natomiast jej konkretna wartość zależy od właściwości wody surowej i niezbędnych zmian w trakcie technologii uzdatniania (każdy etap technologiczny wymaga innych warunków).

twierdź – to określenie zapewne jest mylące – jak twarda może być woda? To jednak ciecz. Twardość wody to nic innego jak zawartość wapnia i magnezu w wodzie. Jest to temat szeroko dyskutowany wśród laików i dwa interesy wchodzi w konflikt. Twarda woda (czyli ta o dużej zawartości wapnia i magnezu) jest smaczniejsza i dostarcza organizmowi ważnych pierwiastków. Z drugiej strony takie osady wodne osadzają się w czajnikach, pralkach i bojlerach, powodując problemy w tych urządzeniach.

zapach - zapach degraduje wodę, nawet jeśli w inny sposób nadaje się ona do picia; jest to prawdopodobnie także pierwsza rzecz, którą rozpozna konsument. W praktyce najczęściej można spotkać się z zapachem chloru (przy pH 7 wartość progowa wynosi 0,156 mg/l), który zwykle jest spowodowany większymi dawkami podchlorynu w przypadku gorszej jakości wody surowej lub podczas dezynfekcji rur po awarii. Każdy konsument inaczej odbiera zapach i smak (patrz niżej).

smak – podobnie jak zapach, smak jest parametrem, który każdy konsument przyjmuje jako wartość odniesienia dla jakości wody, nawet jeśli np. woda jest zgodna z przepisami pomimo gorszego smaku. W praktyce można spotkać się głównie z posmakiem żelaza, który jednak może nie być spowodowany złą jakością obróbki, ale kiepską jakością okablowania w domu, na co operator oczyszczalni nie może nic zrobić. Na smak wody największy wpływ ma stężenie wapnia i magnezu (de facto, czyli twierdź), ewentualnie także pH.

zmętnienie – mówi nam o ilości nierozpuszczonych substancji w wodzie.

przewodnictwo – daje nam informację o zawartości jonów w wodzie (im więcej jonów, tym wyższa przewodność). Samo w sobie daje jednak informacji o tym, czy woda nadaje się do picia. Woda o dużej zawartości jonów (mineralna) nie nadaje się do długotrwałego picia.

? Pytanie: Co to znaczy, że woda nadaje się do picia?

💡 Odpowiedź:

Prawdopodobnie pierwszą rzeczą, która przychodzi na myśl uczniom, jest to, że woda jest bezbarwna/przezroczysta. Kolor jest jednak odrębnym parametrem i nie mówi nam nic o zawartości np. azotanów czy substancji pestycydowych, czyli substancji niewidocznych na pierwszy rzut oka.

Prawodawstwo europejskie nie uznaje obecnie pojęcia woda pitna – zastąpiono je określeniem „woda przeznaczona do spożycia przez ludzi” i definiuje się ją jako „wodę nieszkodliwą dla zdrowia, która nie powoduje chorób i zaburzeń zdrowia nawet przy stałym spożyciu ze względu na obecność mikroorganizmów lub substancji wpływających na zdrowie osób fizycznych i ich potomstwa poprzez skutki ostre, przewlekłe lub późne, których właściwości sensoryczne i jakość nie uniemożliwiają jej spożycia i wykorzystania dla potrzeb higienicznych osób fizycznych”.

Dla ciekawskich: Limity wody pitnej określa dekret nr 252/2004 Dz. „Rozporządzenie ustalające wymagania higieniczne dotyczące wody pitnej i ciepłej oraz częstotliwość i zakres kontroli wody pitnej”, które w okresie swojego istnienia (do 2026 r.) przeszło osiem nowelizacji (przede wszystkim dodanie innych parametrów). Natomiast parametry radiologiczne określa dekret nr 422/2016 Dz. „Dekret o ochronie radiologicznej i bezpieczeństwie źródeł radionuklidów”.

Ustawodawstwo to rozróżnia między innymi trzy limity – tzw. DH, MH i NMH. Zalecane wartości (DH) dotyczą np. twardości wody, natomiast ich spełnienie nie jest obowiązkowe. Wartości progowe (MH) wskazują limity, których przekroczenie należy uwzględnić, ale nie stanowią ostrego zagrożenia dla zdrowia (na przykład mangan lub żelazo); trzeci typ to najwyższa wartość graniczna (NMH), po przekroczeniu woda jest automatycznie oznaczana jako niezdatna do spożycia i należy ją natychmiast podjąć poprzez podjęcie działań naprawczych.

Każdy klient ma prawo wiedzieć o jakości wody, którą spożywa. Jeżeli dostawca wody nie opublikuje tego na stronie internetowej, klient może się z nim skontaktować, a dostawca ma obowiązek udzielić informacji. Tym samym Klient ma prawo wglądu do części tzw. dokumentu oceny i zarządzania ryzykiem, w którym widnieją wszystkie ryzyka związane z danym dostawem wody (niezależnie od jakości czy ilości dostarczanej wody).

? Pytanie: Co to znaczy, że woda jest wodą dla dzieci?**💡 Odpowiedź:**

Z własnego doświadczenia musimy stwierdzić, że bardzo częstym argumentem mieszkańców nieufnych wobec wody z kranu jest to, że woda w ich studniach jest infantylna. Termin ten został rozpowszechniony głównie poprzez marketing firm sprzedających wodę butelkowaną. W przypadku tego rodzaju wody obowiązują inne ograniczenia, głównie w zakresie parametrów azotanów, azotynów, przewodności (praktycznie zawartości substancji rozpuszczonych) i sodu, ale przeważnie woda studzienna tak naprawdę nie spełnia tych warunków, nawet jeśli tak się wydaje.

? Pytanie: Jak często należy analizować wodę pitną?

💡 Odpowiedź:

Tutaj nie da się z góry powiedzieć, jakie będą wskazówki uczestników wycieczki. Częstotliwość pobierania próbek jest określona w rozporządzeniu i waha się od jednej próbki rocznie w przypadku małych oczyszczalni do kilku próbek miesięcznie w przypadku większych (przed wycieczką sprawdź częstotliwość pobierania próbek w swojej sieci wodociągowej i wpisz ją w tabeli w załączniku do niniejszej metodologii). Oprócz tych analiz ustawowych (które są zgłaszane do stacji higieny), większość zakładów posiada również tak zwane analizy operacyjne, które przeprowadza się dla określonych parametrów będących przedmiotem zainteresowania (zwykle chloru, pH, manganu lub żelaza). Jeśli uczestnicy wydają się niską częstotliwością, spróbuj zadać dodatkowe pytanie dotyczące tego, jak często przeprowadzają analizy z własnej studni w domu.

2.3 Źródło wody surowej

Podstawą zaopatrzenia w wodę pitną jest oczywiście źródło wody surowej, przy czym woda surowa może być woda powierzchniowa (ciek/zbiornik) lub woda podziemna (głęboki lub płytki obieg).

Na wycieczkę należy przygotować podstawowe informacje o jakości wody w porównaniu do wody pitnej - czyli czy woda zawiera np. nadmierną ilość żelaza, manganu czy niklu albo niezadowalającą jakość pod względem parametrów mikrobiologicznych. W ten sposób faktycznie uzasadnisz istnienie całego uzdatniania wody, a uczestnicy wycieczki będą mogli lepiej wyobrazić sobie, dlaczego poszczególne etapy są uwzględnione w technologii.

Wiemy, że w wielu przypadkach źródło surowej wody znajduje się w znacznej odległości od stacji uzdatniania wody i nie ma czasu, aby odwiedzić to źródło w ramach wycieczki. W takim przypadku zalecamy wydrukowanie kilku zdjęć zasobu w odpowiedniej jakości i rozmiarze, aby uczestnicy mogli zobaczyć również tę część technologiczną. Gdyby jednak była taka możliwość, zdecydowanie lepiej byłoby odwiedzić ją z dziećmi.

SŠ: Można wskazać na wymiar architektoniczny źródła (przede wszystkim w przypadku źródeł podziemnych) – w obszarach przygranicznych napotkamy źródła z początku ubiegłego stulecia wykonane z cegły, w których znajdują się zintegrowane urządzenia technologiczne, takie jak kaskady wentylacyjne, natomiast w głębi ładu bardziej prawdopodobne będą betonowe kręgi z lat 70. XX w., często budowane w ramach Akcji Z.

Nie zapomnijcie wspomnieć, że obowiązuje całkowity zakaz przebywania ludzi w pobliżu źródeł wody, oczywiście zakaz zaśmiecania i nieuprawnionego obchodzenia się z samymi źródłami. Zagraża to nie tylko zdrowiu samej osoby, ale wszystkich odbiorców danej sieci wodociągowej. Więcej na temat strefy ochrony zasobów wodnych znajdą Państwo w materiałach towarzyszących projektowi.

SŠ: Wyniesione źródło surowej wody na środku pola nie jest odpowiednim miejscem na wieczorne spożywanie napojów alkoholowych w gronie przyjaciół, o czym mogliśmy się przekonać w jednej z bezimiennych wsi na Ziemi Pilźnieńskiej, a szczelina w betonowych kręgach z pewnością nie służy jako kosz na śmieci.

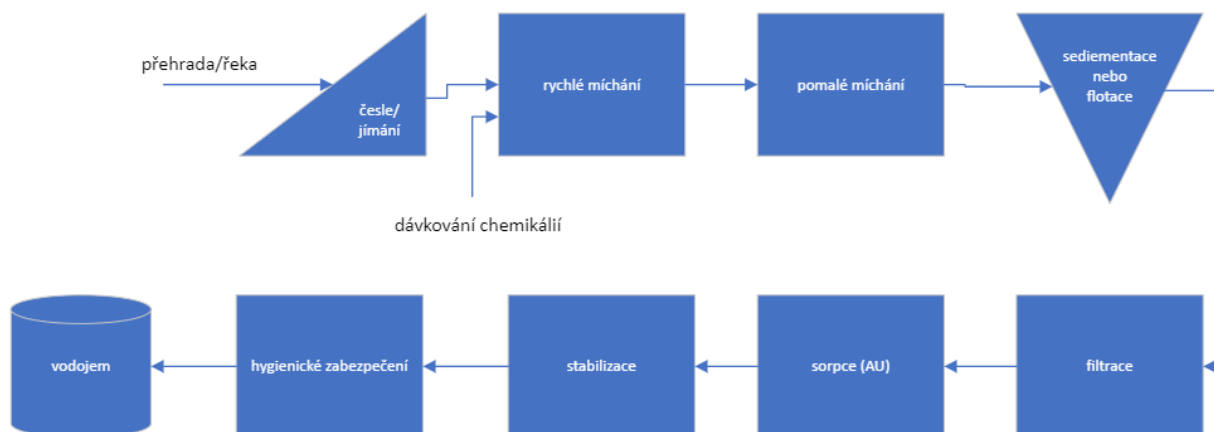
Na koniec tego wpisu wypada wskazać odległość źródła od oczyszczalni, materiał przyłącza rurowego (powody wskazania materiału są wymienione w tej metodyce w rozdziale poświęconym sieci wody dystrybucyjnej) oraz sposób transportu (linia grawitacyjna/ciśnieniowa).

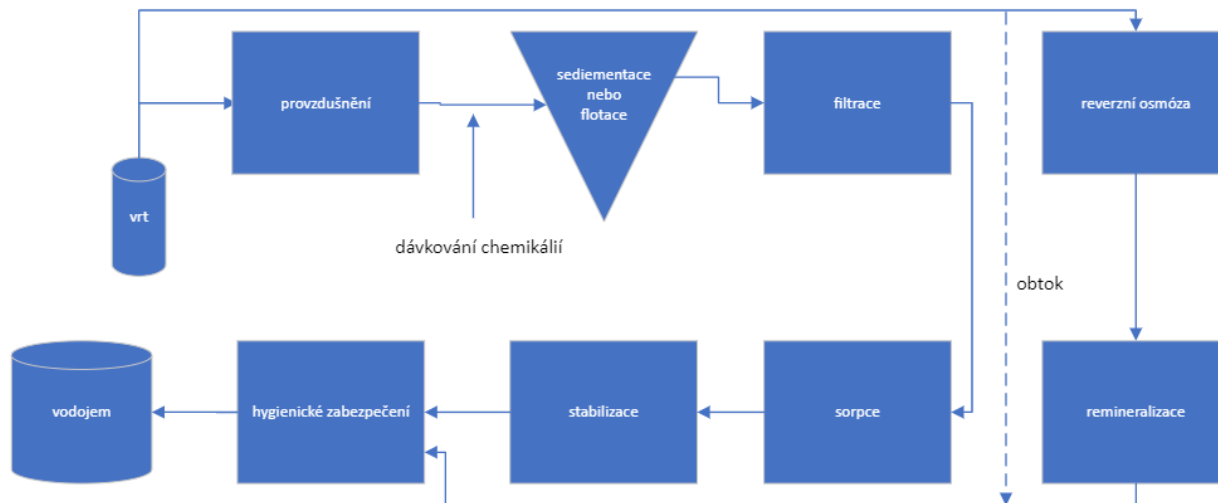
2.4 Opis technologii

Podobnie jak jakość źródła surowej wody, zmienia się także stosowana technologia. Nie ma jednego uniwersalnego schematu technologicznego, który moglibyśmy tutaj przedstawić, dlatego postanowiliśmy skupić się bardziej na rodzajach technologii i stworzyć z nich pewnego rodzaju moduły, z których będzie można skomponować informacje dla własnego warsztatu modyfikacyjnego.

Generalnie jednak można powiedzieć, że woda gruntowa jest znacznie lepszej jakości niż woda ze źródła powierzchniowego, a oczyszczanie zazwyczaj składa się z maksymalnie 2 etapów separacji. Ponadto istnieją pewne cechy wód gruntowych. W porównaniu do wód powierzchniowych, wody podziemne są źródłem bardzo stabilnym chemicznie (pod względem zawartości substancji i właściwości fizycznych wody). Do typowych należy zawartość dwutlenku węgla, którego w wodach podziemnych jest znacznie więcej niż w wodach powierzchniowych. Innym gazem, który zwykle rozpuszcza się w wodach gruntowych, jest radon lub siarka. Gazy można usunąć za pomocą technologii zwanej napowietrzaniem. Spośród metali powszechna jest wyższa zawartość żelaza i manganu. W przeciwieństwie do manganu, żelazo łatwiej się utlenia, gdy jego część jest już utleniona podczas samego napowietrzania. Pozostała część jest zwykle usuwana na pierwszym etapie separacji, którym są zwykle filtry otwarte lub ciśnieniowe, a wypełnienie filtrów może być różne w zależności od oczyszczalni. Utleniaczem jest na przykład podchloryn sodu, po czym następuje drugi proces separacji, w którym pożądane jest pozbycie się manganu. Stosuje się do tego silniejszy utleniacz, nadmanganian potasu. Piasek impregnowany tlenkiem manganu (burel) może również pomóc w usunięciu. Nierzadko spotyka się na przykład zwiększoną ilość niklu, który do jego usunięcia wymaga znacznie wyższych wartości pH. Środowisko głębokie i niskie pH wody powodują wymywanie skał, co również skutkuje wyższą zawartością minerałów w wodzie. Jest to raczej pozytywne, ale woda nadmiernie zmineralizowana jest również niepożądana. Ponadto można łagować inne substancje, takie jak arsen. Na wszystko wpływa środowisko rockowe.

a) Przykładowa linia technologiczna – schemat i przykład możliwego przejazdu (na powierzchni/pod ziemią)





Woda surowa bardzo często zawiera substancje szkodliwe ze względów zdrowotnych, nienadające się do długotrwałego spożycia lub szkodliwe dla urządzeń technicznych (zmywarki, pralki, rury itp.). Nawet w przeciwnym razie nieszkodliwe substancje, które objawiają się zmysłowo (kolor, smak, zapach) mogą być nie do przyjęcia dla konsumenta i również muszą zostać usunięte. Tutaj możesz zapytać odwiedzających, czy atakują ich jakieś niepożądane substancje lub dlaczego nie nadają się do spożycia - informacje o konkretnych substancjach i ich negatywnym działaniu znajdziesz kilka podsekcji dalej.

Możemy zastosować różne strategie usuwania substancji niepożądanych z wody:

- **Sedymentacja (dla ciał stałych, które dobrze osadzają się przy dużej gęstości - np. piasek)**
- **Filtracja (w przypadku substancji nierozpuszczonych substancje rozpuszczone przekształcamy w substancje nierozpuszczone, które można następnie usunąć poprzez filtrację; materiałem filtracyjnym jest głównie krzemionkowy piasek wodociągowy)**
- **Odpowietrzanie (dla gazów – np. dwutlenku węgla lub radonu)**
- Jeśli nie możemy zastosować konwersji substancji rozpuszczonych w substancje nierozpuszczone, możemy zastosować wymianę jonową (wymienniki jonowe) lub sorpcję (np. węgiel aktywny).
- Można także zastosować przemiany biochemiczne substancji przy pomocy bakterii, co jest obecnie stosowane rzadko, ze względu na dostępność bardziej niezawodnych technologii. W przeszłości była to stosunkowo powszechna metoda uzdatniania wody, tzw. filtry powolne. Obecnie jednak technologia ta zaczyna ponownie rozwijać się za granicą, aczkolwiek w zupełnie innym układzie technologicznym.
- **Ochrona higieniczna (dla mikroorganizmów; typowo zastosowanie podchlorynu sodu, czyli SAVA; alternatywnie można jednak zastosować ozon, lampę UV, dwutlenek chloru itp.)**



Można pobawić się z dziećmi, które substancje łatwo usunąć, a które z drugiej strony zamieniają nasze życie w piekło. Uwzględnij je w zagadnieniach, z którymi boryka się każdy operator oczyszczalni. Co sądzą uczestnicy – czy technologicznie łatwiej jest usunąć z wody substancję rozpuszczoną, czy nierozpuszczoną? Narzekajcie, czym są potworne mikroorganizmy i jak rozmnażają się w naszej wodzie, gdy dajemy im na to miejsce. Ale nie zapomnij wspomnieć, że wiele mikroorganizmów jest całkowicie nieszkodliwych i występuje naturalnie. Niestety, wśród dobrych patogenów znajdują się również szkodliwe patogeny.

Jak już wspomniano we wstępie do tej metodologii, ze względu na dużą liczbę możliwych rozwiązań technologicznych poszczególnych oczyszczalni, etap ten rozwiązywany jest w sposób tzw. modułowy. W kolejnym rozdziale znajdziesz opisy poszczególnych etapów technologicznych, które warto połączyć, aby opisać swoją stację uzdatniania wody. Poszczególne moduły są od siebie niezależne. Podczas wycieczki należy podkreślić, co dzieje się w jakiej fazie, dlaczego i w jakiej kolejności przebiegają poszczególne etapy (np. dozuje się tu nadmanganian w celu utlenienia rozpuszczonych substancji, które następnie oddzielane są na filtrze).

? **Pytanie: Jak długo trwa uzdatnianie wody?**

💡 **Odpowiedź:**

Tutaj, idąc za przykładem Standy Pekárki, proponujemy odpowiedzieć na pytanie kontr-pytniem - o jakiej ilości wody mówimy? Ogólna odpowiedź na to pytanie jest bardzo indywidualna w zależności od Twojej technologii (np. czy uwzględniłeś wolniejsze jednostki typu sedymentacyjnego), dlatego odpowiedź na takie pytanie przygotuj indywidualnie w oparciu o Twoją technologię.

? **Pytanie: A co z mikroplastikiem?**

💡 **Odpowiedź:**

Temat mikroplastików nie tylko w środowisku, ale także w wodzie pitnej był bardzo szeroko dyskutowany kilka lat temu, gdyż dostają się one do wody praktycznie ze wszystkim – od wody butelkowanej i szamponów, po pranie kurtek i wycieranie powierzchni. Niestety technologie, które mogłyby w pełni zapobiec przedostawaniu się mikroplastików do wody pitnej, nie są jeszcze powszechne; obecna technologia może usunąć tylko ułamek.

? **Pytanie: A co z hormonami / pestycydami / lekami / innymi cząsteczkami bioaktywnymi? woda?**

💡 **Odpowiedź:**

Podobnie jak mikroplastiki, w wodzie obecne są również cząsteczki bioaktywne – za pomocą analizy ścieków z miast można uzyskać informacje np. o liczbie osób stosujących antykoncepcję hormonalną, zażywających ten czy inny lek, osoby chore na koronawirusa i tym podobne. W większości przypadków cząsteczki te nie są usuwane w oczyszczalni ścieków i w ten sposób przedostają się nie tylko do środowiska, ale także do wody pitnej. Od niedawna jednak na większych stacjach uzdatniania wody zaczynają być instalowane akcesoria technologiczne (zwykle lampy UV połączone z zaawansowanymi metodami utleniania (tzw. AOP) z filtrami z węglem aktywnym), które również usuwają z wody te niepożądane substancje.

? **Pytanie: Słyszałam, że do wody wlewa się fluor. Czy to prawda?**

💡 **Odpowiedź:**

Jest, albo to była prawda. W drugiej połowie XX wieku do wody dodawano związki fluoru (np. kriolit; tzw. fluoryzacja wody), aby zapewnić konsumentom odpowiednią dawkę fluoru – fluor jest niezbędnym składnikiem np. szkliwa zębów. W latach 90. zarzucono jednak tę praktykę, głównie ze względów ekonomicznych. Dziś fluoryzację wody wprowadza się ponownie m.in. w Wielkiej Brytanii.

2.5 Sieć wodna

Sam rurociąg w małej wiosce może sięgać kilku kilometrów; łączna długość sieci w Czechach w 2022 r. wyniosła 82 034 km (ok. jedna piąta odległości między Ziemią a Księżycem).

Szkola średnia: Tzw. sieć rurociągów można łączyć rozgałęziająco, obwodowo lub kombinowanie (dwa ostatnie sposoby mają tę zaletę, że jedna awaria nie powoduje odcięcia np. całej dzielnicy od zasilania, gdyż można ją zasilić z innego kierunku). Systemy wodociągowe ze względu na wielkość zaopatrywanego obszaru możemy również podzielić na lokalne (zaopatruje tylko jedną gminę), grupowe (kilka gmin lub być może aglomeracja miejska) i regionalne (zawierające nie tylko sieci wodociągowe, ale także kilka stacji uzdatniania wody, które mogą sobie wzajemnie pomagać np. w przypadku przestoju lub awarii).

Materiał sieci wodociągowej ma zasadniczy wpływ na sposób jej eksploatacji, a w skrajnych przypadkach może mieć wpływ nie tylko na straty wody w sieci na skutek nieszczelności, ale także na jej jakość. W zależności od czasu budowy możemy spotkać następujące materiały: żeliwo, stal (w tym stal nierdzewna i elementy ocynkowane), tworzywa sztuczne (zazwyczaj PVC – polichlorek winylu, PP – polipropylen, włókno szklane, HDPE – polietylen), żelbet, miedź, mosiądz (głównie złączki i inne mniejsze elementy), szkło, azbestowocement, szklanobeton lub otów (ostatnie trzy materiały są wymieniane w miarę możliwości ze względu na zagrożenia zdrowotne lub techniczne).

SŠ: Dlaczego azbest jest problemem nie tylko w gospodarce wodnej, ale także np. w budownictwie podczas rekonstrukcji starszych budynków? Azbest to włókniste krzemiany, które wykorzystuje się między innymi ze względu na ich niepalność. Jednak w przypadku zniszczenia konstrukcji (np. podczas napraw i rozbiórki) drobne włókna przedostają się do płuc, gdzie prowadzą do bliznowacenia pęcherzyków płucnych i ewentualnego rozwoju nowotworu.

SŠ: Innym ciekawym materiałem, który można spotkać (choć bardzo rzadko) jest szklanobeton. Materiał ten wykorzystano po II wojnie światowej, kiedy brakowało żelaza dla sektora wodnego; wręcz przeciwnie, szkła było mnóstwo, zwłaszcza na terenach przygranicznych. Są to rury szklane zatopione w betonie.

Czas, jaki woda spędza w rurach, z pewnością nie jest bez znaczenia i może sięgać nawet wyższych jednostek dni (skrajnie do 14 dni). Należy na to zwrócić uwagę przy ustalaniu dawki środka dezynfekcyjnego (najczęściej chloru); dlatego domy w pobliżu oczyszczalni/zlewu mogą wyczuć znacznie więcej chloru niż najdalsze punkty zbiórki. Zagadnienie dezynfekcji i ogólnej ochrony higienicznej wody w sieci dystrybucyjnej (najczęściej podchlorynem) znajduje się w rozdziale poświęconym poszczególnym jednostkom technologicznym układu oczyszczalni.

Aby woda po odkręceniu kranu płynęła, konieczne jest wytworzenie w rurze ciśnienia (co przecież widać np. na filmach, gdy w wyniku pęknięcia rury powstaje gejzer wodny, albo gdy wąż jest podłączony do hydrantu). Można to zrealizować albo za pomocą automatycznych stacji ciśnieniowych na sieci, albo poprzez umieszczenie zbiornika na wysokim miejscu w pobliżu (lub na wieży), tak aby ciśnienie było wystarczające we wszystkich punktach sieci (tzw. strefa ciśnieniowa). Czy zastanawiałeś się kiedyś, w jaki sposób drapacze chmur są zaopatrywane w wodę?

ZŠ: Nie ma sensu wyjaśniać wszystkich kwestii. Warto wspomnieć, że za pobranie wody z natury trzeba też płacić, z czego często nie zdają sobie sprawy. Wspomnij

także o takich kwestiach, jak energia elektryczna, płace pracowników, chemikalia i renowacja mienia.

Szkola średnia: Tutaj można omówić szerzej, na przykład zapytać, ile kosztuje m³ wody (albo może to być praca domowa, albo można poznać stopień orientacji uczniów w zakresie finansów poprzez zgadywanie), jakie są miesięczne koszty wody i porównać je z kosztami prądu, telefonu, Netflix (patrz poniższa tabela, z których możesz skorzystać, a nie musisz); jednocześnie porównaj koszty wody kranowej i wody butelkowanej (patrz rozdział pierwszy tego dokumentu).

Dociekliwy: Ze względu na stale zmieniające się ceny (i inflację, z którą kraj boryka się w chwili pisania tego dokumentu) bardzo trudno jest napisać tabelę porównawczą cen wody i innych usług czy świadczeń. Z drugiej strony nie jest konieczne absolutnie dokładne porównanie, a jedynie swego rodzaju przewodnik; dlatego poniższa tabela porównuje indywidualne miesięczne wydatki za pomocą mnożników, gdzie 1 = miesięczna opłata za wodę (zużyte średnie zużycie w Czechach 89,4 L/osobę/dzień, tj. 2,7 m³/osobę/miesiąc przy średniej cenie w Czechach 100 CZK/m³):

2.5.1 Wodomierze

Do przyłączy wodociągowych niezbędne są oczywiście wodomierze. Oceniamy jako bardzo korzystne, jeśli w ramach wycieczki wyjaśnisz i zilustrujesz nawet tak powszechne urządzenie jak wodomierz, a nawet wspomnisz o metodach zdalnego odczytu. Uczestnicy wycieczki zapewne zobaczą go po raz pierwszy w życiu. W tym miejscu warto wspomnieć, jak należy dbać o wodomierz w domu (szczególnie zimą).

SŠ: Obecnie w operacjach testowych znajdują się wodomierze, które automatycznie raportują wartości do systemu obsługującej firmy (na przykład) raz na godzinę, dzięki czemu można lepiej zorganizować produkcję (w formie uczenia maszynowego na cyfrowym bliźniaku) lub wykryć wycieki, a tym samym zaoszczędzić pieniądze i zasoby naturalne.

Coś, co nie jest dobrze znane laikowi, to straty wody podczas transportu rurociągami – w Czechach straty te wynoszą średnio 15% (czyli 1 litr z około 6 litrów uzdatnionej wody splywa do gruntu nieznanego), podczas gdy w niektórych skrajnościach (za granicą) wartość ta może sięgać nawet 80%. Średnia światowa wynosi około 40%. Nowością, która może pomóc w wykryciu strat wody, są wodomierze z pomiarem hałasu akustycznego. Pęknięcie rury spowoduje pewien hałas, co ułatwia znalezienie.

Straty wody poniżej 5% można uznać za wyjątkowo niskie, a ich dalsza redukcja jest bardzo trudna. Tutaj wkraczamy w obszar niedokładności pomiaru przepływu i ilości wody. Jednocześnie bardzo małe nieszczelności lub nieszczelności na złączach rur i kształtek, praktycznie niemożliwe do zmierzenia i zlokalizowania, również przyczyniają się do strat wody na poziomie niższych jednostek procentowych.

3 Opis technologii

Podstawowe informacje o technologiach – fakty i ciekawostki, z których złożysz swoją własną wycieczkę.

Jak już kilkakrotnie pisano powyżej, dalsza część metodyki ma charakter modułowy i poszczególne części nie następują po sobie; wybierz odpowiednie dla siebie jednostki technologiczne i ułóż na ich podstawie własny program wycieczki. Chociaż staraliśmy się uwzględnić wszystkie technologie powszechnie stosowane w krajach czeskich, możliwe, że niektóre pominęliśmy. W takim przypadku należy poprosić technologa/przedstawiciela zawodowego o stworzenie opisu podobnego do opisów znajdujących się tutaj.

SŠ: *To, co obecnie w Czechach zaczyna być podkreślane w związku z technologiami i bezpieczeństwem procesów zaopatrzenia w wodę, to cyberbezpieczeństwo. Doszło już do kilku aktów terroryzmu (za granicą), gdzie np. zmieniono dawki środków chemicznych lub wstrzymano dostawy wody do sieci w wyniku ataku hakerskiego. Choć wydaje się to drobnostką, zwiększenie pH wody do 11 oznacza żrące uszkodzenie układu trawiennego.*

Dociekliwy: *Aby zwiększyć uwagę, możesz przejrzeć stronę Wikipedii zatytułowaną Terroryzm skierowany przeciwko infrastrukturze zaopatrzenia w wodę pitną, z której możesz wybrać kilka przypadków (lub w angielskiej wersji tej samej strony) i wspomnieć o nich w odpowiednim momencie swojej interpretacji. Tak zwane historie kryminalne są popularne wśród dzisiejszej młodzieży i na pewno przyniosą Ci dodatkowe punkty.*

3.1 Dłuto

Znaczenie	Ochrona przed wnikaniem zanieczyszczeń, uszkodzeniami mechanicznymi urządzeń pompujących i zatykaniem rurociągów
Zasada	Bariera mechaniczna wychytująca materiał na swojej powierzchni
Przechwycony materiał	Grube i drobne zabrudzenia (w zależności od odległości pomiędzy poszczególnymi grzebieniami) np. gałęzie, szyszki, liście, ryby, żaby

Część odbiornika wód powierzchniowych (ten etap technologiczny nie jest wymagany w przypadku wód podziemnych, gdyż charakter źródła nie zakłada obecności tak dużych części). Sprzęt musi być przystosowany do łatwego czyszczenia. W małych zakładach przetwórczych czyszczenie to odbywa się ręcznie za pomocą szmatki. Przy większych operacjach grzebienie posiadają ciągłe wycieranie mechaniczne.

ZŠ: Dzieci wyobrażają sobie grzebień jako kratkę lub grzebień. Podobnie jak grzebień, grzebienie mogą być cienkie, z dużą gęstością zębów (grzebienie bardzo blisko siebie), średnie i grube, których zęby są daleko od siebie. Składamy z dziećmi to, co możemy unosić na grzebieniu (przykłady w przytoczonym materiale powyżej). Dzieci bez wątpienia będą kreatywne. Mechaniczne grzebienie można przybliżyć do schodów ruchomych, co prowadzi brud do góry, aż do pojemnika. Ponieważ surowa woda nie jest tak brudna, odpady z plastrów są zwykle eksportowane najwyżej kilka razy w roku.

Następnie zapytaj, dlaczego ich zdaniem w oczyszczalni w ogóle potrzebne są grzebienie (ochrona przed zatykaniem, uszkodzeniem ważnych urządzeń)

Szkoła średnia: W przypadku uczniów szkół średnich możesz zająć się bardziej technicznymi kwestiami, takimi jak odległość między grzebieniami (i odstępy między nimi) itp.

Ciekawostka: W jednej z zachodnioczeskich stacji uzdatniania wody znajduje się etap technologiczny „Łapacz ryb”, gdzie może się wydawać, że ma on ten sam powód włączenia co grzebienie. Ale prawda jest taka, że łapacz ryb znajduje się za układem pompowym, a posiekane resztki ryb nie miałyby nic do złapania w zbiorniku oddzielającym (jak brzmi prawidłowa nazwa).

3.2 Napowietrzanie

Znaczenie	Odpowietrzanie gazów (np. radon, sulfan, wolny CO ₂ ,...) Mechaniczne usuwanie dwutlenku węgla - odkwaszanie wody, a tym samym zmniejszenie korozyjnego działania wody Wzbogacanie wody w tlen - reakcja utleniania (usuwanie żelaza)
Zasada	Mieszanie wody z powietrzem. Zwiększenie powierzchni granicy faz woda-powietrze spowoduje intensyfikację wymiany gazowej pomiędzy wodą i powietrzem.
Materiał, którego dotyczy problem	Niepożądane substancje gazowe (przedostają się do powietrza i dalej do atmosfery), substancje utlenione (głównie żelazo – jest dalej oddzielane w postaci nierozpuszczonej)

Wcześniej (historycznie) stosowano kaskady, gdy tworzyły je kilka przelewów. Energia uzyskana w wyniku przelewu pomaga wymieszać wodę z powietrzem, wzbogacając w ten sposób wodę w tlen. Innymi rozwiązaniami technicznymi są aeratory Bubla i Fuka, czyli poziome lub pionowe kolumny, do których wdmuchuje się powietrze za pomocą wentylatorów.

Przed wszystkim wody podziemne są bogate w mangan i żelazo, zawierają wyższe stężenia dwutlenku węgla i niższe stężenia rozpuszczonego tlenu w porównaniu do wód powierzchniowych. Na niektórych obszarach Republiki Czeskiej występują również wyższe stężenia radonu, związane z podłożem geologicznym. Z tych powodów proces napowietrzania jest szczególnie istotny w oczyszczaniu wód podziemnych (choć spotyka się go także w niektórych oczyszczalniach wód powierzchniowych, gdzie nie jest on stosowany ze względu na usuwanie radonu).

ZŠ: *Zdecydowanie nie ma potrzeby wchodzenia w wielkie szczegóły techniczne; całkowicie wystarczającym opisem jest to, że dzięki wdmuchaniu powietrza do wody następuje upuszczenie gazów znajdujących się w wodzie.*

SŠ: *Jeśli wentylujemy radon, możemy wspomnieć o jego stosunkowo krótkim okresie półtrwania, około 3,6 dnia, jako interesujący punkt, a jako metodę usuwania można również zastosować długie gromadzenie się wody, gdzie radon w naturalny sposób ulega rozkładowi. Nie eliminuje to jednak radioaktywności jako takiej, ponieważ radon dalej rozpada się na niestabilne izotopy polonu i ołowiu (tzw. seria przemian uran-rad).*

Ciekawostka: *Możemy odwołać się do prawa Henry'ego (patrz równanie poniżej) i powiedzieć, że różne gazy mają różną skłonność do przenikania pomiędzy wodą i powietrzem. Na przykład radon jest bardzo dobrze wentylowany. W przypadku dwutlenku węgla zależy to od ogólnego składu wody.*

$$p_1 = K_1 \cdot x_1$$

W opisanym powyżej równaniu p to prężność pary substancji rozpuszczonej nad roztworem, x to ułamek molowy substancji rozpuszczonej w roztworze, a K to stała Henry'ego pełniąca funkcję stałej proporcjonalności.

Co ciekawe, uwolnienie takiego radonu do atmosfery nie jest obwarowane żadnymi zezwoleniami władz państwowych (w tym przypadku Państwowego Urzędu Bezpieczeństwa Jądrowego), gdyż ma ono charakter naturalny.

3.3 Osadzanie

Znaczenie	usuwanie osadzających się zanieczyszczeń
Zasada	cięższe zawieszone ciała stałe opadają na dno zbiornika pod wpływem grawitacji
Przechwycony materiał	usuwanie znacznej części substancji nierozpuszczalnych

Zasadą większości metod usuwania powszechnych zanieczyszczeń z wody jest ich konwersja do postaci nierozpuszczonej i późniejsze oddzielenie. Ten etap separacji to zazwyczaj filtracja. Jednak filtracja jest wymagająca na powierzchni urządzenia, filtr należy myć i monitorować. Nadanie priorytetu sedymentacji przed filtracją może znacznie obniżyć koszt filtracji, a nawet rozmiar filtra; z drugiej strony znacznie wydłuża czas przejścia wody przez technologię uzdatniania.

W pracy oczyszczalni sedymentacja poprzedzona jest koagulacją, powstałe płatki następnie sedymentują. Gdy tworzą się płatki o różnej wielkości, osiadają one na dnie z różną prędkością. Technologia często nie zapewnia czasu lub długości naczynia na osiedlenie się wszystkich substancji sedymentacyjnych, dlatego też po sedymentacji zawsze następuje filtracja, dzięki której można usunąć nawet mniejsze płatki.

Sedymentację wykorzystuje się także częściowo do osadzania substancji nierozpuszczonych w ściekach z procesu uzdatniania wody w tzw. gospodarce osadami (patrz jeden z pozostałych podrozdziałów tego dokumentu) lub w procesie oczyszczania ścieków (patrz inne dokumenty powstałe w ramach tego projektu).

ZŚ: *Woda surowa zawiera wiele nierozpuszczonych substancji, które jesteśmy w stanie usunąć przy pomocy lub bez wcześniejszego użycia środków chemicznych, a jedynie przy pomocy czasu i spokoju. Grawitacja działa niezawodnie i za darmo. Cząsteczki brudu powoli opadają na dno, gdzie osiadają. Oczyszczona z zanieczyszczeń woda następnie przelewa się ze szczytu zbiornika i przechodzi do kolejnego stopnia uzdatniania, zwykle filtracji.*

SŚ: *W wyniku działania pola siłowego, w wyniku różnej gęstości i wielkości cząstek, cząstki opadają na dno. Większe cząstki szybciej opadają na dno. Bardzo ważnym czynnikiem jest maksymalne uspokojenie wody zanim wpłynie ona do zbiornika.*

Ciekawostka: *Aby etap separacji sedymentacyjnej można było uznać za funkcjonalny, wydajność sedymentacji powinna wynosić około 80-90%. Dla poprawy wydajności można zastosować np. ścianki wiercone, dodatkowe przegrody (tzw. sedymentacja lamelowa) lub dodatek mleka wapiennego (zawiesina wodorotlenku wapnia), który ściąga nierozpuszczone cząstki w dół.*

3.4 Flotacja

Znaczenie	separacja cząstek zawieszonych i odzysk biologiczny
Zasada	pęcherzyki rozpuszczonego powietrza przenoszą zanieczyszczenia na powierzchnię
Przechwycony materiał	zanieczyszczenia hydrobiologiczne, wtórnie także inne substancje

Flotacja to kolejny etap separacji w uzdatnianiu wody, który w zdecydowanej większości przypadków poprzedza filtrację i ma na celu oddzielenie zawieszonych lub kłaczkowatych cząstek lub organizmów od cieczy (tj. Uzdatnionej wody pitnej) za pomocą pęcherzyków powietrza. Ze względu na sposób tworzenia pęcherzyków flotację możemy podzielić na elektrolityczną, mechaniczną lub ciśnieniową, natomiast w basenie czeskim spotykamy się jedynie z tym ostatnim wariantem.

Zasada metody polega na tym, że cząstki (powstające np. w wyniku koagulacji) łączą się z wydmuchanymi pęcherzykami powietrza, które w efekcie są lżejsze od wody i unoszą się do góry. Dzięki temu na powierzchni powstaje warstwa osadu, który jest zamiatany do ścieków, a z dna zbiornika odprowadzana jest woda do dalszych etapów technologicznych (głównie filtracji) – czyli przeciwieństwa sedymentacji.

Należy zaznaczyć, że sama flotacja działa tylko na substancje nierozpuszczone, ale nie na substancje rozpuszczone – w takim przypadku musi poprzedzać koagulację, podczas której tworzą się płatki, które następnie są przeprowadzane i usuwane. Dlatego koagulację praktycznie zawsze poprzedza flotacja.

Flotacja jako taka nie jest w Czechach technologią zbyt rozpowszechnioną i stosowana jest głównie w dużych zakładach przetwórczych, gdzie zakłada się, że technolog pomoże Państwu w opisie chemiczno-technicznym; dlatego na tej stronie znajdują się jedynie uproszczone podstawowe informacje.

ZŠ: *Uformowane płatki z dołączonymi zanieczyszczeniami, prawdopodobnie sinicami, glonami i innymi biologicznymi składnikami wody, są przenoszone na powierzchnię za pomocą wielu milionów pęcherzyków powietrza, gdzie są gromadzone jako odpady. Następnie na dnie zbiera się wodę do dalszego oczyszczania. Wiele bąbelków z daleka wygląda jak mleczny kolor wody.*

SŠ: *Sprężone powietrze rozpuszcza się w wodzie zgodnie z prawem Henry'ego (patrz karta technologiczna dotycząca napowietrzania). Kiedy woda zostanie nasycona w zamkniętej objętości, powstaje wiele mikropęcherzyków o wielkości 30 i 100 mikrometrów, które następnie są odprowadzane do przestrzeni flotacyjnej, która następnie wyprowadza nierozpuszczone substancje na powierzchnię.*

Flotację jako taką stosuje się nie tylko w uzdatnianiu wody pitnej, ale także np. w oczyszczaniu ścieków czy w obróbce rud, gdzie działa na tej samej zasadzie.

Dociekliwy: *W literaturze można spotkać się ze skrótem DAF, który wywodzi się od angielskiego rozpuszczonego powietrza flotacji, co oznacza flotację ciśnieniową. W warunkach czeskich zaczęto go stosować do uzdatniania wody pitnej dopiero na początku XXI wieku (w 2005 roku).*

Zamiast rozpuszczonego tlenu w tej technologii można również wykorzystać ropę naftową (metoda historyczna, obecnie już nie stosowana) lub ozon (bardzo mało rozpowszechniony, raczej teoretyczna możliwość).

3.5 Klarowanie / koagulacja / flokulacja

Znaczenie	przyspieszające usuwanie drobnych substancji zawieszonych i koloidalnych (zwykle trudnych do osadzenia)
Zasada	drobne cząstki przekształcają się w większe skupiska utworzone większe cząstki osadzają się szybciej
Przechwycony materiał	substancja wiążąca – koagulant i flokulant substancje koloidalne, mikroorganizmy

Jest to ważny proces technologiczny stosowany przede wszystkim przy oczyszczaniu wód powierzchniowych, podczas którego wraz z późniejszą filtracją usuwane są substancje rozpuszczone (zwykle wielkocząsteczkowe substancje organiczne, np. substancje humusowe) i substancje koloidalne, których nie można samodzielnie usunąć poprzez sedymentację lub flotację. Klarowanie jest procesem wymagającym pod względem zarządzania i projektowania, ponieważ ma na niego wpływ wiele parametrów zarówno uzdatnionej wody (pH, temperatura), jak i parametrów technologicznych (prędkość mieszania, kształt mieszadeł, dawka środka koagulującego).

Przy użyciu dodatkowo naładowanych cząstek metali żelaza lub glinu (zwykle siarczanów lub chlorków w postaci hydratów) tworzą się większe skupiska tzw. płatków, które można następnie usunąć poprzez sedymentację, flotację lub filtrację. Cząsteczki dodatnie przyciągają następnie zanieczyszczenia niczym magnesy.

ZŚ: *Do wody dodajemy odczynnik, który powoduje, że substancje, których nie chcemy w wodzie, zaczynają się wytrącać i gromadzić w postaci płatków. Powstałe płatki, które są znacznie większe niż same zanieczyszczenia, można następnie łatwo usunąć poprzez filtrację i sedymentację. Wskazówka demonstracyjna: Możemy pokazać te płatki i porównać wodę przed i po koagulacji.*

SS: *Koagulacja, czyli klarowanie, to ważny proces, który może przekształcić substancje rozpuszczone w wodzie w nierozpuszczone. Dodatek środka powoduje, że w przeciwnym razie stabilne rozpuszczone substancje, takie jak huminy, zaczynają się zlepiać, tworząc osad wraz z koagulantem. Proces wymaga użycia odpowiedniego odczynnika, ustawienia właściwej dawki odczynnika oraz odpowiednich warunków, takich jak zwłaszcza pH. Tych rzeczy nie da się rzetelnie zaprojektować „od stołu” i przed jakąkolwiek większą zmianą należy w laboratorium wykonać tzw. badania koagulacji szkła.*

Ciekawostka: *Substancje koloidalne są stabilizowane w wodzie pod wpływem ładunku elektrycznego na ich powierzchni. Dodanie odczynnika zmienia ładunek, a tym samym destabilizuje je i pozwala na zlepianie się (jak magnesy).*

Substancje humusowe - substancje humusowe lub inne substancje pochodzenia naturalnego często usuwa się poprzez koagulację. Same w sobie nie są szkodliwe dla zdrowia człowieka, natomiast powodują problemy sensoryczne, zwłaszcza brązowe przebarwienia. Kolejnym powodem ich usuwania jest zapewnienie

długotrwałej stabilności wody, gdy substancje te mogłyby służyć jako substrat do rozwoju bakterii. Innym powodem jest możliwość ich reakcji z chlorem stosowanym w celu zapewnienia higienicznej wody. Mogą powstawać potencjalnie niebezpieczne substancje chlorowane (tzw. produkty uboczne dezynfekcji, np. chloroform).

W praktyce można spotkać się z pojęciami flokulacja, koagulacja i klarowanie, które często (nieprawidłowo) są mylone. Koagulacja to tworzenie się skupisk cząstek (można to również określić jako destabilizacja), flokulacja (także agregacja) to tworzenie się widocznych płatków z tych skupień; następnie klarowanie jest zazwyczaj mieszane bez dalszych działań następczych po utworzeniu płatków. Koagulacja, w przeciwieństwie do flokulacji, nie jest odwracalna.

3.6 Filtrowanie

Znaczenie	kluczowy krok w usuwaniu zawiesin w wodzie
Zasada	wychwytywanie dużych cząstek (utlenionych, flokulowanych) na cząstkach piasku
Przechwycony materiał	utlenione substancje rozpuszczone, skoagulowane cząstki (na przykład substancje koloidalne, mikroorganizmy, uwodnione tlenki żelaza i manganu, cząsteczki gliny)

Filtr jest prawdopodobnie najbardziej tradycyjną technologią stosowaną w uzdatnianiu wody i prawdopodobnie można go znaleźć w każdej oczyszczalni ścieków w Republice Czeskiej. W zależności od wypełnienia wyróżnia się kilka rodzajów filtrów. Różne filtry tkaninowe lub żaglowe, które zatrzymują materiał na swojej powierzchni (o czym mogą wiedzieć uczniowie szkół średnich na przykład z ćwiczeń w laboratoriach chemicznych), nie są zbyt często stosowane w przemyśle wodnym i częściej są stosowane w innych dziedzinach, na przykład w przydomowych basenach. W przemyśle wodnym szeroko rozpowszechniona jest filtracja przez warstwę materiału ziarnistego, gdy materiał jest wychwytywany w objętości wypełnienia filtra; zazwyczaj jest to piasek lub piasek modyfikowany chemicznie z różnymi modyfikowanymi warstwami.

Na pierwszy rzut oka widać także różnicę pomiędzy filtrem ciśnieniowym a filtrem otwartym. Odpowiedni typ dobierany jest głównie ze względu na pozostałą technologię i wymagania przestrzenne – pompy ciśnieniowe są znacznie mniejsze od otwartych, ale zużywają również energię elektryczną pomp.

W zasadzie jest to ta sama filtracja, jaką wyobrażają sobie dzieci: cząsteczki są prowadzone przez warstwę ziarnistego materiału, w którym są wychwytywane. W miarę stopniowego zatykania filtra wzrasta spadek ciśnienia i przez niego przepływa mniej wody lub konieczne jest zwiększenie ciśnienia, aby utrzymać przepływ (kosztem większego zużycia energii i jednocześnie większego obciążenia technologii). Gdy strata ciśnienia będzie zbyt duża lub zawieszona zawiesina zacznie przenikać do filtra, należy go przepłukać. Mycie polega na odwróceniu przepływu wody przez filtr i zwiększeniu przepływu, co powoduje rozprężenie wkładu (wkład jest „puszysty”). Mycie często intensyfikuje się sprężonym powietrzem, co ułatwia uwolnienie zatrzymanego materiału z filtra.

Materiałem filtracyjnym może być piasek o uziarnieniu ok. 0,6 do 1,8 mm (istnieją różne wielkości ziaren w różnych zakresach). Lub inne materiały, takie jak antracyt lub produkowane przemysłowo materiały filtracyjne o specjalnych właściwościach. Szczególną formą filtra jest tzw. filtr odkwaszający. Jednak jego celem nie jest filtracja, ale regulacja bilansu węglanowego, dlatego zostanie to opisane w innym rozdziale.

Wskazówka: Przygotuj wkład filtrujący w zlewce lub innym pojemniku i wyślij go dzieciom do dotknięcia (niektóre firmy technologiczne oferują te zestawy próbek jako artykuły promocyjne). Taki ilustracyjny pokaz odnowi uwagę uczestników wycieczki.

3.7 Wymienniki jonowe

Znaczenie Zasada	Usuwanie niepożądanych kationów lub anionów z wody substancje wielkocząsteczkowe (ionex) zawierające grupy funkcyjne zdolne do wychwytywania jonu o przeciwnym ładunku
Przechwycony materiał	substancje rozpuszczone w stanie zjonizowanym (ładunek dodatni lub ujemny)

Uzdatnianie wody metodą wymiany jonowej jest bardzo skuteczne. Jonity, czyli wymienniki jonowe, są przede wszystkim ukierunkowane na nieorganiczne zanieczyszczenia wody, ale jeśli substancje organiczne niosą ze sobą ładunek, można je również wychwycić. Ionexy zwykle występują w postaci małych kulek. Generalnie są to substancje wielkocząsteczkowe posiadające w swojej strukturze grupy funkcyjne. Grupy te mają pewien ładunek, który określa, jaką grupę substancji przyciągnie. Wyróżniamy dwa typy ionexów, ujemne i dodatnie. Ludzie często mylą swoje nazwy, ale podobnie jak elektrody, nazwy ionex są zawsze nazywane w zależności od rodzaju przyciąganego ładunku - catex wymienia kationy, a anex anion. Zdolność wymiany jonów posiada cała gama substancji naturalnych i syntetycznych. Zeolity należą do najbardziej znanych wymienniczy jonowych pochodzenia naturalnego. Obecnie jednak najczęściej stosuje się substancje pochodzenia syntetycznego, głównie na bazie polimerów.

Analogicznie do sorpcji na węglu granulowanym, na jonex występuje tylko ograniczona ilość grup funkcyjnych. Dlatego też, jeśli wszystkie miejsca są zajęte, konieczna jest regeneracja. Największą przeszkodą w eksploatacji wymienników jonowych jest utylizacja roztworów regeneracyjnych. Utylizacja odpadów jest zazwyczaj czynnikiem ograniczającym decyzję o w ogóle wprowadzeniu tego typu technologii oczyszczania. Ze względu na ilość i charakter odpadów (znaczna zawartość soli) technologia ta stosowana jest częściej w małych oczyszczalniach.

Szkola podstawowa: Pokaż dzieciom próbkę tego, jak wygląda taki ionex. Pozwól mu chodzić po okolicy, a kiedy do Ciebie wróci, zapytaj dzieci, jak wyglądał – jak by go opisały? Podkreśl, że zasadą tej technologii jest wymiana jonowa. Czy dzieci wiedzą, co to jest jon? Skoro już rozumiesz tę koncepcję, jak mogłaby działać wymiana jonowa? Wynika z tego, że kule (ionex), które zobaczyli, będą niosły jakiś ładunek. Co robią te same ładunki, odpychają czy przyciągają? Możesz im to zademonstrować na magnesach. Kiedy dojdiesz do faktu, że przeciwieństwa się przyciągają, wyjaśnij, dlaczego katekse i aneksy są tak nazywane. Podsumowując, podsumuj, że ionex pomaga nam wychwytywać określony rodzaj jonów w zależności od ładunku, jaki niosą. Raz na jakiś czas ionex wymaga przepłukania, aby pozbył się wszystkiego, co wcześniej złowił i mógł dalej wykonywać swoją pracę.

Dociekliwy: Stopień zdolności do utrzymania substancji zależy od właściwości zastosowanego jonexu i samego jonu. Niektóre rodzaje substancji mogą również nieodwracalnie związać się z jonexem i w ten sposób uniemożliwić mu działanie. Taki jonex nie nadaje się już do regeneracji i jest traktowany jako odpad.

3.8 Sorpcja

Znaczenie

skuteczna metoda wychwytywania mikrozanieczyszczeń, pozytywny wpływ na smak wody, ochrona po zastosowaniu ozonu

Zasada Przechwycony materiał

wychwytywanie substancji na dużej powierzchni (adsorpcja) granulek substancje organiczne powodujące smak i zapach mikrozanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne (pestycydy i leki)

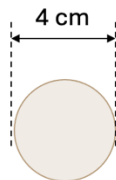
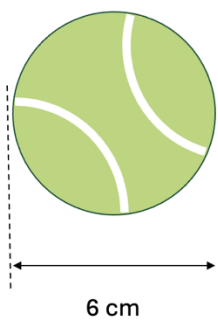
Węgiel aktywny wytwarzany jest z węgla, drewna lub torfu i ma porowatą strukturę o dużej powierzchni wewnętrznej. Powierzchnia właściwa węgla aktywnego wynosi zwykle około 1000 m² na gram, ale może sięgać nawet 3500 m² na gram. Dla porównania: stadion piłkarski Eden w Pradze ma powierzchnię około 7 000 m², co odpowiada 7 gramom węgla aktywnego. Możesz dowiedzieć się, ile ma boisko do piłki nożnej w Twojej okolicy, a jeszcze lepiej, jakie jest boisko w mieście, z którego przybyli goście, i porównać ilość węgla aktywnego. Możesz odważyć ilość i przechowywać ją na wycieczki w pojemniku - dzieci zobaczą, jak wygląda węgiel aktywny i lepiej wyobrazą sobie, o jakiej ilości mówisz.

Sorpcja na węglu aktywnym jest najczęściej stosowaną metodą usuwania substancji organicznych z wody, zwłaszcza mikrozanieczyszczeń, takich jak pestycydy. W przypadku pestycydów skuteczność usuwania na ogół waha się od 50 do 95%, w zależności od rodzaju węgla aktywnego i rodzaju zaadsorbowanej substancji. Węgiel aktywny stosowany jest głównie ze względu na jego wysoką wydajność i łatwość aplikacji. W branży wodno-kanalizacyjnej najczęściej spotykamy się z jego formą granulowaną, choć często wykorzystuje się także sproszkowany węgiel aktywny. Większe oczyszczalnie mają zapas sproszkowanego węgla aktywnego na wypadek problemów z działaniem filtrów z granulowanym węglem aktywnym lub w przypadku nagłego pogorszenia się jakości wody. Ogólnie można powiedzieć, że sproszkowany węgiel aktywny stosowany jest głównie do sezonowego pogarszania się jakości wody (smak, zapach, sptyw z pól) i zastosowanie jest zwykle klasyfikowane przed filtracją. Wadą formy proszkowej jest to, że wyplukuje się po nałożeniu, dlatego ta forma jest droższa i rzadziej używana do normalnej pracy. Jeżeli jakość wody surowej stale się pogarsza, w oczyszczalniach stosuje się filtrację granulowanym węglem aktywnym. Warto wspomnieć, że z biegiem czasu zdolność adsorpcyjna węgla maleje i po pewnym czasie konieczna jest jego regeneracja, czyli przywrócenie jego sprawności.

ZŠ: Substancje szkodliwe są wychwytywane na powierzchni, a nie tylko zewnętrznej. Wysiłek polega na tym, aby powierzchnia ta była jak największa. Wygląd może wprowadzać w błąd, ponieważ powierzchnia spajająca wewnątrz materiału w węglu aktywnym jest wielokrotnie większa niż powierzchnia zewnętrzna, co zwykle zauważamy. Zapytaj dzieci, czy kiedykolwiek czytały Mrówkę Ferdę z rodzicami lub czy widziały mrowisko za szybą – wiele ścieżek, różne długości i zakręty. Prawdopodobnie tak mogłoby to wyglądać w granulce

węgla aktywnego. Substancje następnie wnikają głęboko do wnętrza ziarna i są następnie wychwytywane na wszystkich tych ścieżkach.

SŠ: Odważymy się powiedzieć, że koncepcja konkretnej (mierzonej) powierzchni nie jest całkowicie łatwa do wprowadzenia. Z tego powodu ważne jest, aby poświęcić więcej uwagi jego wyjaśnieniu. Jest to powierzchnia substancji stałej na jednostkę masy. Innymi słowy, ile powierzchni w metrach kwadratowych ma jeden gram substancji. Dlaczego w ogóle się tym interesujemy, co sprawia, że powierzchnia jest dla nas tak ważna i dlaczego zadajemy sobie trud jej określenia? Mówiąc najprościej, jest to jeden z najważniejszych parametrów adsorpcji, ponieważ adsorpcja to proces gromadzenia się substancji na powierzchni. Krótko mówiąc, im większa powierzchnia, tym więcej miejsca na przechwytywanie substancji. Widzę! Ale jak uzyskać większą powierzchnię właściwą? Proszę pozwolić dzieciom chwilę pomyśleć. Możesz na przykład pokazać im piłkę tenisową i pokazać, jaka jest jej powierzchnia. Ale jak zwiększyć stosunek powierzchni do masy? Wbrew intuicji można by powiedzieć, że należy użyć większych cząstek, ponieważ wtedy powierzchnia jest większa. Powierzchnia cząstek jest tak, ale nie jest specyficzna, ponieważ większa to również masę cząstki. Jedną z opcji jest użycie mniejszych cząstek (piłeczka ping-pongowa). Jeśli Ci nie uwierzą, możesz pokazać im prostą kalkulację:



$$\rho = \text{konst.} = 1 \text{ g/cm}^3$$

Tenisový míček

$$d = 6 \text{ cm} \Rightarrow r = 3 \text{ cm}$$

$$S = 4\pi r^2 = 113 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 113 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 113 \text{ g}$$

$$a_M = \frac{S}{m} = 1 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Ping-pongový míček

$$d = 4 \text{ cm} \Rightarrow r = 2 \text{ cm}$$

$$S = 4\pi r^2 = 50 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 33 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 33 \text{ g}$$

$$a_M = \frac{S}{m} = 1,5 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Drugą, bardziej fundamentalną zmianą jest porowatość cząstki. Czy dzieci wiedzą, czym są pory? Niech wyobrazą sobie kostkę ulubionego sera, na przykład edamame. A teraz obok tej kostki naprawdę nieszczelnego Emmentalera. Który z nich ma większą powierzchnię właściwą? Pory mogą zwiększać powierzchnię właściwą. Węgiel aktywny jest doskonałym adsorbentem właśnie ze względu na dużą porowatość, która powstaje w wyniku jego produkcji.

Ciekawostka: Generalnie rozróżniamy dwa rodzaje adsorpcji – fizyczną i chemiczną. Substancje można wiązać na całej powierzchni metodą adsorpcji fizycznej, siła wiązania jest zwykle słaba, a desorpcja zachodzi tym łatwiej. Adsorpcja fizyczna odbywa się najczęściej pod wpływem sił van der Waalsa, można jednak zaobserwować również adsorpcję wielowarstwową. Natomiast

adsorpcja chemiczna działa za pomocą tzw. miejsc aktywnych, a na przebieg wychwytu substancji wpływa wiele czynników. Mieszanie substancji w wodzie spowoduje także konkurencję substancji o miejsca aktywne, gdyż niektóre substancje będą miały większe powinowactwo, chęć wiązania się z miejscami adsorbentu. Adsorbent również ma ograniczoną ilość tych miejsc i po ich zapelnieniu dalsza adsorpcja nie może działać. Na szczęście proces nie kończy się wraz z wyczerpaniem się pojemności sorpcyjnej, węgla po wyczerpaniu nie trzeba wyrzucać, ale można go zregenerować (w przypadku procesów wiązania odwracalnego). Inaczej mówiąc, możliwe jest przywrócenie zdolności sorpcyjnej węgla aktywnego. Podobnie jak w przypadku adsorpcji (wiązania substancji z powierzchnią), zachodzi również proces odwrotny, czyli oddzielenie substancji od powierzchni sorbentu. Najczęściej stosuje się w tym celu desorpcję termiczną. Materiał nagrzewa się do bardzo wysokiej temperatury (do 1200 stopni Celsjusza), podczas której z węgla usuwane są zaadsorbowane substancje. Nie należy jednak zapominać, że dochodzi również do utleniania i ścierania samego węgla, co może prowadzić do strat materiału sięgających nawet 15%.

3.9 Higieniczne dostarczanie wody

Znaczenie	higieniczne zaopatrzenie w wodę pod kątem mikroorganizmów efekty utleniania i chlorowania ograniczające lub uniemożliwiające ważne procesy komórek drobnoustrojów, które w rezultacie niszczą mikroorganizmy
Zasada	
Materiał „przechwycony”.	

Higieniczne zaopatrzenie w wodę jest często tematem kontrowersyjnym, należy jednak zdać sobie sprawę, że znalezienie związku pomiędzy niektórymi chorobami a jakością wody, a następnie zapewnienie jej jakości mikrobiologicznej, znacząco wydłużyło średni wiek populacji.

ZŠ: Wody naturalne zawierają bakterie. Nawet uzdatniona woda nie jest całkowicie wolna od bakterii. Większość bakterii nie jest groźna dla człowieka i organizm ludzki sobie z nimi radzi. Ważne jest jednak, aby ich liczba była niska, a zwłaszcza upewnienie się, że bakterie obecne w wodzie nie są niebezpieczne. Najlepsza technologia uzdatniania nie może zapewnić całkowitej eliminacji bakterii, ale co najważniejsze, nie może zapewnić, że bakterie nie będą się namnażały w sieci wodociągowej. Z tego powodu do wody dodaje się środki dezynfekujące. Dodawane są w minimalnej ilości, głównie ze względu na cenę i ograniczenie wpływu na zapach i smak wody. Z punktu widzenia konsumenta wody znacznie lepiej jest, aby woda zawierała określoną minimalną ilość środka dezynfekującego, niż zawierała niebezpieczne mikroorganizmy.

Ciekawostka: Można opowiedzieć historię odkrycia związku między jakością wody a rozprzestrzenianiem się chorób. John Snow prowadził badania nad powiązaniem chorób zakaźnych ze źródłami wody w 1854 roku na Broad Street w Londynie i odkrył, że ludzie, u których wystąpiła epidemia, często byli połączeni wspólnym źródłem wody. Rejestrował przypadki chorób na mapie, a związek ze źródłem wody był dość oczywisty. Ciekawostką było to, że w centrum epidemii znajdował się także klasztor, lecz nie odnotowano w nim żadnej choroby. Zapytaj, czy ktoś wie, dlaczego tak się stało. Prawidłowa odpowiedź jest taka, że mnisi nie pili wody, lecz piwo poddane obróbce cieplnej.

3.9.1 Chlorowanie

Chlorowanie wody to proces, w którym wykorzystuje się chlor elementarny lub jego związki w celu zapewnienia higieny wody. Stosuje się kilka rodzajów środków dezynfekcyjnych na bazie chloru. Najczęściej jednak stosuje się dozowanie chloru gazowego, podchlorynu sodu lub dwutlenku chloru. Chlorowanie jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod dezynfekcji w branży wodno-kanalizacyjnej.



Wskazówka dotycząca interpretacji: Chlorowanie nie jest terminem właściwym z chemicznego punktu widzenia. Chlorowanie oznacza, że chlor jest gdzieś związany chemicznie. Ponieważ celem nie jest wiązanie chloru w wodzie, znacznie bardziej poprawnym terminem jest dezynfekcja

wody. Ponadto nie wszystkie środki na bazie chloru działają chlorująco na substancje obecne w wodzie. Na przykład dwutlenek chloru ma jedynie działanie utleniające.

Chlorowanie pomaga przede wszystkim w aktywności drobnoustrojów w wodzie. Największą zaletą chlorowania jest tzw. dezynfekcja wtórna. Oznacza to, że chroni jakość wody nawet podczas jej dystrybucji sieciami do odbiorcy końcowego. Ponadto w łatwy sposób można zapewnić dezynfekcję nawet zbiorników wodnych, utrzymując w ten sposób jakość wody na dłużej. Dużą wadą są produkty uboczne chlorowania i negatywny wpływ na właściwości sensoryczne wody. To są powody, dla których wiele stanów ostatecznie wycofało się z chlorowania. Większe oczyszczalnie wykorzystują chlor gazowy, który jest wprowadzany do wody. Na małych najczęściej stosuje się podchloryn sodu.

W wodzie wyróżnia się trzy podstawowe formy – chlor całkowity, wolny i związany aktywny chlor. Dodając związany i wolny, otrzymujemy stężenie chloru całkowitego. Związany lub połączony chlor reaguje z amoniakiem, tworząc chloraminy. Chloramina jest szczególnie ważna przy wtórnej dezynfekcji, ponieważ ma długi okres półtrwania i w ten sposób chroni jakość wody przed zanieczyszczeniem przez mikroorganizmy przedostające się do sieci rurociągów. Pomiar wolnego chloru odbywa się w każdej oczyszczalni, dużej i małej. Chroni wodę przed zanieczyszczeniem i jest doskonałym wskaźnikiem tego, czy woda jest nadal bezpieczna pod względem higienicznym. Omawiając wolny chlor, warto zademonstrować dzieciom jego determinację. Sugeruje się również przygotowanie próbek o różnych wartościach wolnego chloru, aby dzieci mogły zobaczyć, jak nasycenie koloru jest powiązane ze stężeniem chloru.

Elementarny: Zapytaj dzieci, co wiedzą o chlorze. Czy znają jego stan i kolor? Prawdopodobnie będą go znać jako gaz bojowy lub pamiętają basen. Jeśli pamiętają basen, możesz im powiedzieć, aby spróbowali przypomnieć sobie jego zapach.

Gaz ten i niektóre jego związki chemiczne mają znaczące działanie dezynfekujące. Substancje te po zmieszaniu z wodą skutecznie niszczą mikroorganizmy zagrażające nam w wodzie. Dzieci z pewnością znają podchloryn sodu pod nazwą SAVO.

SŠ: Chlor w wodzie jest również używany przez pozostałości substancji organicznych, dlatego konieczne jest chlorowanie wody tak czysto, jak to możliwe. Podobnie jak w przypadku innych metod dezynfekcji, chlorowanie zaleca się dopiero na ostatnim etapie uzdatniania wody. Powodem częstego stosowania chloru jest jego duża skuteczność bakteriobójcza, którą zachowuje nawet w małych stężeniach. Wielkość dawki środków chemicznych zawsze zależy od jakości doptywającej wody i limitów dezynfekcji. Skuteczność chlorowania jest silnie uzależniona od pH wody. W oczyszczalniach zawsze staramy się utrzymać określony poziom wolnego chloru w wodzie.

Dociekliwy: Środki dezynfekcyjne na bazie chloru dzięki swojemu działaniu utleniającemu doskonale nadają się również do usuwania żelaza, manganu, siarkowodoru i niektórych substancji organicznych, zwłaszcza zapachowych i smakowych.

3.9.2 Promieniowanie UV

**Znaczenie
Zasada**

higieniczne dostarczanie wody opiera się na naturalnym biobójczym działaniu światła słonecznego lampy rtęciowe emitują promieniowanie UV o szkodliwej długości fali, powodując zmianę struktury, a następnie zniszczenie komórek drobnoustrojów

Materiał „przechwycony”.

Mikroorganizmy (bakterie, wirusy) i ich

Jest to fizyczny sposób zabezpieczenia wody dla konsumentów. Zaletą stosowania lamp UV jest zapobieganie tworzeniu się produktów ubocznych, a jednocześnie jest to bardzo skuteczna metoda dezynfekcji. Ponadto jest to metoda przyjazna dla środowiska. Kolejną zaletą jest łatwość obsługi i konserwacji w porównaniu do innych technologii. Wadą natomiast jest zapotrzebowanie energetyczne lamp, ich podatność na przegrzanie, ale przede wszystkim wpływ jakości wody na skuteczność dezynfekcji. Na skuteczność promieniowania duży wpływ ma zmętnienie wody, gdyż powoduje ono zmniejszenie przepuszczalności promieniowania w objętości wody. Woda powinna być zatem całkowicie przezroczysta, a dodatkowo cienka warstwa wody musi być przezroczysta. Jednak największą wadą w porównaniu z chlorowaniem jest to, że woda w sieci wodociągowej nie będzie higienicznie zabezpieczona. Innymi słowy, promieniowanie UV działa tylko w miejscu ekspozycji. Niemożliwy jest także bezpośredni pomiar dawki promieniowania UV.

Lampy UV stosowane są głównie do dezynfekcji wody pitnej w większych obszarach konsumpcyjnych. Jest również coraz częściej stosowany do zdecentralizowanego uzdatniania wody. Np. w pensjonatach, domach prywatnych. Jednakże w niektórych krajach promieniowanie UV wykorzystuje się także do dezynfekcji wody w pociągach i na statkach.

Szkola podstawowa: Zapytaj dzieci, o czym myślą, gdy mówią „fale”. Pewnie pomyśli o morzu. Wskaż im, że istnieją inne fale, a mianowicie fale świetlne. Słońce emituje fale o różnych długościach fal – krótkie fale promieniowania ultrafioletowego, fale światła widzialnego (koloru) i długie fale promieniowania podczerwonego. Wspomnianych krótkich odcinków nie widać, ale to one są najsilniejsze w walce z mikroorganizmami. Z pewnością dzieci widziały, jak ich dziadkowie lub rodzice wieszali wyprane ubrania na zewnątrz. Światło słoneczne nie tylko suszy ubrania, ale także usuwa z nich bakterie i nieprzyjemne zapachy (substancje organiczne). Lampy UV emitują dokładnie takie promieniowanie i pomagają nam zapewnić, że woda jest biologicznie bezpieczna. Zawsze jednak zależy to od intensywności promieniowania i czasu trwania ekspozycji. Dzieci z pewnością znają to uczucie na skórze, gdy słońce mocno grzeje – jest to związane z intensywnością promieniowania. A jeśli słońce tak mocno nagrzej i będą długo biegać na zewnątrz, czyli długo będą wystawione na jego działanie, będą się ładnie palić. Kiedy mikroorganizmy znajdujące się w wodzie zostaną wystawione na działanie promieniowania o dużej intensywności i przez długi czas, nie przeżyją.

No cóż, a ponieważ promieniowanie UV jest niebezpieczne nie tylko dla mikroorganizmów znajdujących się w wodzie, ale także dla człowieka (choć nie jesteśmy tacy mali i tolerujemy znacznie większą dawkę promieniowania), rodzice często apelują do nas, abyśmy uczciwie stosowali kremy z filtrem przeciwsłonecznym.

SŚ: *Promieniowanie UV jest naturalnym składnikiem światła, czyli fal krótkich. Naturalnym źródłem promieniowania UV jest zatem Słońce. Tutaj jego źródłem są rtęciowe lampy kwarcowe, w których znajdują się rtęciowe lampy wyładowcze (wysokociśnieniowe lub niskociśnieniowe). Kiedy słyszymy lampy wyładowcze, prawdopodobnie wyobrażamy sobie, że potrzebują większej dawki energii, a jednocześnie szybko się nagrzeją. Dlatego woda musi stale przepływać wokół nich, aby je ochłodzić. Z lampami należy obchodzić się ostrożnie podczas konserwacji, ponieważ zawierają rtęć, która jest niebezpieczna dla zdrowia.*

Jeśli chodzi o działanie na mikroorganizmy, promieniowanie UV wykazuje największe działanie bakteriobójcze przy długości fali 200-300 nm, najskuteczniejsze jest przy długości fali 254 nm. UV wnika w ich komórki, zmienia ich strukturę i tym samym je niszczy. Do innych substancji silnie pochłaniających promieniowanie UV zaliczają się substancje organiczne. Dlatego, aby dezynfekcja była jak najbardziej skuteczna, promieniowanie stosuje się jako ostatni etap leczenia, gdy w wodzie jest ich najmniejsza ilość, a pełna dawka zostaje wychwycona przez mikroorganizmy, których w wodzie staramy się pozbyć.

Ciekawostka: Historia — *Bakteriobójcze właściwości światła słonecznego odkryli Downes i Blunt w 1887 r. Choć w pierwszej połowie ubiegłego wieku poczyniono znaczne postępy, niski koszt chloru i problemy operacyjne związane z wczesnymi systemami dezynfekcji UV ograniczyły wykorzystanie promieniowania UV do dezynfekcji wody pitnej. Promieniowanie po raz pierwszy zastosowano do dezynfekcji we francuskim mieście Marsylia, ale pierwsze niezawodne zastosowania do dezynfekcji miejskiej wody pitnej pojawiły się dopiero w 1955 roku w Szwajcarii i Austrii. Wraz z odkryciem chlorowanych produktów ubocznych dezynfekcji, dezynfekcja promieniami UV stała się popularna, szczególnie w Norwegii i Holandii.*

Techniczne – *Promieniowanie UV o długości fali od 200 do 300 nm niszczy nie tylko bakterie, ale także ich przetrwalniki, które zwykle są bardzo opornymi formami bakterii. Najskuteczniejsze jest promieniowanie UV o długości fali 254 nm przy minimalnej dawce skutecznej 400 J na m². Wspomniana długość fali związana jest z maksimum absorpcji kwasów nukleonowych, które rozkładają się pod wpływem promieniowania UV. Zwykłe szkło pochłania promieniowanie UV, dlatego konieczne jest zastosowanie czystego szkła krzemionkowego. Wysokoprężne lampy wyładowcze emitują bardziej efektywne promieniowanie UV, ale są też bardziej energochłonne. Lampy UV są najczęściej ustawione prostopadle do przepływu wody, ma to tę zaletę, że natężenie promieniowania UV wewnątrz urządzenia jest znacznie bardziej równomiernie rozłożone.*

3.9.2.1 Ozonowanie

Znaczenie

higieniczne zaopatrzenie w wodę, utlenianie substancji organicznych

Zasada

ozon = „aktywny tlen” silny środek utleniający

Materiał „przechwycony”.

substancje negatywnie wpływające na zapach i smak mikroorganizmów wodnych

Ozonowanie jest jedną z najskuteczniejszych form higienicznego zabezpieczenia wody, a wystarczający jest krótki czas kontaktu z wodą. Dużą zaletą jest to, że nie tworzą się chlorowcowane produkty uboczne dezynfekcji (z wyjątkiem bromu). Kolejną zaletą jest jego zdolność do rozkładania w wodzie problematycznych substancji, takich jak leki i pestycydy. W odróżnieniu od chloru nie zmienia również smaku wody. Ze względu na niską stabilność w niższych warstwach atmosfery ozon musi być wytwarzany bezpośrednio w stacji uzdatniania wody i jest wytwarzany z powietrza lub czystego tlenu poddanego działaniu silnego wyładowania elektrycznego. Wadą jest energochłonna produkcja, dystrybucja do wody, mała stabilność powstałego gazu i jego agresywne działanie korozyjne. Ponadto nie jest odpowiednim środkiem dezynfekującym do wód o dużej zawartości anionów bromkowych (tworzenie się rakotwórczych bromianów).

Ciekawostka: Działanie sieci wodociągowej bez podawania środka dezynfekcyjnego. Zwłaszcza w Europie Zachodniej, ale także w niektórych wodociągach w Czechach zaczyna pojawiać się praca bez środka dezynfekującego. Takie podejście jest możliwe i wymagane przez klientów. Wymaga to jednak pewnej zmiany podejścia. Oczyszczalnia, sieć wodociągowa i magazyn wody muszą być w doskonałym stanie technicznym, wyposażone w filtrację powietrza i inne środki zapobiegające zanieczyszczeniu wody. Jednocześnie wskazane jest zwiększenie intensywności kontroli ruchu drogowego. Większość sieci wodociągowych w Republice Czeskiej została zbudowana ponad trzydzieści lat temu i ich poziom techniczny odpowiada tamtym okresom. Nie oznacza to, że woda jest w jakikolwiek sposób nieodpowiednia, ale do działania „bez chloru” niezbędny jest nieco wyższy poziom. Tutaj trzeba zdać sobie sprawę, że woda pitna nie jest środowiskiem sterylnym i jeśli mikroorganizmy znajdą odpowiednie warunki do rozwoju, np. odpowiedni materiał rury, miejsce zastoju wody, miejsce z osadami, zaczną się namnażać i mogą obniżyć jakość wody. Dezynfekcja skutecznie temu zapobiegnie. Drugą opcją jest całkowity remont sieci i dostosowanie jej do obecnych standardów.

3.10 Stabilizacja (bilans wapniowo-węglanowy)

Znaczenie	stabilizacja wody w rurociągach
Zasada	dawkowanie wapnia w celu osiągnięcia równowagi wapniowo-węglanowej
Dotknięty parametr	wapń, twardość, KNK

Ta część oczyszczania stanowi zwykle jedynie część dużych stacji uzdatniania wody i nie jest dobrze znana wśród laików, mimo że z technicznego punktu widzenia jest to jeden z najbardziej podstawowych etapów. Bilans wapniowo-węglanowy określa, jak agresywna będzie woda w stosunku do rurociągu (może wystąpić wtórne zanieczyszczenie wody żelazem z rozpuszczonego materiału rurociągu) lub odwrotnie, w jaki sposób CaCO_3 (węglan wapnia, wapień) będzie osadzał się w rurociągu. Jest to ostateczne dostrojenie jakości wody, dlatego też ten etap spotykamy dopiero na samym końcu linii technologicznej.

Samo obliczenie tego bilansu jest dość wymagające, gdyż składa się z 6 niezależnych równań, a technolodzy posługują się głównie programami komputerowymi. Jeżeli zostanie osiągnięta równowaga, mówimy, że woda jest stabilna.

Na tym etapie wycieczki można także przekazać informacje o twardości wody i jej wpływie np. na smak i zabrudzenie urządzeń technologicznych, o czym była mowa w powyższych rozdziałach.

ZŠ: *W wodzie znajduje się wapń, dwutlenek węgla i jego formy, które muszą być w równowadze - jeśli równowaga zostanie zakłócona, albo woda rozpuści rury, albo odwrotnie, na ściankach rur wytrąci się wapień, co powoduje problemy techniczne w rurach.*

SS: *Na stacjach uzdatniania wody można spotkać dwa sposoby dozowania wapnia – mleko wapienne i wodę wapienną. Obydwa są roztworami wodorotlenku wapnia Ca(OH)_2 , z tym że pierwszy ma postać zawiesiny (nie jest to prawdziwy roztwór, ale nierozpuszczone w wodzie cząstki koloidalne wodorotlenku, tak naprawdę woda wapienna jest roztworem (występuje w tzw. dławikach). Różnicę pomiędzy tymi pojęciami można wykorzystać jako pytanie do uczestników wycieczki. Możemy się też spotkać z prostą regulacją pH za pomocą soli sodowych, czy nawet wodorotlenku sodu.*

Dociekliwy: *Mleko wapienne można również dozować na początku technologii, gdyż może pomóc w sedymentacji (dzięki ciężkim cząstkom koloidalnym inne nierozpuszczalne cząstki stają się cięższe i wtedy sedymentują szybciej i wydajniej).*

3.11 Technologia membranowa

Znaczenie	Nowoczesna, wysoce wydajna metoda separacji W zależności od wielkości porów membrany – usuwanie szerokiej gamy substancji (koloidy, jony, mikroorganizmy)
Zasada	Filtracja mechaniczna, gdzie półprzepuszczalna membrana służy jako bariera fizyczna Różnica ciśnień na membranie (powyżej i poniżej) jest siłą napędową separacji
Dotknięty parametr	Placek filtracyjny zawierający zanieczyszczenia, które nie przedostały się przez pory membrany.

Procesy membranowe można podzielić na wiele kategorii, jednak procesy membranowe ciśnieniowe są szczególnie istotne w procesie uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Z reguły istnieją cztery rodzaje technologii: mikrofiltracja (MF), ultrafiltracja (UF), nanofiltracja (NF) i odwrócona osmoza (RO). Zasada jest taka sama dla wszystkich technologii, różni się wielkością porów, która jest również powiązana z wielkością zastosowanego ciśnienia. Mniejszy rozmiar porów oznacza wyższą jakość wody. Im jednak pory są mniejsze, tym trzeba przyłożyć większą siłę (ciśnienie), a przede wszystkim szybciej zatykać membranę (zatrzymuje się większa część zanieczyszczeń). Kiedy membrana ulegnie zabrudzeniu, konieczne staje się płukanie wsteczne. Na częstotliwość mycia wpływa kilka czynników, głównie jakość wody dopływającej i wiek membrany. Separacje membranowe często poprzedzone są innymi mechanicznymi obróbkami wstępnymi, które pomagają poprawić jakość wody przed wejściem do membrany, a także zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi.

ZŠ: *Co dzieci wyobrażają sobie pod słowem membrana? Gdzie słyszeli to określenie? Jak działa nasza skóra? Spróbuj ułożyć definicję membrany (materiału tworzącego interfejs między środowiskami i w ten sposób je oddziela - bariera fizyczna). Pomyśl o skórze, czy dzieci słyszały o porach? Czym dokładnie są pory? Zastosowana tutaj membrana posiada również pory, dzięki którym mogą przedostać się określone substancje. W szczególności substancje, które są mniejsze niż pory. Im mniejsze pory, tym dłużej woda będzie przepływać przez membranę. Ale używamy siły nacisku, która pomaga nam szybciej przepychać wodę. Membrana działa jak sito i to, co nie przejdzie, gromadzi się na niej. Aby membrana działała prawidłowo należy ją często myć, aby zmyć przylegające substancje.*

SŠ: *Co dzieci wyobrażają sobie pod słowem membrana? Co dzieci wiedzą o błonie komórkowej? A co z naszą skórą? Podobnie jak w biologii, również tutaj membrana przepuszcza tylko niektóre substancje. Spróbuj ułożyć definicję membrany (materiału tworzącego interfejs między środowiskami i w ten sposób je oddziela - bariera fizyczna). Pomyśl o skórze, czy dzieci słyszały o porach? Czym dokładnie są pory? Baw się dobrze myśląc o tym, jakie substancje przepuszczają pory membrany.*

Ciekawostka: *Membrany mogą być nieorganiczne (ceramiczne) lub organiczne (syntetyczne). Najczęściej stosowane są membrany organiczne i nie wszystkie*

membrany są porowate. Proponuje się także podkreślenie znaczenia technologii membranowych na przykładzie odsalania wody morskiej metodą odwróconej osmozy. Jednym z krajów zależnych od wspomnianej technologii jest Izrael. Izrael czerpie około 3/4 swojej wody pitnej z morza.

3.12 Gospodarka osadami

Znaczenie	Zagęszczanie osadów (zanieczyszczeń) z procesu uzdatniania wody Utylizacja osadu
Zasada	Grawitacyjne (osadzanie) lub mechaniczne (maszynowy) usuwanie wody z osadów.
Dotknięty parametr	Zagęszczony osad wodny

Nie ma potrzeby poświęcać dużej ilości czasu zagadnieniu przeróbki osadów w ramach wycieczki, gdyż jest to raczej Kopciuszek procesów wodociągowych. Należy jednak podkreślić, że nawet uzdatnianie wody nie jest pozbawione odpadów, które należy następnie odpowiednio usunąć. Dodatkowo warto podkreślić, że charakter osadu znacznie różni się od charakteru oczyszczalni ścieków, który być może znają z innej wycieczki. Więc to nie jest szlam taki jak szlam.

W osadach wodnych przeważają składniki nieorganiczne. Ponadto osad wodny zawiera aż do 99% wody, dlatego też przed dalszą obróbką osadu należy usunąć przynajmniej proporcjonalną część wody. Osady przetwarzane są bezpośrednio w stacji uzdatniania wody lub odprowadzane razem ze ściekami poprzez sieć kanalizacyjną. W przypadku wykorzystania ścieków należy je utylizować w najbliższej oczyszczalni ścieków.

Laguny osadowe są powszechnie stosowanym rozwiązaniem do przetwarzania osadów bezpośrednio w oczyszczalniach. Są to zbiorniki o długim czasie przebywania, w których osadza się osad. Większość oczyszczalni wykorzystuje dwa takie zbiorniki w trybie czuwania, tzn. jeden jest napętniany, a w drugim odbywa się niezakończona sedymentacja. Woda po sedymentacji w lagunach osadowych jest odprowadzana do cieku wodnego, a osad poddawany jest dalszej obróbce. Obecnie zapotrzebowanie na środki chemiczne do oczyszczania jest znacznie większe, a co za tym idzie większa ilość wytwarzanych odpadów – osadów. Ponieważ duża część oczyszczalni ma długą historię, rozmiary zbiorników często nie są dostosowane do tej zmiany. Z tego powodu trzeba było znaleźć nowe i bardziej kreatywne rozwiązania. W związku z ÚV Želivką, naszym największym zakładem przetwórczym w Czechach, powstała koncepcja tzw. zbiorników magazynowych. A w przypadkach, gdy nie ma możliwości wyboru prostszego rozwiązania, stosuje się drenaż mechaniczny.

4 Po wycieczce

Jak pracować z informacjami z wycieczki. Ocena zadań, powtórzenie części wiedzy i rewitalizacja ustaleń, umieszczenie wycieczki i informacji w szerszym kontekście.

Realizacja pozostałych zajęć szkolnych po wycieczce jest bardzo wymagająca - szkolne plany nauki i innych zajęć pozalekcyjnych są tak wypełnione, że dalszy program jest praktycznie niemożliwy. Mimo to w niektórych szkołach częścią wycieczki jest „Protokół wycieczki”, w którym uczniowie zapisują podstawowe informacje. W szkołach średnich możliwa jest kontynuacja poprzez oferowanie prac seminaryjnych i dyplomowych z zakresu gospodarki wodnej (zalecamy zapytać bezpośrednio kadrę nauczycielską – istotnych tematów jest bardzo mało, szczególnie w regionach poza Pragą), w przypadku szkół zawodowych możliwość odbycia praktyki lub stażu (w wielu przypadkach obowiązkowy).

Podsumowanie podstawowych informacji, które uczniowie powinni zabrać z wycieczki, powinno nastąpić na koniec samej wycieczki, gdy uczestnicy są zorientowani i mają możliwość zadawania pytań. Dotyczy to jednak nie tylko nauczycieli. Organizatorzy wycieczek mogą przyczynić się do utrwalenia nowych informacji poprzez krótkie powtórzenie na końcu. Zaproponowano tutaj zastosowanie schematu oczyszczania, aby powtórzyć historię wody i tego, co jest usuwane na jakim etapie i dlaczego konieczne jest pozbycie się tych substancji. Podczas powtórek uczestnicy mogą pojawić się dalsze pytania i niejasności. Dobrym pomysłem jest także zadawanie uczestnikom dodatkowych pytań, aby upewnić się, że zrozumieli, o co chodzi.

Jeśli częścią wycieczki było wypełnienie arkuszy ćwiczeń, konieczna jest oczywiście ocena tych arkuszy ćwiczeń – jednak ta część zależy bardziej od kadry nauczycielskiej w szkole, której przekażesz prawidłowe odpowiedzi dotyczące konkretnego zadania.

Nie należy jednak zapominać o refleksji na temat samej wycieczki i jej dalszego ulepszenia. Pierwszą informację zwrotną otrzymasz na miejscu – czy uczestnicy zwracają uwagę? Czy któraś część sprawia im większą przyjemność niż inne? Czy zechcieliby zajrzeć do źródła wody, nawet jeśli jest dość daleko, a Ty w ogóle nie chciałaś tam iść? Trzeba zdać sobie sprawę, że program jest realizowany głównie z myślą o uczestnikach i nawet jeśli nie przekażesz tyle informacji, ile byś chciała, ale będzie to dla nich więcej frajdy, konieczna jest modyfikacja programu. Każda grupa jest różnorodna i dobrze jest z nią pracować, dostrzegać ją i adekwatnie reagować. Czasem nie da się uniknąć improwizacji.

Oczywiście pewną możliwością jest także wykorzystanie klasycznych kwestionariuszy informacji zwrotnej, choć ich wykorzystanie w tym celu może budzić wątpliwości. Pytanie lepiej skierować bezpośrednio do pracownika pedagoga, który będzie obecny na wycieczce, ponieważ on najlepiej zna tę grupę docelową. Należy uświadomić sobie i ewentualnie zmienić to, co uczniowie wiedzieli, czego nie wiedzieli, co ich zaskoczyło, a co najbardziej ich zainteresowało – czy śmieszne historie z praktyki były ciekawe, czy nie.

Jednocześnie rekomendujemy współpracę z działem PR Twojej firmy, jeśli taki istnieje – artykuł na stronie internetowej i portalach społecznościowych o wycieczce nie tylko poprawi opinię o firmie, ale może także zainspirować inne szkoły w okolicy do zainteresowania się możliwością wyjazdu.

5 Linki i dodatkowe informacje

Chociaż staraliśmy się napisać ten materiał w sposób na tyle kompleksowy, że nie ma potrzeby dalszego poszukiwania ogólnych informacji, możliwe jest, że ze względu na zakres możliwych technologii nie wyjaśniliśmy niektórych szczegółowo lub będziesz chciał dowiedzieć się czegoś więcej o jakiejś części. Na tej stronie chcemy przedstawić Państwu przewodnik po innych źródłach informacji.

Zasoby ogólne

- Słownik gospodarki wodnej (na przykład <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/> lub gdzie indziej w Internecie) <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/>
- Minimum higieniczne dla pracowników branży wodno-kanalizacyjnej (aktualna wersja na stronie Państwowego Instytutu Zdrowia)

Źródła informacji eksperckiej o technologiach i substancjach występujących w wodzie

- Hydrochemia, autor: Pavel Pitter (w wielu wydaniach), dostępna w Bibliotece Cyfrowej
- Zalecenia metodologiczne i opinie Państwowego Instytutu Zdrowia (Krajowego Centrum Referencyjnego ds. Wody Pitnej)

Źródła informacji o poszczególnych systemach

Z własnego doświadczenia wiemy, że w wielu przypadkach nie ma wystarczających informacji o źródłach wody, oczyszczalniach czy zbiornikach i wodociągach, a przewodnicy nie są w stanie przybliżyć uczestnikom specyfiki danego miejsca. Ze zrozumiałych powodów nie możemy udostępnić Państwu wykazu zasobów dla każdej gminy w Czechach, ale poniżej prezentujemy dokumenty, z którymi możecie się zapoznać i z których możecie czerpać:

- regulamin ruchu sieci wodociągowej (dokument obowiązkowy dla każdej sieci)
- regulamin pracy stacji uzdatniania wody
- informacja w ramach systemów PRVaK, PRVAK i PRVK (Plan rozwoju sieci wodociągowych i kanalizacyjnych), przetwarzana przez każdy samorząd terytorialny i ogólnodostępna w Internecie
- informacje na geoportalu odpowiedniego lokalnie regionu (dla stref ochrony zasobów wodnych), alternatywnie można skorzystać z usług mapowych VÚV TGM, v. v. i. lub Portal Rolnika
- dokumenty w właściwym miejscowo państwowym archiwum powiatowym (głównie Fundusz Gospodarki Wodnej)
- kroniki lokalne (zwróć uwagę na łączenie i podział gmin na przestrzeni dziejów, zwłaszcza w latach 70. i 80. ubiegłego wieku!), które w wielu przypadkach są dostępne w Internecie

6 Załącznik: Formularz umożliwiający uzyskanie informacji o stacji uzdatniania wody

Formularz ten może pomóc w przygotowaniu informacji na temat wycieczki i zawiera pola na wszystkie informacje, które powinny zostać ustyszczone podczas wycieczki lub z dużym prawdopodobieństwem znajdują się w pytaniach uczestników.

nazwa stacji uzdatniania wody				
rok budowy/przebudowy Centrali	produkcja wody na sekundę	produkcja wody za dzień	produkcja wody na rok	procent strat wody w sieci
liczbę dostarczonych mieszkańców		zaopatrywane gminy		
liczba pracowników Centrali	liczba pracowników firmy	zużycie energii elektrycznej na 1 m ³	zużycie energii elektrycznej za dzień	zużycie energii elektrycznej na rok
cena wody za 1m3		długość sieci wodociągowej i materiału		
Parametry problemowe wody surowej i etapy technologiczne ich rozwiązania				
		opis zasobów (odwierty, głębokość, rodzaj, zadeklarowane strefy ochronne)		
		lista i stężenie wydanych chemikaliów		
styl rozwiązania w zakresie gospodarki osadowej (laguny, kanały ściekowe, odbiorca...)				liczba subskrypcji a próbek wody rocznie
informacje o właścicielu i operatorze stacji uzdatniania wody oraz sieci wodociągowej, w przypadku firm, kraj pochodzenia firmy				

Na drugiej stronie arkusza przygotuj schemat technologiczny stacji uzdatniania wody oraz schemat całej sieci wodociągowej (z uwzględnieniem wielkości zbiorników), ewentualnie także szkic trasy, po której poprowadzisz wycieczkę, z podaniem ram czasowych i wszelkich ważnych informacji.