



méthodologie pour réaliser des excursions sur les installations de gestion de l'eau

# EAU POTABLE



## Contenu

Feuille de titre	4
1 Introduction générale	5
1.1 Comment préparer l'excursion?	8
1.1.1	9
1.2 Préparation avant l'excursion	14
1.2.1 Soyez un conteur	14
1.2.2 L'histoire de l'eau	15
1.2.3 L'histoire de la matière et de l'énergie	18
1.2.4 L'histoire de l'argent	22
1.2.5 L'histoire des gens	23
2 Propre excursion	25
2.1 Questions clés	26
2.2 Qualité de l'eau	26
2.3 Source d'eau brute	28
2.4 Description de la technologie	29
2.5 Réseau d'adduction d'eau	32
2.5.1 Compteurs d'eau	33
3 Description des technologies	35
3.1 Chesle	36
3.2 Aération	37

3.3	Sédimentation	38	45
3.4	Flottation	39	46
3.5	Clarification / coagulation / floculation	40	48
3.6	Filtration	42	50
3.7	Échangeurs d'ions	43	51
3.8	Absorption	44	53
3.9	Approvisionnement hygiénique en eau	46	56
3.9.1	Chloration	46	56
3.9.2	Rayonnement UV	47	58
3.10	Stabilisation (bilan calcium-carbonate)	51	62
3.11	Technologies membranaires	52	63
3.12	Gestion des boues	53	65
4	Après l'excursion	54	66
5	Liens et informations complémentaires	55	68
6	Annexe: Formulaire d'obtention de renseignements sur la station d'épuration	56	69

## Feuille de couverture

Ce document a été créé par un collectif d'auteurs: Helena Bakešová, Jakub Sochor, Jitka Czakořová, Martin Srb, Denisa Čadková, Lenka Procházková, Jindřich Procházka, Andrea Benáková, Eliška Maršálková, Jana Šmídková et Jiří Paul, dans le cadre de la solution du projet:



# 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 vodořpodářských společností, kteří provádějí exkurze.

Realizace projektu: únor 2024 – červenec 2025

Le maître d'oeuvre du projet est l'Association de l'Eau



# 1 Introduction générale

**Les usines de traitement de l'eau (et les sources d'eau, réservoirs, stations de pompage, stations de pression...) constituent l'unité de base du système de gestion et d'approvisionnement en eau. Même si peu de gens en ont pleinement conscience de nos jours, chacun d'entre nous utilise indirectement ces systèmes, voire quotidiennement. Une personne ne peut pas rester plus de 3 jours sans boire d'eau et se rend compte pratiquement immédiatement de sa perte. Néanmoins, d'après notre propre expérience d'étudiant, nous devons malheureusement constater que pendant les cours, du temps est consacré à des sujets plutôt moins essentiels (par exemple, brasser de la bière ou développer des photos analogiques), ce qui, en ce qui concerne la gestion de l'eau, conduit à un manque total de connaissances élémentaires. Un exemple est la confusion classique et tout à fait courante entre le fonctionnement d'une station d'épuration et une station d'épuration des eaux. Nous ne voulons même pas entendre le mot « station d'épuration » en relation avec une station d'épuration des eaux usées. Après tout, les étudiants et les résidents âgés ne savent pas d'où vient l'eau qui coule de leur propre robinet. Avec un faible niveau d'information, nous ne pouvons pas être surpris que les gens ordinaires n'aient généralement aucune idée de ce qu'implique ce domaine complexe et tiennent ensuite l'eau potable pour acquise. Et c'est exactement ce que nous aimerions changer avec cette méthodologie, et surtout avec l'aide de vous, lecteurs et guides actuels ou à venir sur les stations d'épuration et les infrastructures associées.**

Parce qu'il existe un nombre relativement important de cours interactifs réguliers dans les écoles et que l'offre dépasse largement la demande, nous avons décidé d'utiliser le plus grand avantage que la nature de notre domaine nous permet - des excursions en mettant l'accent sur l'information locale afin que chaque élève et étudiant puisse imaginer le chemin que doit parcourir l'eau avant de s'écouler du robinet de sa maison.

A mettre au crédit des quelques exploitants de systèmes d'adduction d'eau qui mettent déjà en œuvre de telles excursions pédagogiques. Cependant, il s'agit pour la plupart de grandes villes; cependant, de notre point de vue, il est important de ne pas oublier les petites villes et villages, où les écoles n'ont pas la possibilité de voyager une heure en train pour une excursion à un trafic plus important. Nous voulons donc contribuer à ce que ces excursions commencent à avoir lieu ailleurs et ainsi faire connaître le fonctionnement de l'industrie de l'eau en République tchèque et ses spécificités régionales.

Nous avons donc essayé de concevoir la méthodologie que vous tenez entre vos mains de manière à ce qu'elle puisse être utilisée depuis les petites usines de transformation dotées d'une technologie simple jusqu'aux grandes usines de transformation situées dans les villes régionales dotées des procédures technologiques les plus modernes. Parce que ces opérations sont (pour des raisons compréhensibles) diamétralement opposées, notre travail a été assez compliqué. Le résultat est que ce document se compose de nombreux modules individuels pratiquement indépendants les uns des autres - pour la réalisation de l'excursion dans l'usine de transformation donnée, vous choisirez donc uniquement les modules qui vous concernent. Des informations plus détaillées sur le pliage sont fournies directement avec les modules technologiques donnés.

De la même manière, la méthodologie est conçue pour les écoles primaires et secondaires, ou même pour les participants les plus curieux de l'excursion (pour les futurs étudiants des universités techniques). Vous pouvez obtenir le niveau d'information requis (quantité et expertise) adapté à un niveau d'enseignement donné en utilisant uniquement les parties des modules pertinentes pour ce niveau. Cependant, nous vous recommandons fortement, même dans le cas d'une excursion "uniquement" pour l'école primaire, d'étudier rapidement également les niveaux supérieurs - parfois vous ne croiriez pas quelles questions les enfants sont

capables de formuler et surprendraient complètement le guide. Bien sûr, nous ne voulons pas vous effrayer avec cela.

Dans le même temps, nous joignons également à cette méthodologie un livret minimum du service des eaux, dans lequel les principes des différentes technologies sont décrits plus en détail. Ainsi, si vous n'êtes pas sûr qu'il s'agisse d'un réservoir de coagulation, de floculation ou de flottation, vous pouvez utiliser cette documentation d'accompagnement pour actualiser les informations de votre école et vous assurer que vous donnez aux élèves et étudiants les informations correctes.

À certains endroits, le texte utilise la division de l'information pour chaque niveau d'enseignement afin que l'interprétation soit adaptée au contenu de l'information communiquée. Les pièces qui ne sont en aucun cas colorées peuvent être utilisées à volonté et ne sont pas destinées à un seul groupe cible.

*Écoles primaires – en raison de l'enseignement de la chimie et d'autres matières, les élèves de la deuxième année de l'école primaire (c'est-à-dire environ 11 à 15 ans) sont principalement pris en compte.*

*Écoles secondaires - env. 15-19 ans issus de diverses écoles (gymnase, écoles industrielles, apprentissages...)*

*Pour les curieux - utilisable, par exemple, pour des excursions vers des séminaires au choix en chimie ou en environnement pendant les années de fin d'études secondaires ou pour des clubs de jeunes techniques et d'autres institutions d'intérêt et d'éducation informelle. Ou tout simplement pour les curieux de tout âge.*

Cependant, ne considérez pas cette méthodologie comme un dogme à suivre aveuglément. Et vous, qu'en est-il de la salle de montage, qu'en est-il du groupe, c'est l'individualité et il faut continuer à y penser. Vous devez tester vous-même ce qui fonctionne pour vous et comment travailler avec différents groupes de personnes. Nous savons que la tâche qui vous attend n'est pas facile, mais vous avez notre admiration pour aller de l'avant et essayer de faire la meilleure excursion possible. C'est logique!

N'oublions pas que l'excursion est une occasion unique de parler au public. Faire connaître le domaine, attirer l'attention et peut-être même changer quelque chose. Essayez d'impliquer les enfants autant que possible, montrez ce qui est possible et peut-être devenez un briseur de mythes. Vous pouvez donner aux enfants des conseils courants, tels que: pourquoi il est préférable de renoncer à une certaine quantité d'eau du système d'approvisionnement en eau intérieur après les vacances, pourquoi vous devriez régulièrement chauffer la chaudière à une température plus élevée à la maison, pourquoi vous devriez boire de l'eau du robinet plutôt que de l'eau minérale, pourquoi et combien plus cher de boire de l'eau en bouteille, pourquoi ne pas remplir la piscine du jardin avec de l'eau du robinet (vous trouverez les réponses à la fin de l'introduction). Qui sait, peut-être qu'à travers les enfants vous contribuerez à changer les habitudes de toute la famille. N'oublions pas que nous parlons d'une génération future qui élèvera probablement un jour la prochaine génération. Transmettons les bonnes habitudes tant que nous le pouvons.

Dans le même temps, n'ayez pas peur de souligner les problèmes auxquels les opérateurs sont confrontés. On peut citer par exemple la renaissance microbienne de l'eau en été ou le risque de gel des réservoirs en hiver. Dans le cadre de l'excursion, il convient également de prêter attention au lien entre la gestion de l'eau et

l'ensemble de la société, de souligner les métiers nécessaires, les ressources financières, la taille et la complexité des bâtiments nécessaires, etc.

En conclusion (et en combinaison avec le paragraphe précédent), nous aimerions mettre en lumière un autre aspect de cette méthodologie: dans la mesure du possible, nous avons essayé de rédiger le texte sous forme de questions et réponses. Non seulement parce que ces questions peuvent apparaître loin des participants lors de la sortie sur le terrain, mais vous pouvez également les utiliser « contre » les participants pour les activer.

? **Question: Pourquoi faut-il renoncer à une certaine quantité d'eau de l'approvisionnement en eau intérieure après des vacances?**

💡 **Réponse:**

Pendant notre absence, l'eau fait la queue sans bouger, et au bout de quelques jours la protection hygiénique cesse d'être efficace. Ces facteurs créent un environnement propice à la croissance microbienne dans l'eau, ce qui peut présenter un risque pour notre santé. Par conséquent, faites "remplacer" l'eau de la conduite par de l'eau neuve (fraîchement traitée).

? **Question: Pourquoi chauffer régulièrement la chaudière à une température plus élevée chez soi?**

💡 **Réponse:**

**Les légionelles se développent mieux dans l'eau tiède. Ce n'est qu'en atteignant une température plus élevée, souvent annoncée comme au moins supérieure à 60 °C (au-dessus de 55 °C, les bactéries ne se reproduisent plus et à partir de 70 °C qu'elles meurent rapidement), que nous pourrions empêcher leur prolifération dans la chaudière, réduisant ainsi le risque d'infection pour la santé. La température elle-même et le temps pendant lequel elle reste à sa valeur sont importants.**

? **Question: Pourquoi devrais-je boire de l'eau du robinet plutôt que de l'eau en bouteille? Combien cela coûtera-t-il plus cher?**

💡 **Réponse:**

Il y a plusieurs raisons: un prix plus bas, des contrôles de qualité plus fréquents pendant la production, une moindre charge pour l'environnement. Le prix de l'eau du robinet (également parfois appelée eau du robinet) dépend bien sûr de la région (vous pouvez déterminer le prix exact pour votre région), mais elle est généralement plus de 100 fois moins chère que l'eau en bouteille. Et en plus, c'est souvent exactement la même eau, seule celle en bouteille est dans un entrepôt depuis quelques mois.

? **Question: Pourquoi est-il préférable de boire de l'eau du robinet que de l'eau minérale?**

💡 **Réponse:**

On pourrait penser à tort qu'il est bon de boire de l'eau minérale au quotidien, mais ce n'est pas le cas. Chaque eau minérale a une composition chimique spécifique et n'est généralement pas (et ne doit pas

nécessairement) être conforme à la législation sur l'eau potable. En raison de la teneur élevée et du déséquilibre des ions, une consommation excessive et prolongée n'est pas recommandée.

? Question: Pourquoi ne pas remplir la piscine avec l'eau du robinet en été?

💡 Réponse:

La conduite d'eau n'est pas adaptée pour remplir les piscines, surtout si plusieurs résidents s'en font l'idée en même temps. Des vitesses d'écoulement élevées dans le pipeline peuvent rendre l'eau trouble (les sédiments du pipeline sont rejetés dans l'eau). De plus, la quantité d'eau n'a pas été calculée et il se peut donc que l'eau du réservoir manque ultérieurement (accumulation d'eau). Il est également important de mentionner la baisse ultérieure de la surpression dans le réseau, qui assure à la fois le transport de l'eau jusqu'aux consommateurs et la protection contre l'infiltration d'eau souterraine dans la conduite d'eau, c'est-à-dire contre la contamination. Ces problèmes peuvent être facilement évités en commandant un réservoir auprès de la compagnie des eaux.

*Pour les curieux - série plomberie. Beaucoup de gens utilisent le terme réglementation en matière de plomberie. Ce n'est pas exact. Le terme correct est ligne d'eau. Le nom vient du mot série*

## 1.1 Comment préparer l'excursion?

Pour que l'excursion intéresse les visiteurs et en même temps leur permette d'acquérir des connaissances pour la vie suivante, il est nécessaire de s'y préparer et d'adapter l'interprétation au public, à son âge, à ses expériences et à ses intérêts. En même temps, c'est une bonne idée de rendre l'excursion la plus interactive possible (ce qui vous différencie des autres cours explicatifs, par exemple les visites de châteaux et de châteaux).

N'oubliez pas que les excursions avec une partie théorique plus longue sont plus adaptées aux élèves du secondaire. Les participants plus jeunes ont tendance à avoir un niveau de concentration nettement inférieur, c'est pourquoi il est nécessaire de penser de la manière la plus pratique possible, même au prix d'un plus petit volume d'informations transmises.

**Il est notamment bon de savoir:**

- **Combien de visiteurs viendront**

Non seulement en ce qui concerne l'interprétation, car l'attention diminue à mesure que le nombre de participants augmente, mais aussi en ce qui concerne l'aménagement technique: l'excursion entière tiendra-t-elle, par exemple, dans la chambre de manipulation du réservoir ou dans la salle de contrôle? Dans les deux cas, n'hésitez pas à diviser le groupe en deux si les ressources humaines sont suffisantes.

- **Quel âge ont-ils et de quelle école viennent-ils?**

Les étudiants d'une école industrielle axée sur l'automatisation seront intéressés par des informations différentes de celles des étudiants d'un lycée à vocation littéraire, et ceux-ci, à leur tour, seront intéressés par des informations différentes de celles des futures infirmières; l'excursion sera différente pour les élèves de 6e année du primaire sans connaissances en chimie.

- **Quel est le but de l'excursion?**

Qu'il s'agisse principalement de transmettre des connaissances théoriques sur les processus de génie hydraulique ou qu'un cours théorique ait déjà eu lieu à l'école et que le but de l'excursion soit de tester les connaissances acquises dans la pratique; ou présenter la description de poste des employés (carrière dans le secteur de l'eau)? Souvent, l'objectif peut être simplement de faire prendre conscience que boire de l'eau n'est pas une évidence et que sa production nécessite beaucoup de travail et qu'en même temps, sa qualité est également influencée par notre comportement envers l'environnement.

- **De combien de temps disposez-vous pour l'excursion?**

Une durée typique est de deux heures d'enseignement, soit environ 1h30; cependant, cela dépend non seulement de l'âge des participants, mais aussi de la distance entre l'école et le bâtiment de la station d'épuration - cet aspect de la visite doit toujours être convenu à l'avance avec le personnel enseignant.

C'est une bonne idée de préparer à l'avance des informations générales sur l'usine de traitement de l'eau; le formulaire que vous pouvez utiliser pour ce faire se trouve en annexe de ce document.

- **Histoire locale**

Voir chapitre "Votre propre excursion"

- **Quelle quantité d'eau vous produisez par seconde, par jour et par an**

Pour une meilleure idée, il est conseillé de convertir vers des unités plus accessibles, voir le tableau ci-dessous.

Unité	Volume
Piscine olympique (profondeur 2,5 m)	3 125 m <sup>3</sup>
étang rural	de l'ordre de milliers de m <sup>3</sup>
camion-citerne	46 – 90 m <sup>3</sup>
réservoir sur châssis T815	9m <sup>3</sup>
réservoir sur châssis V3S	3,5m <sup>3</sup>
bain	100 – 200 litres
seau	12 ans
arrosoir de jardin	5 litres

- **Où fournissez-vous l'eau, à quelles villes, municipalités, zones locales**

Que ce soit uniquement vers les environs immédiats, ou vers des communes plus éloignées, ou que la station d'épuration soit raccordée à un réseau d'eau collectif. N'hésitez pas à prendre une carte ou une photo aérienne de la zone pour vous aider.

- **À combien de personnes fournissez-vous de l'eau?**

Bien entendu, vous n'avez pas besoin d'un nombre exact, mais plutôt d'un ordre de grandeur pour une idée.

- **Quelle est la longueur du réseau d'adduction d'eau et de quel matériau est-il constitué?**

Là encore, il est possible de zoomer, par ex. la distance du lieu de l'excursion, ou du centre de la ville/village des participants à la ville XY; combien de réservoirs, stations-service et autres objets intéressants s'y trouvent. Vous pouvez utiliser, par exemple, une carte issue d'un SIG, où (dans une version imprimée) les enfants peuvent trouver où l'eau arrive chez eux. Il est toujours préférable d'avoir du matériel visuel à raconter pour que les enfants puissent mieux s'orienter. Dans le même temps, les enfants seront probablement surpris de la longueur et de la complexité du réseau d'approvisionnement en eau.

- **Quelle quantité d'électricité utilisez-vous pour produire de l'eau?**

Vous pouvez comparer avec la consommation domestique - la consommation moyenne d'électricité en République tchèque en 2023 pour 1 foyer était de 3 500 kWh/an, ce qui correspond à une télévision allumée en continu pendant un an (et ce n'est pas peu - vous pouvez rappeler aux enfants comment leurs parents leur demandent d'éteindre la télévision lorsqu'ils ne la regardent pas).

- **Le prix de l'eau par rapport à l'eau en bouteille**

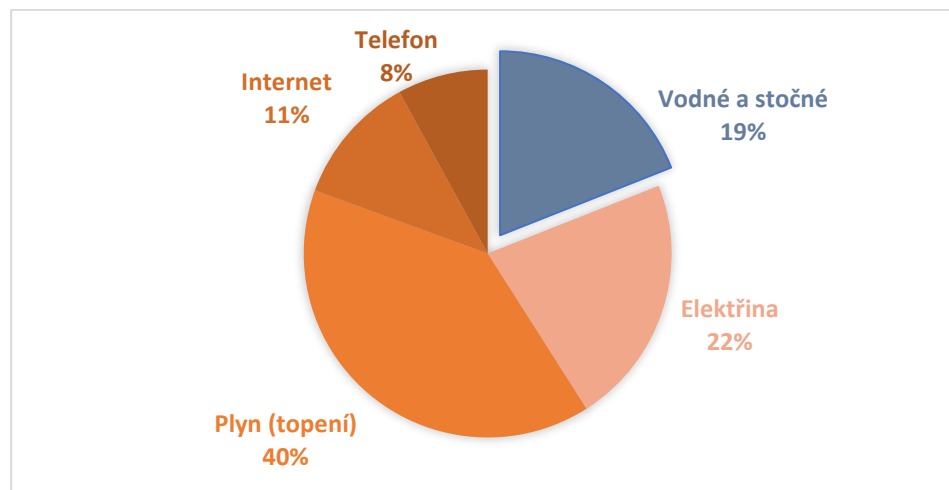
Pour une meilleure illustration, référez-vous à 1,5 litre, lorsque le prix d'un paquet est d'au moins 8 CZK; cela correspond à peu près au prix de 1 m<sup>3</sup> prélevé dans l'environnement pour être transformé en eau potable (les enfants ne savent généralement pas qu'ils paient aussi pour cette eau). Alternativement, vous pouvez comparer avec d'autres boissons comme la limonade au cola. Vous n'êtes pas obligé de révéler le prix aux enfants tout de suite: demandez-leur ce qu'ils boivent souvent et combien ils paient pour une bouteille. Si personne n'ose, démarrez-le vous-même. Comparez ensuite avec l'eau produite à la station d'épuration.

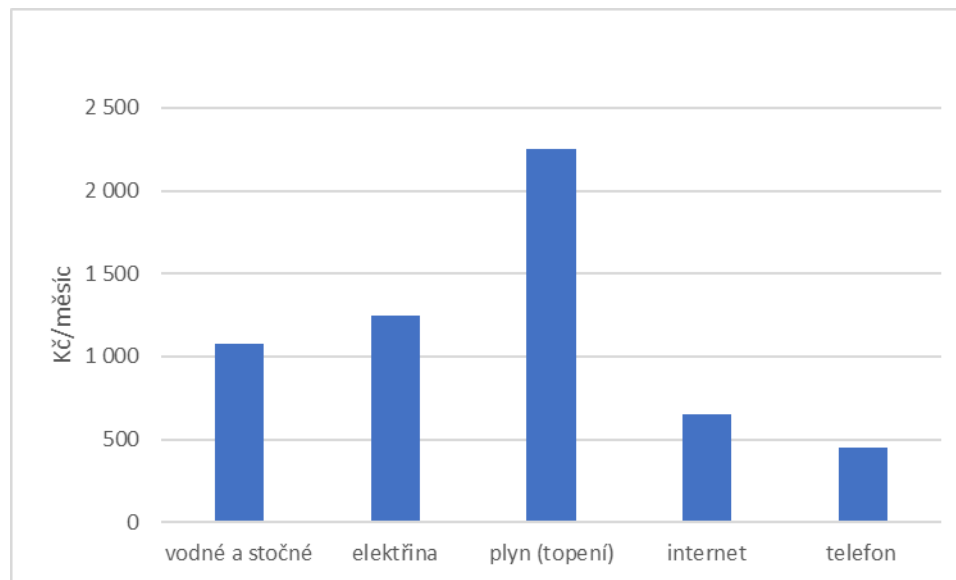
- **Le prix de l'eau par rapport aux autres coûts mensuels**

Préparez un graphique qui montre combien le ménage moyen de votre région paie pour l'eau et combien pour d'autres services publics et services tels que la télévision par câble, Internet et le téléphone. Vous serez surpris de voir à quel point la part des coûts d'un besoin humain fondamental (peut-être même le plus élémentaire), l'eau, est faible par rapport à l'électricité, au gaz ou à la connexion Internet.

Exemple de comparaison avec les prix types en 2024:

Service	Coût mensuel moyen	Part en pourcentage
Eau et eaux usées	<b>1 080 CZK</b>	<b>17,9 %</b>
Électricité	<b>1 250 CZK</b>	<b>20,7 %</b>
Gaz (chauffage)	<b>2 250 CZK</b>	<b>37,3 %</b>
Internet	<b>650 CZK</b>	<b>10,8 %</b>
Téléphone (portable)	<b>450 CZK</b>	<b>7,5 %</b>
Autre chauffage	<b>variable</b>	<b>-</b>
<b>En tout</b>	<b>6 030 CZK</b>	<b>100 %</b>





- **Quels groupes de substances sont éliminés dans la station d'épuration et quelles technologies sont utilisées à cet effet**

Les méthodes d'élimination et l'importance de chaque substance pour l'organisme et l'environnement sont détaillées dans la partie suivante de cette méthodologie. Cependant, demandez-vous si la technologie vise également à supprimer quelque chose de moins courant. Par exemple, certaines eaux souterraines peuvent contenir des niveaux plus élevés de nickel ou d'autres métaux. Ailleurs, l'eau peut être riche en radon. N'oubliez pas de souligner aux enfants qu'il s'agit d'un événement typique de la localité.

#### Penser à:

- **Où emmenez-vous les visiteurs?**

En ce qui concerne leur sécurité, la sécurité routière, la capacité d'espace (par exemple, essayez de prévoir un endroit où ils peuvent laisser leurs sacs à dos - il est préférable qu'ils ne se promènent pas avec eux dans toute l'usine de transformation), le temps alloué à la visite et la distance entre les différents lieux.

Gardez à l'esprit qu'à l'école, les enfants ont beaucoup d'explications, ils partent en excursion avant tout pour voir quelque chose (une conférence d'une heure dans une salle de réunion et une demi-heure dans les embouteillages n'est pas exactement ce qui enthousiasmerait les enfants). La méthode éprouvée de l'itinéraire d'excursion consiste à marcher dans le sens du débit d'eau à la station d'épuration.

Si vous savez que vous allez dans un endroit bruyant, essayez d'expliquer aux participants ce qu'ils y verront avant d'entrer dans le bâtiment. C'est à vous de décider si vous commencez une description plus détaillée avant ou après l'entrée dans les lieux.

En raison de la complexité de certaines technologies, des diagrammes graphiques peuvent également être utilisés pour décrire le processus. N'oubliez pas que les enfants ne supportent pas une longue explication au même endroit. Pour cette raison, il est recommandé d'expliquer ce que les enfants verront avant d'entrer, de se mettre d'accord sur ce que vous leur montrerez et dans quel ordre (première entrée, deuxième sortie, troisième...), de les laisser jeter un bref coup d'œil puis de quitter le bâtiment. Vous prendrez ensuite le schéma

en main et expliquerez le processus plus en détail. Avant de passer à la station suivante, demandez aux enfants s'ils souhaitent regarder à nouveau à l'intérieur pour voir la technologie avec leurs connaissances nouvellement acquises.

- **Quelles informations principales les participants doivent-ils retenir de l'excursion?**

Ce point peut paraître anodin, mais ne l'ignorez pas, s'il vous plaît. Quel est le minimum que chaque participant doit emporter de votre excursion? Pensez-y, notez quelques points et planifiez votre excursion en conséquence. N'hésitez pas à emporter le papier avec vous lors de l'excursion et à vérifier régulièrement si vous avez oublié de mentionner quelque chose d'important dans la liste. La répétition est mère de la sagesse, il est donc normal de mentionner quelque chose plus d'une fois. N'hésitez pas à répéter avec les enfants entre les mouvements - posez-leur des questions pour voir s'ils ont compris les informations de la station précédente.

- **Comment et où allez-vous les appeler ensemble avec le temps alloué pour les arrêts individuels**

L'homme est une créature qui a une mauvaise idée de la durée des choses. N'oubliez pas que parfois, moins c'est plus. S'il reste du temps, vous pouvez répondre à davantage de questions des enfants et répéter avec eux. C'est définitivement mieux que de donner un long monologue et que vous êtes pressé par le temps. De plus, les enfants peuvent retirer plus d'informations de l'excursion.

Gardez à l'esprit que ce n'est pas votre travail de transmettre toutes les informations aux enfants lors d'une courte sortie scolaire. Votre tâche principale est de susciter l'enthousiasme des participants pour le domaine. Donnez-leur un peu de votre enthousiasme et de votre motivation. Après tout, nous sommes nombreux à être sur le terrain parce que l'eau est essentielle à la vie et que notre travail a vraiment une signification plus élevée.

- **Qu'allez-vous leur montrer et démontrer, que peuvent-ils essayer par eux-mêmes dans vos conditions**
- **Que pourraient-ils vous demander?**

Dans chaque chapitre, nous avons essayé d'inclure quelques questions typiques sur le sujet donné et avons également fourni des réponses courtes. Concrètement, nous avons essayé de répondre en trois phrases. Essayez de penser de la même manière: avez-vous d'autres questions? Si tel est le cas, notez-les et préparez des réponses courtes. Après tout, on n'a généralement pas le temps de donner des réponses plus détaillées pendant l'excursion.

- **Ce que vous n'avez pas compris à leur âge et que vous aimeriez comprendre**

Pensez à ce que vous pensez être important. Qu'aimeriez-vous réaliser dès votre plus jeune âge? Il est maintenant temps de l'expliquer à quelqu'un d'autre. Peut-être qu'il ne le comprendra pas tout de suite, peut-être que cela prendra du temps, mais qui sait, peut-être qu'il se souviendra longtemps de vous et sera heureux des connaissances qu'il a acquises.

- **Que leur demanderez-vous?**

Questions afin de rendre la visite plus interactive et en même temps de connaître l'état initial des connaissances des participants sur la problématique donnée. Cependant, vous n'êtes pas obligé de tester uniquement vos connaissances initiales. N'ayez pas peur de tester les connaissances acquises lors de l'excursion. C'est une excellente forme de retour d'information pour vous: ont-ils compris les informations de ma présentation et où ont-ils des lacunes? De plus, la répétition progressive est l'une des meilleures méthodes

d'apprentissage. Les élèves ont la possibilité de mémoriser activement des informations, ce qui les aidera à transférer leurs connaissances de la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme. Mais gardez à l'esprit que nous enseignons désormais, pas que nous testons!

Surtout, posez des questions et assurez-vous qu'ils comprennent les éléments de votre liste « Quelles sont les principales choses que les participants devraient retenir de l'excursion ».

En revanche, il faut reconnaître que certains élèves n'aiment pas du tout les questions, ni leurs réponses, et cette aversion augmente avec l'âge; ce n'est donc pas de votre faute si personne ne veut vous répondre tout seul. La question « discours » est également d'une importance didactique, qui est suivie d'une courte pause, lorsque les auditeurs réfléchissent habituellement, même si le guide répond ensuite, les auditeurs ont également essayé de formuler la réponse avec leurs propres mots, ce qui a un effet positif sur la compréhension et la mémorisation du matériel.

Si vous sentez que vous êtes tombé sur un groupe vraiment timide, essayez de commencer par des questions très simples et récompensez le participant pour la bonne réponse (bonbon, stylo, autre objet publicitaire), peut-être pour le motiver à être plus actif pour les questions futures.

#### **Assurez-vous et préparez à l'avance:**

- **Documents nécessaires exigés par l'exploitant de l'installation (généralement par exemple santé et sécurité)**
- **Équipements de sécurité nécessaires, si besoin (gants, casques, gilets de sécurité...)**
- **Fiches de travail pour les visiteurs (après accord avec les enseignants)**
- **Aides pour des exemples illustratifs**

Par exemple:

- tests portables mobiles (parfois appelés tests de gouttelettes) - généralement pour les mesures opérationnelles du chlore, du fer, du manganèse ou du pH,
- outil,
- compteur d'eau (idéalement également démonté),
- équipement d'échantillonnage pour l'échantillonnage de l'eau par étapes technologiques individuelles (+ échantillonneur automatique),
- échantillon de matériau filtrant dans un verre.

Nous recommandons également de préparer un schéma technologique simplifié, soit à distribuer aux participants, soit selon la deuxième option – pour afficher régulièrement la localisation actuelle sur un grand format. Nous préférons la deuxième option, car les participants ne garderont probablement pas les papiers de toute façon (les plus débrouillards les perdront déjà pendant l'excursion et vous aurez la possibilité de les chercher, par exemple, dans des filtres à sable ouverts). De plus, sur un grand format, les enfants voient mieux lorsque vous montrez en masse et vous risquez moins de perdre leur attention. Après quelques excursions, le système a fait ses preuves et si vous en avez l'occasion, nous vous recommandons de plastifier le papier pendant toute sa durée de vie.

- **Petites récompenses pour les visiteurs,**

si disponible (par exemple stylos d'entreprise, bonbons...). Nous recommandons fortement ce point. Cependant, ne donnez rien gratuitement - pour une réponse correcte, une bonne question (très curieuse - cela vous "gagnera" du temps pour réfléchir si la question vous surprend vraiment).



## 1.2 Préparation avant l'excursion

*Cette partie concerne la préparation scolaire: ce qu'ils doivent apprendre à l'école, les informations avec lesquelles travailler, la préparation des feuilles de travail, les devoirs des sorties scolaires. Mais rappelons-nous le temps limité qu'ils y consacrent et la nécessité de disposer de matériels préparés qu'ils pourront utiliser immédiatement.*

En raison de la complexité globale de la question et d'un point de vue pédagogique, il est conseillé aux participants à l'excursion de compléter une préparation théorique avant l'excursion elle-même - la quantité d'informations mémorisées augmentera et vous n'aurez pas à discuter de questions fondamentales telles que le cycle de l'eau directement à la station d'épuration. Cependant, nous savons que, surtout dans les grandes villes, cela est difficile en raison du faible niveau d'activités extrascolaires dans les écoles. Il faut donc discuter des possibilités avec un intervenant pédagogique spécifique qui sera en charge de l'excursion pour le compte de l'école. Parlez à votre professeur pour savoir à quoi vous attendre.

La préparation à l'école peut être effectuée soit par vous directement (cette option est bien sûr meilleure, car vous pouvez combiner le cours magistral avec une excursion), soit par un travailleur pédagogique; du matériel (présentations, feuilles de travail, photos...) est préparé pour les deux cas dans le cadre de ce projet et vous pouvez les trouver sur son site Internet.

### 1.2.1 Soyez le conteur

*Définissons ce que nous voulons dire, où et à qui, quelles histoires projeter dans le récit. Ce que nous voulons que les participants retiennent.*

Ce chapitre pourrait être considéré comme une extension, mais nous espérons que vous y trouverez quelque chose d'intéressant et d'inspirant. Les histoires contribuent à la renaissance de l'excursion classique. Avez-vous déjà pensé à l'importance de la façon dont vous vous exprimez? Parce que la manière dont nous transmettons l'information est tout aussi importante que ce que nous disons – souvent, sinon plus, avec les enfants. Surtout si vous souhaitez impliquer les participants.

Historiquement, la narration a été le principal moyen de transmettre des informations et des expériences entre les gens. Elle est toujours considérée comme la méthode la plus efficace pour attirer du monde. Contrairement aux faits « secs », les histoires ont un niveau personnel, une intrigue spécifique et évoquent souvent en nous des émotions qui nous aident d'autant plus à saisir et à traiter l'information. De plus, les gens se souviennent généralement des histoires plus longtemps et plus facilement. Et lorsqu'on leur parle particulièrement bien (l'impact est « fort »), ils peuvent rester avec nous toute une vie. Nous en portons probablement tous une partie en nous, n'est-ce pas? Parfois, ils nous inspirent même.

Pour qu'une histoire soit bonne, elle doit être soigneusement pensée et préparée. S'appuyer sur quelque chose qui arrive sur place n'est généralement pas payant. De plus, nous devons faire attention à ne pas trahir notre propre corps: on dit que plus de 90 % de la communication est non verbale. Par conséquent, portez une attention particulière aux gestes et aux expressions faciales. Cependant, il n'est absolument pas souhaitable d'en faire trop, surtout si vous n'y êtes pas habitué - vous ne voulez pas paraître artificiel. Ne vous inquiétez pas, tout demande juste de la pratique. Vous verrez que vous vous améliorerez à chaque excursion ultérieure. N'oubliez pas que les histoires les plus efficaces sont celles tirées de vos propres expériences, alors n'ayez pas peur de « pimenter » l'excursion avec des histoires de terrain.

Dans le cadre de ce projet, nous avons réfléchi pour vous aux histoires possibles et avons élaboré trois scénarios importants qui aideront à illustrer les différents événements et processus en cours dans les stations d'épuration: il s'agit de l'histoire de l'eau, de l'histoire des substances et de l'énergie et enfin de l'histoire des personnes. Les histoires dont vous faites la promotion devraient dépendre principalement du but de l'excursion.

Vous devez fixer l'objectif lors d'une discussion commune avec l'enseignant, bien avant l'excursion elle-même. Si un groupe d'étudiants peu familiers avec le domaine arrive à l'excursion, il est logique de se concentrer particulièrement sur l'histoire de l'eau - comment l'eau brute devient l'eau traitée qui coule du robinet à la maison. Cependant, lorsque vous parlez à des étudiants plus âgés qui ont déjà des connaissances de base en chimie, il est logique d'inclure une discussion sur l'énergie, les prix de l'eau et les produits chimiques nécessaires au traitement, qu'ils soient utilisés ou spécifiquement retirés de l'eau. Pour les étudiants qui ont manifesté un intérêt direct pour le domaine, ou qui recherchent des possibilités d'emploi futur, il est proposé de les guider à travers l'histoire de personnes qui travaillent dans des usines de traitement d'eau. Nous analysons les histoires individuelles dans les sous-sections suivantes. Vous pouvez vous inspirer de nos histoires, les combiner ou simplement inventer la vôtre. Vous êtes le narrateur.

Dans la plupart des sections décrites ci-dessous, vous êtes susceptible de rencontrer des questions: vous pouvez soit « simplement » vous préparer à y répondre, soit intégrer directement ces questions dans votre présentation.

### 1.2.2 L'histoire de l'eau

L'eau est pratiquement partout autour de nous - non seulement sous forme de rivières, d'étangs et de lacs, mais aussi dans la neige, dans l'humidité de l'atmosphère et du sol; même nous sommes pleins d'eau. Environ 60 % de notre être est constitué d'eau. N'est-ce pas une bonne raison pour avoir la meilleure eau possible pour la vie? Il semblerait alors qu'il n'y ait aucun problème à ce que chacun ait accès à l'eau nécessaire à la vie. Cependant, c'est le contraire qui est vrai: la grande majorité de l'eau dans la nature n'est pas destinée à une consommation directe à long terme sans effets négatifs sur l'organisme humain et il est nécessaire de la traiter en conséquence; et c'est en fait l'objet de tout le domaine de l'ingénierie de l'eau. Voyons donc d'où vient l'eau du robinet. En d'autres termes, que doit-il se passer avant de verser de l'eau potable dans un verre à la maison, ce que beaucoup d'enfants mais aussi d'adultes tiennent pour acquis?

En tant qu'histoire de l'eau, il est possible de commencer par une description du cycle de l'eau, c'est-à-dire l'évaporation de l'eau des océans, son transport sous forme de nuages et ses précipitations ultérieures jusqu'à nous. Par la suite, l'eau pénètre d'une manière ou d'une autre dans la source d'eau brute de l'usine de traitement et dans la technologie. Cependant, l'histoire ne s'arrête pas là: l'eau usée est nettoyée et renvoyée à la nature, où quelqu'un d'autre peut l'utiliser plusieurs fois avant que l'eau ne retourne dans l'océan.

**? Question: Quelle quantité d'eau y a-t-il sur la planète et quelle quantité est de l'eau potable/potable?**

**💡 Réponse:**

Les masses d'eau occupent près de 71 % de la surface terrestre. La grande majorité du volume total d'eau se trouve dans les océans et les mers du monde (97,7 %), les glaciers et la couverture neigeuse à long terme, par exemple, aux pôles captent 1,7 % des réserves d'eau mondiales. Seulement 0,6 % se trouvent dans le sol et dans l'environnement du sol (nous appelons cela eaux souterraines) et 0,01 % sont retenus dans les lacs d'eau

douce, les réservoirs d'eau artificiels et les lits de rivières (eaux de surface). De ces deux sources, nous traitons l'eau pour la consommation. Disons que nous travaillons avec environ 0,61 % de l'eau totale de la planète – cela ne représente même pas 1 %!

? **Question: Quel pourcentage d'entre nous, humains, sommes de l'eau?**

💡 **Réponse:**

Environ 60 % d'entre nous sont constitués d'eau.

? **Question: Combien de temps une personne peut-elle tenir sans eau?**

💡 **Réponse:**

En moyenne, on peut tenir 3 jours sans eau.

Une étude de 1944 indique qu'une personne peut survivre sans eau en quelques jours. Cependant, il faut savoir qu'une partie de l'eau se trouve également dans les aliments que l'on mange, et que les conditions climatiques ont également une grande influence. Selon la BBC, le détenteur du record est un jeune maçon autrichien qui a été enfermé dans une cellule de détention provisoire par la police en 1979 puis oublié. Il aurait passé 18 jours sans eau.

? **Question: Quelles formes d'eau connaissons-nous?**

💡 **Réponse:**

Dans la nature, nous pouvons rencontrer l'eau sous trois formes (groupes) différentes: solide, liquide et gazeuse, et même en même temps. Quand on parle d'eau, on pense le plus souvent à sa phase liquide, qui s'écoule jusqu'à nous dans les rivières, les pluies des nuages, et que nous buvons. Cependant, l'eau peut aussi être gazeuse - la vapeur d'eau, que l'on voit flotter au-dessus du thé et qui s'évapore lors de la cuisson des aliments. La dernière forme est bien sûr l'eau solide - la glace sur laquelle nous patinons en hiver et avec laquelle nous voulons rafraîchir notre limonade en été.

? **Question: D'où vient notre eau?**

💡 **Réponse:**

Nous découvrirons probablement qu'il va pleuvoir. C'est la bonne réponse, mais demandons-nous si cela s'applique également aux eaux souterraines. Et oui, la bonne réponse ici aussi est que les eaux souterraines étaient aussi de l'eau de pluie. La différence entre le sous-sol et la surface réside uniquement dans la durée du cycle et le temps pendant lequel il reste ici.

Toute l'eau de la République tchèque provient des précipitations et toute l'eau de la République tchèque s'écoule progressivement dans la mer. Nous sommes donc totalement dépendants de l'eau de pluie.

**SŠ: Savez-vous que la bière Pilsner a un goût si exceptionnel précisément à cause des eaux souterraines utilisées? Par conséquent, même si quelqu'un brassait selon la même recette, la bière n'aurait pas le même goût en raison de son ingrédient de base différent, l'eau. La bière présente également le grand avantage que l'eau est bouillie lors de sa production, ce qui contribue à détruire les micro-organismes nocifs contenus dans l'eau. Historiquement, même les enfants buvaient de la bière parce qu'elle était plus sûre que l'eau potable. Cela a également été prouvé par l'épidémie d'eau à Londres, où seuls les employés de la brasserie n'ont pas été infectés (puisque'ils buvaient principalement de la bière).**

**Curieux: saviez-vous que l'eau ne peut pas être créée toute seule? Cela signifie que les eaux souterraines peuvent avoir des dizaines de milliers d'années et que chaque eau avant nous était déjà bue par un grand nombre de personnes et d'animaux.**

? Question: Quelle est la différence entre les eaux de surface et les eaux souterraines?

💡 Réponse:

L'eau des rivières, des lacs et des réservoirs, c'est-à-dire l'eau visible à la surface, est une eau de surface. Tout ce qui est extrait du sol (du sous-sol) est déjà de l'eau souterraine.

? Question: Quelle quantité d'eau est produite chaque année en République tchèque?

💡 Réponse:

**En 2022, la République tchèque a produit au total 576 millions de mètres cubes d'eau potable, ce qui correspond à moins de deux réservoirs de Lipno.**

? Q: Quelles industries utilisent de l'eau traitée?

💡 Réponse:

Bien sûr, chaque industrie utilise de l'eau dans sa production. Qu'il s'agisse de l'une des matières premières ou simplement de l'eau de refroidissement. Nous ne donnerons ici que quelques exemples. L'agriculture se situe sans aucun doute au sommet de l'échelle de la consommation. Cela peut surprendre les participants, mais 70 % de l'eau douce de la planète (environ 3 % de l'eau de la planète, y compris les réserves gelées; moins de 1 % pour les sources conventionnelles) est utilisée dans l'agriculture. Cela représente près des  $\frac{3}{4}$  du total! Mais l'agriculture n'est pas la seule. L'industrie vestimentaire consomme également énormément d'eau. Sans oublier que la plupart des vêtements confectionnés ne sont jamais portés. Mais c'est probablement une triste histoire pour une autre fois. De plus, l'industrie agroalimentaire utilise de l'eau – elle doit souvent documenter régulièrement des analyses d'eau satisfaisantes pour ses activités. Les enfants ont sûrement entendu dire que la production d'appareils électroniques est exigeante en eau - toutes ces batteries représentent un lourd fardeau pour l'environnement. Avec l'ère des voitures électriques, la demande en eau est encore plus grande. Même si l'on pense à la quantité d'eau nécessaire pour éteindre une voiture électrique aussi brûlante...

***Pour les curieux: Les plantes cultivées les plus exigeantes en termes de consommation d'eau sont le coton, la canne à sucre, le blé, le maïs et le riz. Étonnamment, cela inclut également les noix, qui sont souvent cultivées dans des régions pauvres en eau.***

? Question: Qu'est-ce qu'un filigrane?

💡 Réponse:

L'empreinte eau nous indique la quantité d'eau douce utilisée (directement ou indirectement) pour faire pousser des cultures ou produire un certain produit. C'est donc un certain indicateur qui nous aide à connaître le fardeau qui pèse sur l'environnement.

Il existe également certains types de traces d'eau, mais cela ne vaut certainement pas la peine d'aller aussi loin en excursion. Mais si les enfants retiennent l'information selon laquelle l'empreinte eau existe et que c'est un bon moyen d'évaluer notre comportement envers l'eau, ce sera en partie gagné.

***Pour les curieux: pour donner une idée, environ 15,5 mille litres d'eau sont consommés par kilo de bœuf. L'empreinte eau est donc de 15,5 mille l/kg de viande. En comparaison, par exemple, le riz en contient environ 1,6 mille l/kg. Donc lentement, dix fois moins que le bœuf.***

### 1.2.3 L'histoire de la matière et de l'énergie

Si les enfants connaissent déjà bien l'histoire de l'eau, ou s'il s'agit d'élèves plus âgés ayant une connaissance en chimie, il est approprié d'inclure l'histoire des substances et de l'énergie dans l'excursion. Après tout, le traitement de l'eau est loin d'être simple et gratuit. C'est probablement l'une des hypothèses les plus erronées en général. Tout le monde a alors le sentiment qu'il y a beaucoup d'eau autour de nous et que les compagnies des eaux ne veulent que soutirer de l'argent aux gens. Et c'est le contraire qui s'avère vrai lorsque l'on commence à s'intéresser à la tarification de l'eau. Peu de gens savent probablement que le prélèvement d'eau brute est payant. De plus, nous devons pomper de l'eau brute et cette énergie coûte aussi quelque chose. Et lorsque nous parlons d'énergies, nous oublions ici une énergie essentielle: l'énergie humaine, sans laquelle l'usine de transformation ne fonctionnerait certainement pas. Heureusement, cela est abordé dans le chapitre suivant.

Combien coûtent les produits chimiques que nous devons ajouter à l'eau pour la traiter? Dans les stations d'épuration des deux types d'eau, une large gamme de produits chimiques est utilisée et cela ne serait pas possible sans eux, car l'eau ne répondrait pas aux exigences de la législation et pourrait mettre en danger la santé des consommateurs. Cependant, il ne s'agit pas seulement des substances que nous ajoutons à l'eau, mais surtout de celles dont nous voulons nous débarrasser dans l'eau.

? **Question: Quelles substances trouve-t-on dans l'eau?**

💡 **Réponse:**

En général, nous pouvons distinguer les paramètres chimiques et biologiques que nous surveillons dans l'eau. En fonction de leur taille, les substances présentes dans l'eau peuvent être divisées en substances non dissoutes, colloïdales et dissoutes. Bien entendu, il est préférable d'éliminer les plus gros (ceux non dissous). Les substances peuvent être de nature inorganique ou organique. De manière générale, on peut parler de sels, de métaux, de gaz, de micropolluants, d'agents pathogènes, mais aussi de micro-organismes inoffensifs et de substances bénéfiques pour la santé.

*Lycée: La partie suivante s'adresse principalement aux élèves du secondaire qui disposent déjà de bases solides en chimie, car ce n'est qu'alors que toutes les conséquences et tous les liens seront pleinement compris. Voici les paramètres de l'eau qui sont importants.*

? **Question: De quelles concentrations va-t-on parler?**

💡 **Réponse:**

Vous pouvez demander aux enfants quelles sont, selon eux, les concentrations de substances individuelles dans l'eau. Ils seront probablement surpris qu'aucune substance présente dans l'eau ordinaire ne dépasse la valeur d'un quart de gramme par litre. Certains (fer ou manganèse) sont tout au plus en unités de milligrammes par litre, pour les métaux lourds ou les pesticides on peut aller jusqu'à des dizaines de microgrammes par litre.

*1 gramme par litre équivaut à environ 1 partie de la substance pour 999 g d'eau. Un milligramme correspond alors à une dilution de 1:1 000 000, et dans le cas des microgrammes, alors 1:1 000 000 000.*

? Question: Quelles substances et pollutions pouvons-nous normalement rencontrer dans les eaux?

💡 Réponse:

**fer et manganèse – Ces deux paramètres sont causés par le substrat géologique et font partie intégrante de pratiquement toutes les eaux souterraines. De plus, le fer peut provenir d'anciens systèmes de distribution internes directement dans les maisons (donc si vous avez de l'eau rouillée qui coule chez vous, cela peut ne pas poser de problème à la station d'épuration). La bonne nouvelle est que dans les quantités courantes (milligrammes par litre), ils ne sont pas nocifs pour la santé. Cependant, ils posent problème lors de la cuisson ou de la lessive, par exemple, où ils peuvent provoquer des taches brunes sur les vêtements. Cependant, des concentrations élevées de manganèse sont soupçonnées d'avoir un effet négatif sur le système nerveux.**

**nitrites et nitrites – Les composés azotés pénètrent dans l'eau par l'activité agricole (fertilisation) ou par l'infiltration de matières organiques dans l'eau. Ils ne posent pas de problème pour les adultes, mais pour les enfants, il est nécessaire de surveiller ces paramètres (c'est pourquoi l'eau pour bébé est définie principalement par la teneur en substances azotées). Les nitrites sont convertis en nitrites dans le corps humain, qui réagissent de manière irréversible avec l'hémoglobine pour former de la méthémoglobine. La méthémoglobine n'est plus capable de transporter l'oxygène, ce qui peut entraîner une suffocation de l'enfant (par stades « plus légers », virant progressivement au bleu).**

**paramètres radiologiques - Cette information vous surprendra peut-être, mais pratiquement toute l'eau est radioactive, même l'eau potable. Mais ne vous inquiétez pas, les limites sont fixées de manière très stricte, de sorte que vous courez un risque de syndrome d'irradiation aiguë (maux de tête, vomissements) si vous buvez 45 millions de m<sup>3</sup> d'eau d'un coup (environ un sixième de VN Slapy). La source de radioactivité la plus courante dans l'eau (ainsi que dans l'air) est le radon 222, suivi du potassium 40, de l'uranium 235 et de l'uranium 238. Ce sont tous des radionucléides naturels et la contamination provenant, par exemple, de Tchernobyl ne pose pas de problème.**

#### **paramètres microbiologiques:**

Cela peut aussi être intéressant car chaque eau contient une certaine quantité de micro-organismes. Cependant, le décret limite à zéro tous les micro-organismes défavorables et dangereux et n'autorise que les micro-organismes inoffensifs ou morts dans l'eau. Il existe des dizaines de milliers de micro-organismes dans l'eau traitée et seule une très petite partie est cultivable. En général, seulement 0,27 % peuvent être cultivés à partir de l'eau brute, contre moins de 0,01 % dans l'eau traitée. En d'autres termes, seul un petit pourcentage peut être isolé et ensuite déterminé par des méthodes de culture conventionnelles.

De nombreux agents pathogènes peuvent être trouvés dans l'eau et, historiquement, les épidémies d'origine hydrique les plus importantes dans le monde ont été le choléra (une maladie diarrhéique dangereuse) et la typhoïde (fièvre soudaine et déshydratation potentiellement mortelle).

Lors de l'évaluation de la sécurité microbiologique, l'analyse ne recherche pas de micro-organismes nuisibles spécifiques (agents pathogènes). La recherche d'organismes individuels prendrait non seulement beaucoup de temps, mais aussi serait techniquement exigeante, c'est pourquoi nous nous concentrons généralement uniquement sur un organisme spécifique lors d'une enquête épidémique. Dans des conditions normales, des déterminations de groupe du système dit indicateur sont effectuées. Cela peut être compris dans le fait que nous suivons toujours un représentant qui nous indique si nous parvenons à éliminer un certain groupe de

micro-organismes de l'eau. Les indicateurs de pollution fécale sont utilisés partout dans le monde pour rechercher les bactéries couramment présentes dans les intestins des animaux à sang chaud. Les indicateurs typiques comprennent *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* (*E. coli*) et les entérocoques.

***Clostridium perfringens* – indique une élimination réussie des protozoaires parasites. La présence de telles bactéries indique clairement que l'eau est entrée en contact avec des matières fécales et peut présenter un risque pour la santé.**

**E.Coli – il s'agit d'une bactérie courante dans nos intestins, mais il existe également des souches pathogènes de cette bactérie. Les conséquences de l'infection peuvent aller de la diarrhée sanglante à l'insuffisance rénale (surtout chez les jeunes enfants).**

Legionella - a été découverte en 1976 grâce à une mystérieuse épidémie aux États-Unis. Contrairement aux bactéries mentionnées précédemment, l'infection à Legionella est provoquée par inhalation. On le trouve couramment dans toutes les eaux, mais présente un risque dans les eaux chaudes et les unités climatisées où il se multiplie en grand nombre. Cette bactérie se développe mieux entre 25 et 45 degrés Celsius. À l'échelle mondiale, le taux d'infection augmente. Avec la hausse des prix de l'énergie, les gens ont commencé à économiser au mauvais endroit et ont maintenu la chaudière de leur maison à une température insuffisante. Cela a entraîné une multiplication des bactéries en lui à des concentrations potentiellement mortelles. L'infection se manifeste par une maladie fébrile qui entraîne une pneumonie grave et, chez les individus les plus faibles, la mort. En raison du caractère financier et chronophage de la surveillance de leur apparition dans les ménages, il est nécessaire de faire attention à la prévention et de chauffer suffisamment la chaudière - pour éliminer les bactéries, une température de l'eau supérieure à 60 degrés Celsius est nécessaire. Les derniers représentants que nous citerons ici sont les bactéries hétérotrophes, bactéries naturelles et inoffensives du milieu aquatique. Les bactéries hétérotrophes sont déterminées à deux températures différentes, à savoir 22 et 36 degrés Celsius. Il s'agit de l'un des premiers indicateurs microbiologiques étudiés historiquement, mais ils ne sont aujourd'hui plus considérés comme médicalement significatifs.

? **Question: Quelles substances, que l'on retrouve couramment dans l'eau, sont bénéfiques pour la santé et lesquelles, au contraire, sont nocives?**

💡 **Réponse:**

Comme l'a dit un jour le sage alchimiste Paracelse: « Tout est poison, tout est poison. Seule la dose compte. » ce n'est pas différent dans l'eau. Oui, certaines substances sont nocives même en très petites quantités et leur présence n'est pas souhaitable. Il peut s'agir des agents pathogènes, des pesticides, des produits pharmaceutiques et d'autres substances biologiquement actives déjà mentionnés. D'autres peuvent être nocifs à long terme, et certains, comme les minéraux déjà mentionnés, le magnésium et le calcium, peuvent même être nécessaires à notre santé.

? **Question: Quels types de produits chimiques ajoutons-nous à l'eau lors de son traitement?**

💡 **Réponse:**

Nous ajoutons de nombreux produits chimiques à l'eau en fonction de la technologie et nous avons également besoin de différents matériaux (par exemple des matériaux filtrants tels que du charbon actif granulaire, du sable, du quartz, du calcaire broyé, des granulés d'argile expansée et bien d'autres). Nous n'en donnerons ici qu'un bref résumé.

Il est souvent nécessaire de durcir l'eau, ce qui signifie ajouter "artificiellement" du calcium à l'eau pour que l'eau ne soit pas agressive envers les canalisations (vous en trouverez plus dans les modules technologiques). Pour ajuster le pH et la teneur en calcium de l'eau:

**Soda – nous la connaissons dans les ménages, mais elle fait partie intégrante des stations d'épuration des eaux (pour la plupart plus petites). La soude est fournie sous forme de poudre et une solution aqueuse est utilisée directement dans les stations d'épuration pour le dosage. Le but de l'utilisation du bicarbonate de soude est d'augmenter le pH de l'eau (réduire son acidité).**

**Hydroxyde de sodium - dans les petites stations d'épuration et est utilisé pour traiter (augmenter le pH) les eaux naturelles légèrement acides. Tout comme la soude, sa solution aqueuse est dosée.**

**Filtres désacidifiants - des matériaux naturels tels que la dolomite semi-brûlée, le marbre ou le calcaire sont utilisés. L'eau traverse le filtre, dissout le matériau filtrant, s'enrichit en minéraux et augmente son pH.**

**Chaux hydratée – cela pourrait en surprendre certains, mais la chaux ordinaire est utilisée dans les stations d'épuration. Il n'est pas utilisé pour préparer des mélanges de mortier, mais pour augmenter le pH de l'eau. It is added to water in the form of lime milk or lime water. Dans les grandes usines de transformation, on rencontre souvent une gestion de la chaux et le lait de chaux est préparé dans ce qu'on appelle un étrangleur à chaux.**

L'eau brute (en particulier les eaux souterraines) contient des quantités accrues de fer et de manganèse. Même s'il est souvent affirmé qu'ils ne sont pas nocifs pour la santé, ce n'est pas aussi sûr pour le manganèse. Certaines sources parlent d'un effet possible sur le système nerveux. Nous sommes particulièrement préoccupés par le fer, car il affecte les propriétés sensorielles de l'eau. Vous pouvez montrer aux enfants un échantillon d'eau très riche en fer afin que nous sachions tous de quoi nous parlons. Il est également nécessaire d'utiliser des produits chimiques ou un certain matériel pour éliminer ces substances:

**Permanganate de potassium - même si cela peut paraître très étrange, un composé contenant du manganèse est utilisé pour éliminer le manganèse. Le permanganate est un oxydant puissant qui nous aide à convertir le manganèse et le fer sous une forme éliminable (de dissous à non dissous), et après oxydation, un filtre à sable classique suffit pour les éliminer.**

**Oxygène/air – utilisé à des concentrations élevées de fer. Semblable au permanganate, l'oxygène a un effet oxydant et convertit les substances en une forme non dissoute et facilement éliminable. On rencontre souvent de l'oxygène dans les grandes usines de traitement des eaux de surface. Vous remarquerez peut-être qu'il est stocké dans des bouteilles sous pression. De telles stations d'épuration n'utilisent pas d'oxygène pour l'oxydation normale du fer, mais pour la génération d'ozone destiné à l'ozonisation de l'eau. Mais nous en reparlerons plus tard dans le document.**

**Hypochlorite de sodium – l'hypochlorite est utilisé dans les petites stations d'épuration pour oxyder et ainsi éliminer le fer. Mais plutôt sur l'hypochlorite comme désinfectant. Presque tout le monde utilise et connaît bien SAVO, c'est une solution d'hypochlorite de sodium. C'est l'un des moyens possibles de protection hygiénique contre les micro-organismes. Vous trouverez de l'hypochlorite dans toutes les petites usines de transformation de République tchèque. Ce qui est nouveau, c'est que même certaines grandes usines de transformation commencent à le produire elles-mêmes et à le mettre en service.**

? **Question:** En quoi le SAVO ordinaire diffère-t-il de l'hypochlorite utilisé dans les stations d'épuration?

💡 **Réponse:**

SAVO et l'hypochlorite de sodium ordinaire ( $\text{NaClO}$ ) utilisés dans les usines de traitement de l'eau contiennent le même ingrédient actif, à savoir l'hypochlorite de sodium. Les plus grandes différences résident probablement dans la concentration et l'utilisation. Le SAVO que nous avons à la maison est généralement une solution à 5 % et est formulé de cette manière spécialement pour la sécurité et la facilité d'utilisation pour le consommateur moyen. À la maison, on l'utilise comme désinfectant pour les surfaces ou comme agent de blanchiment. Cependant, dans les stations d'épuration, la concentration varie en fonction des besoins de chaque station d'épuration. Une certaine pureté de l'hypochlorite est également attendue, ce qui assurera une plus grande stabilité du produit et surtout évitera la formation de sous-produits indésirables dans l'eau lors de son utilisation. Dans les stations d'épuration, l'hypochlorite est utilisé pour assainir l'eau contre les agents pathogènes, garantissant ainsi la sécurité des consommateurs.

Pour les sources d'eau plus polluées, c'est-à-dire principalement les eaux de surface, d'autres produits chimiques spécifiques sont nécessaires, tels que des coagulants, des floculants auxiliaires et des procédés d'oxydation avancés.

**Coagulant à base d'ions trivalents – les coagulants sont utilisés pour précipiter de très petites impuretés (colloïdales), qui aident à regrouper les impuretés en unités plus grandes, afin qu'elles puissent être éliminées plus facilement (voir le module technologique pour plus d'informations).**

**Ozone – L'ozonisation est l'une des formes les plus efficaces de sécurité hygiénique de l'eau et un court temps de contact avec l'eau est suffisant. Un gros avantage est qu'il n'y a pas de formation de sous-produits de désinfection chlorés. En raison de sa faible stabilité dans la basse atmosphère, l'ozone doit être généré directement dans une usine de traitement de l'eau et est produit à partir d'air ou d'oxygène pur exposé à une décharge électrique élevée.**

**Charbon actif granulé - la sorption sur charbon actif granulaire est abordée plus en détail dans la fiche technologique. Nous dirons seulement brièvement qu'il contribue à éliminer les micropolluants, les substances responsables des odeurs et des goûts de l'eau. Cependant, il doit être régénéré de temps en temps pour que la technologie reste aussi efficace que possible. Malheureusement, aujourd'hui, la pollution des sources souterraines par des substances pesticides est fréquente, c'est pourquoi la filtration à travers du charbon granulé est de plus en plus souvent introduite également pour les sources souterraines.**

**Chlore – La caractéristique organoleptique la plus connue de l'eau fournie est probablement son odeur, qui est le plus souvent celle du chlore (après tout, on peut le sentir dans les piscines, par exemple). Auparavant, il était nécessaire d'avoir une teneur en chlore non nulle dans l'eau potable afin d'assurer la sécurité microbiologique; cela n'est plus nécessaire depuis plusieurs années. Cependant, l'odorat humain est très sensible au chlore et la valeur limite de 0,3 mg/litre est déjà si perceptible que l'odeur ordinaire du chlore provenant de l'approvisionnement en eau est bien en dessous de la limite.**

? **Question:** Pourquoi faut-il chlorer l'eau si cela a un impact négatif sur les propriétés organoleptiques de l'eau?

### 💡 Réponse:

La plupart du temps, nous avons toujours quelque chose pour quelque chose dans la vie, et malheureusement ce n'est pas différent ici. La chloration de l'eau nous aide à conserver l'eau pendant une période de temps plus longue et sur une plus longue distance avant que l'eau n'atteigne le consommateur. De plus, la qualité ne dépend pas tant de la tuyauterie interne et de sa propreté, puisque le chlore libre assure la désinfection même en cours de route. Il s'agit là d'une véritable police d'assurance pour l'opérateur, et rares sont ceux qui assumeraient une telle responsabilité. En effet, sans garantie de sécurité hygiénique, la présence d'agents pathogènes dans l'eau pourrait avoir des conséquences fatales. Nous retournerions aux temps historiques des épidémies dues à l'eau. Et oui, certaines stations d'épuration (notamment à l'étranger) fonctionnent sans chlore, mais pour cela il faut une infrastructure de qualité. Répondons honnêtement: pensez-vous qu'il y a de l'argent pour remplacer les lignes de distribution par de nouvelles partout en République tchèque? Vérifier et réparer régulièrement les canalisations? Qu'en est-il de la part du consommateur? Vérifiez-vous régulièrement le câblage à la maison? Et à quelle fréquence désinfectez-vous votre aérateur de robinet à la maison?

#### 1.2.4 L'histoire de l'argent

Il s'agit avant tout d'une question d'argent, et c'est pourquoi une partie de l'explication de l'excursion (ou de la conférence précédente) devrait être consacrée au prix de l'eau, car le public profane (y compris les participants aux excursions) n'a aucune idée de ce qu'est le prix de l'eau. Nous avons déjà entendu l'opinion selon laquelle ces centaines de couronnes par mètre cube, par exemple, constituent un bénéfice pour l'entreprise, car l'eau ne provient pas de la nature, l'infrastructure a été construite à l'époque du socialisme et rien d'autre n'est nécessaire. Nous n'avons probablement pas besoin de vous dire, en tant qu'opérateurs, que ce n'est certainement pas si simple.

La détermination du prix de l'eau est régie par les normes juridiques pertinentes et par l'évaluation des prix régulièrement (annuellement) mise à jour par le ministère des Finances (qui comprend, entre autres, le prix maximum de l'eau pour une année donnée pour les différentes régions de la République tchèque, ce que l'on appelle le prix socialement acceptable, et le pourcentage maximum du bénéfice de l'entreprise exploitante, ce que l'on appelle le bénéfice raisonnable). Le propriétaire de l'infrastructure, le plus souvent la commune concernée, qui approuve le calcul du prix établi par l'opérateur, joue un rôle important dans la détermination du prix. Le calcul du prix inclut ensuite les éléments de coûts générés lors de la production d'eau potable. Les coûts commencent déjà avec le prélèvement de l'eau brute, pour lequel une redevance doit être payée (la redevance a un montant différent et une organisation cible différente dans le cas des eaux de surface et souterraines). La collecte de l'eau est souvent pompée et nécessite de l'électricité. Après tout, il est également nécessaire pour alimenter d'autres technologies. L'électricité devient ainsi un élément important de ce qu'on appelle l'approvisionnement en eau. De plus, des produits chimiques sont utilisés dans le traitement de l'eau. Outre l'électricité et les produits chimiques, il existe un besoin en matière de contrôle des laboratoires et d'exploitation de la technologie (en général, des ressources humaines liées au fonctionnement non seulement de la technologie, mais aussi de l'entreprise en tant que telle). Le poste le plus important de l'eau est souvent constitué par les coûts associés au renouvellement et à l'entretien des ressources en eau. Chaque bâtiment et chaque technologie a une durée de vie limitée, et pour chaque m<sup>3</sup> produit, il est nécessaire (selon la loi) de générer des financements pour leur renouvellement. La redevance sur l'eau comprend également d'autres éléments liés aux services d'accompagnement, à l'entretien des appareils d'analyse, à l'élimination des déchets, aux frais de relevés, d'étalonnage et de remplacement des compteurs d'eau, à l'administration de l'ensemble de l'opération et, le cas échéant, aux frais liés aux éventuels prêts et autres. Le prix de l'eau doit alors être suffisamment élevé pour qu'il y ait suffisamment de fonds pour couvrir toutes les dépenses.

L'exploitant d'une station d'eau réalise également généralement un bénéfice, qui constitue la principale motivation de son activité. Le montant du profit est fortement réglementé, contrôlé et ne peut excéder 7 %, ce qui est un chiffre très faible par rapport à d'autres domaines.

### 1.2.5 L'histoire du peuple

Si l'on évoque le sujet des personnes et des métiers du secteur de l'eau, chaque participant au voyage pensera probablement au personnel d'exploitation qui vérifie les canaux (même si cela n'est pas réellement lié au secteur de l'eau en tant que tel). Ce stéréotype et en même temps l'intérêt décroissant pour les métiers liés à l'eau nous ont amenés à inclure ce thème dans la tournée. Il n'est pas nécessaire de réserver un arrêt séparé à ces récits, mais plutôt de transmettre ces informations progressivement aux moments où elles seront utiles (lors de se présenter, lors de la visite du laboratoire opérationnel ou de la salle de contrôle). Vous pouvez donc mentionner les métiers et professions répertoriés. Dans le même temps, il faut dire que la profession n'a pas partout le même nom ou que l'étendue du travail effectué peut différer.

? Question: De quels postes (personnes) la station d'épuration ne pourrait-elle pas se passer et pourquoi?

💡 Réponse:

- **Opérateur de station d'épuration** – personne qui s'occupe du fonctionnement quotidien normal de l'installation. Ses tâches varient en fonction de l'installation et du lieu spécifiques. Il peut s'agir uniquement du réapprovisionnement en produits chimiques et de l'entretien, mais les tâches peuvent également inclure (en particulier pour les petites opérations) des analyses chimiques, la configuration du système, l'échantillonnage, les réparations et ajustements mineurs, la tonte du terrain autour des bâtiments, etc.
- **Répartiteur** – dans les grandes usines de transformation, ils surveillent sans arrêt le fonctionnement et les paramètres de l'usine de transformation. Ils travaillent en étroite collaboration avec le technologue.
- **Contremaître de l'usine de traitement** – dans les opérations de plus grande envergure; coordonne les personnes, assure les commandes et les approvisionnements de matériel et communique étroitement notamment avec l'opérateur et le technologue de l'usine de traitement.
- **Monteurs opérationnels** – assurent la fonctionnalité du réseau et réparent les défauts.
- **Échantillonneur** - prélève des échantillons à la fois à la station d'épuration, au réseau d'approvisionnement en eau et chez les clients.
- **Technicien de laboratoire** - traite les échantillons, qu'ils soient opérationnels ou accrédités.

**Pour les curieux: avec des laboratoires accrédités, vous pouvez être sûr que les méthodes utilisées, les traitements statistiques, les taux d'erreur et la qualité des produits chimiques utilisés sont conformes non seulement aux réglementations légales, mais aussi aux pratiques de laboratoire généralement acceptées; celui-ci est régulièrement et très strictement contrôlé par l'organisme d'accréditation.**

- **Électricien** - assure l'entretien et la réparation des équipements électriques.
- **Gestionnaire de l'eau** – assure l'administration liée aux prélèvements d'eau, la communication avec les autorités, les bilans de gestion de l'eau.
- **Technologue** - une profession très importante. Il s'agit d'une personne responsable de la qualité de l'eau fournie. Parmi ses compétences et tâches figurent le réglage correct de la ligne technologique, la détermination des doses correctes de produits chimiques, la planification de l'échantillonnage et l'évaluation des résultats d'analyse. Un technologue doit être un chimiste formé (de préférence

directement dans le domaine de la « technologie de l'eau », même si cette spécialisation fait malheureusement cruellement défaut).

- **Service client** - assure la médiation avec les clients, la conclusion de contrats, la facturation, les réclamations, les commentaires sur les réseaux, etc.
- **Prévention** - généralement dépannage - vous pouvez parler ici des méthodes de dépannage de votre entreprise.
- **Autres professions** – les opérations de gestion de l'eau peuvent également avoir d'autres employés qui fournissent, par exemple, le SIG, la planification des investissements, le stockage, l'assistance technique et les chauffeurs.
- **Gestion** – comme toute entreprise, les sociétés d'eau opérationnelles doivent avoir des managers, des auditeurs internes, des RH et d'autres postes connexes.

? **Question:** Combien de personnes travaillent ici?

💡 **Réponse:**

C'est probablement la question la plus fréquemment posée en matière de ressources humaines par les participants aux visites sur le terrain. Cependant, nous ne pouvons pas vous aider avec la réponse et vous devez vous interroger (pour les petites communes, où vous pouvez être le seul travailleur du service des eaux) ou auprès de vos supérieurs (pour les sociétés d'exploitation).

? **Question:** Que dois-je étudier pour travailler ici?

💡 **Réponse:**

Si vous répondez à cette question, nous serons très heureux - car l'un des objectifs secondaires de ce document et de l'ensemble du projet a été atteint, à savoir susciter l'intérêt pour l'étude des domaines de l'ingénierie hydraulique chez les participants aux excursions. Si nous parlons de technologues en eau potable, ils peuvent être étudiés directement à la Faculté des technologies de protection de l'environnement de l'Université de chimie et de technologie de Prague et à l'Université de technologie de Brno. Des domaines connexes peuvent également être trouvés à la Faculté des sciences de l'Université Charles de Prague, à l'Université tchèque des sciences de la vie à Prague et à l'Université des mines et de la technologie d'Ostrava. Il faut cependant préciser que ce poste est ouvert à tous les candidats ayant une formation scientifique et technique.

Comme pour les autres métiers, cela dépend du poste spécifique - il est difficile pour une personne d'exercer le poste de technicien de laboratoire si elle possède un certificat de formation de plombier et vice versa. Concernant les « conseils de carrière », nous nous référons à la plateforme Young Water Professionals Czech Republic ([www.ywp.cz](http://www.ywp.cz)), qui regroupe les professionnels de l'eau de moins de 35 ans.

## 2 Propre excursion

### Mots d'ouverture

Ce serait une bonne idée de commencer par discuter de la terminologie avec les enfants – des mots que vous utiliserez souvent pour vous assurer qu'ils comprennent tout. Essayez de commencer une petite communication avec eux de cette manière et augmentez leur interaction. Posez-leur des questions: connaissent-ils ce mot et comment le décriraient-ils?

### Santé et sécurité pendant l'excursion

Une courte formation en santé et sécurité au travail est la première partie obligatoire de chaque excursion. Pour des contenus spécifiques, nous nous référons aux directives internes de votre entreprise, ou à un document distinct d'une série de méthodologies, spécifiquement consacré à la formation SST. Ne sous-estimez pas cette partie, même si elle peut sembler redondante ou inutile.

### Scénario

Une bonne excursion peut être appuyée par une histoire intéressante et bien ciblée. Le scénario doit être engageant et guider les participants tout au long de l'excursion. Après avoir discuté au préalable du but de l'excursion avec le support pédagogique, vous pourrez choisir l'une des intrigues proposées par nos soins ou inventer la vôtre. Toutefois, si vous décidez d'utiliser le nôtre, nous vous renvoyons au chapitre précédent ainsi qu'au matériel supplémentaire: Auto-excursion – aperçu (Annexe 2). Il pourrait vous faciliter la tâche. En plus des intrigues, nous présentons ici également des suggestions de tâches pour les enfants et une question clé à chaque station à laquelle vous devez répondre avec vos enfants.

### Histoire locale

Nous recommandons d'inclure la question de l'histoire locale (du point de vue de l'approvisionnement en eau potable) comme introduction thématique à l'excursion, qui sera naturellement suivie par d'autres domaines d'interprétation. Si vous ne disposez pas d'informations sur ce domaine, essayez de contacter des représentants du gouvernement local ou des cadres supérieurs de votre organisation. Pour une orientation générale, disons que les premières conduites d'eau dans les petites communes (où nous supposons un manque d'information plus probable) ont commencé à être construites entre 1910 et 1930 (dans le cas des zones frontalières), ou dans les années 1960 et 1970 dans le cadre de ce que l'on appelle l'Action Z. Les deux styles de construction se distinguent facilement l'un de l'autre, ainsi que les constructions mises en œuvre dans le cadre de subventions d'État ou de l'UE au cours des dernières décennies.

*École primaire: D'un point de vue pédagogique, il n'est pas approprié d'inclure les participants à l'excursion de données; une discussion sur l'époque approximative de la construction, ou sur une construction plus fondamentale ou une reconstruction technologique, est tout à fait suffisante. Au lieu de dates, nous recommandons d'utiliser la formule "il y a XX ans..." et de la relier aux générations (par exemple "Le système d'approvisionnement en eau a commencé à être construit dans notre pays à l'époque de la naissance de vos parents; vos grands-parents n'avaient donc pas encore de système d'approvisionnement en eau et devaient puiser toute leur eau dans un puits").*

*Il vaut mieux "envelopper" l'histoire dans une histoire, par exemple: "... à mesure que la ville grandissait, nos ancêtres ont dû faire face au manque d'eau et ont décidé de construire cette station d'épuration..."*

*Lycée: Informations similaires à celles des élèves du primaire. Il est possible de signaler des événements historiques, notamment locaux, ayant une datation similaire à celle de l'approvisionnement en eau lui-même, si possible en reliant cette datation à l'état de l'approvisionnement en eau (matériel du réseau de distribution, éventuellement technologie).*

*Curieux: Si, pour votre formation continue ou votre intérêt plus approfondi, vous êtes davantage intéressé par la question de l'histoire du système d'approvisionnement en eau dans une localité donnée, nous vous recommandons de vous tourner vers la chronique locale (aujourd'hui, elles ont tendance à être numérisées), ou vers les archives des districts de l'État local, en particulier vers les fonds de certaines municipalités (avant 1945) des comités nationaux locaux (après 1945). Des liens pertinents peuvent être trouvés à la fin de cette méthodologie dans le chapitre Liens et autres matériels pédagogiques. Un aperçu général de l'histoire de l'approvisionnement en eau dans la plupart des régions est contenu dans le livre Jaroslav Jásek: L'approvisionnement en eau en Bohême, Moravie et Silésie.*

? Question: Et qu'est-ce que tu fais/nettoies ici chez le nettoyeur...?

💡 Réponse:

Malheureusement, dans notre pratique, nous constatons régulièrement que le grand public ne fait pas la différence ou ne reconnaît pas les stations d'épuration de l'eau potable et les stations d'épuration des eaux usées. Face à une telle question, il convient donc d'attirer l'attention sur la différence diamétrale entre ces deux bâtiments, non seulement en termes de destination première, mais aussi de technologie.

## 2.1 Questions clés

- Question: Boire de l'eau est-il une évidence?
- Q: Qu'est-ce qui peut contaminer l'eau?
- Q: Quel rôle joue l'ordre des technologies et que supprime-t-il?
- Question: Quel serait l'impact sur la société s'il n'y avait pas de réservoir sur le réseau?
- Question: Le traitement de l'eau peut-il se faire sans contrôle continu?
- Q: Que se passe-t-il si l'eau ne respecte pas les limites?
- Question: Chaque production a ses propres déchets spécifiques: quels sont les déchets liés à l'approvisionnement en eau?
- Question: Comment économiser l'eau?

Économiser l'eau à la maison est un excellent moyen de réduire les coûts tout en contribuant à protéger l'environnement. Quelques conseils pour les participants:

- Prendre une douche au lieu de remplir une salle de bain complète
- Assurez-vous d'avoir une chasse d'eau biphasee chez vous (deux volumes d'eau différents)
- Utilisez le lave-vaisselle à la maison au lieu de faire la vaisselle (faites-le fonctionner à plein!)
- Achetez des appareils économes en énergie (tenez compte de la consommation d'eau lors du choix)
- Vérifiez et réparez régulièrement les robinets et les toilettes pour déceler les fuites.
- Récupérez l'eau de pluie et utilisez-la, par exemple, pour l'arrosage, ou rapportez-la à la maison pour chasser les toilettes.
- Coupez l'eau pendant que vous vous brossez les dents
- Ne laissez pas l'eau couler à vide lorsque vous faites la vaisselle
- Découvrez l'empreinte eau et quels sont les impacts de notre comportement

## 2.2 Qualité de l'eau

L'ensemble du processus technologique de traitement de l'eau ne consiste en réalité qu'à éliminer les substances indésirables de l'eau. Si l'eau est rouillée ou dégage une forte odeur de chlore, le consommateur le reconnaîtra immédiatement et sa confiance dans l'eau du robinet diminuera; et nous n'évoquons même pas les aspects législatifs - bref, les opérateurs doivent être très attentifs à la qualité de l'eau fournie.

? Question: Quelles sont les caractéristiques fondamentales de l'eau?

💡 Réponse:

**pH – peut-être le premier paramètre qui vient à l'esprit des participants (lycéens); de facto c'est l'acidité de l'eau (correctement c'est le logarithme négatif de l'activité des ions oxonium). L'eau potable peut être légèrement acide à légèrement alcaline, tandis que la valeur spécifique dépend des propriétés de l'eau brute et des changements nécessaires au cours de la technologie de traitement (chaque étape technologique nécessite des conditions différentes).**

**dureté - ce terme prête probablement à confusion - quelle peut être la dureté de l'eau? Mais c'est un liquide. La dureté de l'eau n'est rien d'autre que la teneur en calcium et en magnésium de l'eau. Il s'agit d'un sujet largement débattu parmi le grand public et deux intérêts entrent en conflit. L'eau plus dure (c'est-à-dire celle qui a une teneur élevée en calcium et en magnésium) a meilleur goût et fournit à l'organisme des éléments importants. En revanche, ces dépôts d'eau s'entartrent dans les bouilloires, les machines à laver et les chaudières et provoquent ainsi des problèmes dans ces appareils.**

**odeur - l'odeur dégrade l'eau, même si elle est par ailleurs propre à la consommation; c'est aussi probablement la première chose que le consommateur reconnaîtra. En pratique, on peut le plus souvent rencontrer une odeur de chlore (à pH 7, la valeur seuil est de 0,156 mg/l), qui est généralement provoquée par des doses plus élevées d'hypochlorite en cas de mauvaise qualité de l'eau brute ou lors de la désinfection des canalisations après un dysfonctionnement. Chaque consommateur perçoit l'odeur différemment, ainsi que le goût (voir ci-dessous).**

**goût – tout comme l'odorat, le goût est un paramètre que chaque consommateur prend comme valeur de référence pour la qualité de l'eau, même si, par exemple, l'eau est conforme à la réglementation malgré un goût moins bon. Dans la pratique, on peut principalement rencontrer un goût de fer, qui peut cependant ne pas être causé par un traitement de mauvaise qualité, mais par un câblage de mauvaise**

**qualité dans la maison, contre lequel l'exploitant de la station d'épuration ne peut rien faire. Le goût de l'eau est surtout influencé par la concentration en calcium et en magnésium (de facto, c'est-à-dire la dureté), éventuellement aussi par le pH.**

**turbidité – nous renseigne sur la quantité de substances non dissoutes dans l'eau.**

**conductivité – nous donne des informations sur la teneur en ions de l'eau (plus il y a d'ions, plus la conductivité est élevée). Cependant, en soi, il ne permet pas de savoir si l'eau est potable. L'eau à forte teneur en ions (minéraux) ne convient pas à une consommation prolongée.**

? Question: Qu'est-ce que cela signifie que l'eau est potable?

💡 Réponse:

La première chose qui vient probablement à l'esprit des élèves est que l'eau est incolore/transparente. Cependant, la couleur est un paramètre distinct et ne nous dit rien sur la teneur, par exemple, en nitrates ou en substances pesticides, c'est-à-dire des substances invisibles au premier coup d'œil.

La législation européenne ne reconnaît actuellement pas le terme eau potable - il a été remplacé par le terme « eau destinée à la consommation humaine » et est défini comme « une eau qui est inoffensive pour la santé, qui ne provoque pas de maladie ou de troubles de la santé même lorsqu'elle est consommée de manière permanente en raison de la présence de micro-organismes ou de substances affectant la santé des personnes physiques et de leur progéniture par des effets aigus, chroniques ou tardifs, dont les propriétés sensorielles et la qualité n'empêchent pas sa consommation et son utilisation pour les besoins hygiéniques des personnes physiques ».

***Pour les curieux: les limites pour l'eau potable sont définies dans le décret n° 252/2004 Coll. « Décret fixant les exigences d'hygiène de l'eau potable et de l'eau chaude ainsi que la fréquence et l'étendue du contrôle de l'eau potable », qui a subi huit modifications au cours de son existence (jusqu'en 2026) (essentiellement ajout d'autres paramètres). Cependant, les paramètres radiologiques sont définis dans le décret n° 422/2016 Coll. "Décret relatif à la radioprotection et à la sécurité des sources de radionucléides".***

*Cette législation distingue (entre autres) trois limites: les soi-disant DH, MH et NMH. Les valeurs recommandées (DH) concernent par exemple la dureté de l'eau, alors que leur respect n'est pas obligatoire. Les valeurs seuils (MH) indiquent des limites dont le dépassement doit être pris en compte, mais ne représentent pas un risque aigu pour la santé (par exemple, manganèse ou fer); le troisième type est la valeur limite la plus élevée (NMH), en cas de dépassement, l'eau est automatiquement marquée comme impropre à la consommation et doit être immédiatement traitée en prenant des mesures correctives.*

*Chaque client a le droit de connaître la qualité de l'eau qu'il consomme. Si le fournisseur d'eau ne le publie pas sur le site Internet, le client peut le contacter et le fournisseur est tenu de fournir l'information. De la même manière, le client a le droit de consulter une partie du document dit d'évaluation et de gestion des risques, dans lequel tous les risques liés à l'approvisionnement en eau donné peuvent être vus (indépendamment de la qualité ou de la quantité de l'eau fournie).*

? Question: Qu'est-ce que cela signifie que l'eau est de l'eau pour bébé?

💡 Réponse:

D'après notre propre expérience, nous devons dire qu'un argument très courant des résidents qui se méfient de l'eau du robinet est que l'eau de leur puits est infantile. Ce terme s'est principalement répandu par le marketing des sociétés vendant de l'eau en bouteille. D'autres limites s'appliquent à ce type d'eau, principalement dans les paramètres de nitrates, de nitrites, de conductivité (pratiquement la teneur en substances dissoutes) et de sodium, mais la plupart du temps, l'eau de puits ne remplit pas vraiment ces conditions, même si l'on le pense.

? Question: À quelle fréquence faut-il analyser l'eau potable?

💡 Réponse:

Ici, il est impossible de dire à l'avance quels seront les pourboires des participants à l'excursion. La fréquence de prélèvement est déterminée par l'arrêté et varie d'un prélèvement par an pour les petites stations d'épuration à plusieurs prélèvements par mois pour les plus grandes (renseignez-vous avant la randonnée sur la fréquence des prélèvements sur votre réseau d'adduction d'eau et inscrivez-la dans le tableau en annexe de cette méthodologie). En plus de ces analyses réglementaires (qui sont signalées aux stations d'hygiène), la plupart des exploitations disposent également d'analyses dites opérationnelles qui sont réalisées pour des paramètres d'intérêt précis (typiquement le chlore, le pH, le manganèse ou le fer). Si cette fréquence semble faible aux participants, essayez d'enchaîner avec une question supplémentaire sur la fréquence à laquelle ils effectuent des analyses depuis leur propre puits à la maison.

## 2.3 Source d'eau brute

La base de l'approvisionnement en eau potable est bien entendu la source d'eau brute, tandis que l'eau brute peut être de surface (cours d'eau/réservoir) ou souterraine (circulation profonde ou peu profonde).

Pour l'excursion, préparez des informations de base sur la qualité de l'eau par rapport à l'eau potable - c'est-à-dire que l'eau contient, par exemple, des quantités excessives de fer, de manganèse ou de nickel, ou une qualité insatisfaisante en termes de paramètres microbiologiques. De cette façon, vous justifierez réellement l'existence de l'ensemble du traitement de l'eau et les participants à l'excursion pourront mieux imaginer pourquoi chaque étape est incluse dans la technologie.

Nous savons que dans de nombreux cas, la source d'eau brute se trouve à une distance considérable de l'usine de traitement des eaux et qu'il n'y a pas de temps disponible pour visiter la source dans le cadre d'une excursion. Dans ce cas, nous recommandons d'imprimer plusieurs photos de la ressource dans une qualité et une taille suffisantes pour que les participants puissent également voir cette partie technologique. Mais si c'était possible, il serait certainement préférable de le visiter avec les enfants.

**SŠ: On peut souligner la dimension architecturale de la source (principalement dans le cas de sources souterraines): dans les zones frontalières, vous rencontrerez des sources du début du siècle dernier en briques, qui contiennent des dispositifs technologiques intégrés tels que des cascades de ventilation, tandis qu'à l'intérieur des terres, des anneaux en béton des années 1970, souvent construits dans le cadre de l'Action Z, seront plus probables.**

N'oubliez pas de mentionner qu'il existe une interdiction stricte de l'entrée des personnes à proximité des sources d'eau, bien sûr l'interdiction de jeter des débris et de manipuler sans autorisation les sources elles-mêmes. Cela met en danger non seulement la santé de la personne elle-même, mais aussi celle de tous les consommateurs du réseau d'approvisionnement en eau concerné. Vous pouvez en savoir plus sur le thème de la zone de protection des ressources en eau dans les documents d'accompagnement du projet.

***SŠ: Une source d'eau brute surélevée au milieu d'un champ n'est pas un endroit approprié pour boire des boissons alcoolisées entre amis le soir, comme nous avons pu le constater dans un village anonyme de la région de Pilsen, et l'espace entre les anneaux de béton ne sert certainement pas de poubelle.***

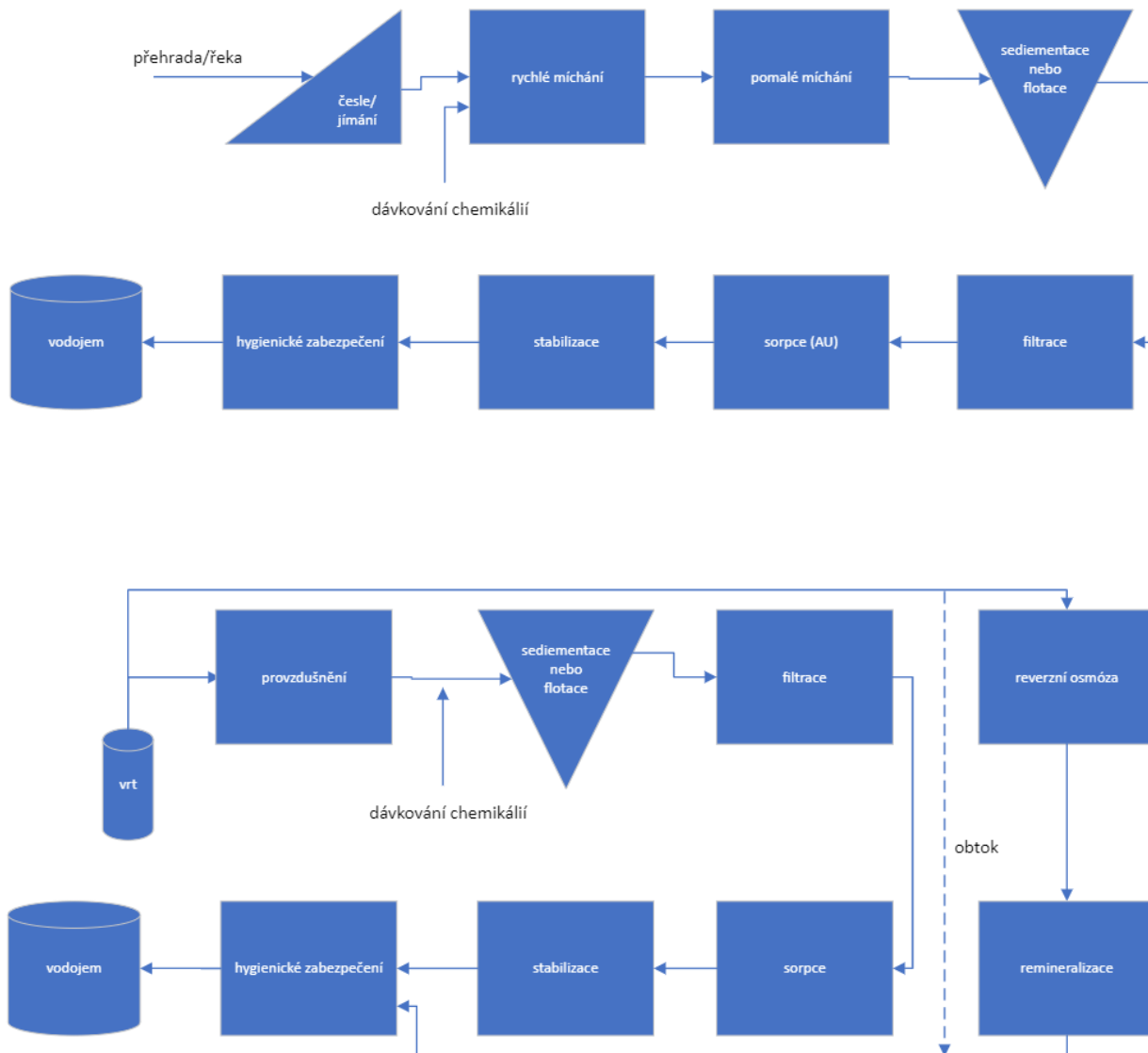
A la fin de ce post, il convient de signaler la distance de la source à la station d'épuration, le matériau du raccordement de la canalisation (les raisons de signaler le matériau sont mentionnées dans cette méthodologie dans le chapitre sur le réseau de distribution d'eau) et le mode de transport (conduite gravitaire/pression).

## 2.4 Description de la technologie

Tout comme la qualité de la source d'eau brute varie, la technologie utilisée varie également. Il n'existe pas de schéma technologique universel que nous puissions présenter ici, et c'est pourquoi nous avons décidé de nous concentrer davantage sur les types de technologies et de créer des types de modules à partir d'eux, à partir desquels vous pouvez rassembler des informations pour votre propre atelier de modification.

En général, cependant, on peut dire que les eaux souterraines sont de bien meilleure qualité qu'une source de surface et que le traitement comporte généralement, voire pas du tout, un maximum de 2 étapes de séparation. De plus, les eaux souterraines présentent certaines caractéristiques. Comparées aux eaux de surface, les eaux souterraines sont une source très stable chimiquement (en termes de teneur en substances et de propriétés physiques de l'eau). L'un des plus typiques est la teneur en dioxyde de carbone, dont les eaux souterraines contiennent une quantité nettement plus élevée que les eaux de surface. Un autre gaz généralement dissous dans les eaux souterraines est le radon ou le sulfane. Les gaz peuvent être éliminés à l'aide d'une technologie appelée aération. Parmi les métaux, une teneur plus élevée en fer et en manganèse est courante. Contrairement au manganèse, le fer s'oxyde plus facilement, lorsqu'une pièce est déjà oxydée lors de l'aération elle-même. La partie restante est généralement éliminée lors de la première étape de séparation, qui consiste généralement en des filtres ouverts ou sous pression, et le remplissage des filtres peut varier selon les stations d'épuration. L'agent oxydant est par exemple l'hypochlorite de sodium, puis il y a un deuxième processus de séparation où il est souhaitable d'éliminer le manganèse. Pour cela, on utilise le permanganate de potassium, un oxydant plus puissant. Du sable imprégné d'oxyde de manganèse (burel) peut également contribuer à assurer l'élimination. Il n'est pas rare de rencontrer, par exemple, une quantité accrue de nickel, qui nécessite des valeurs de pH nettement plus élevées pour son élimination. L'environnement du sol et le faible pH de l'eau provoqueront le lessivage des roches, ce qui entraînera également une teneur plus élevée en minéraux dans l'eau. Cela a tendance à être positif, mais une eau trop minéralisée est également indésirable. De plus, d'autres substances telles que l'arsenic peuvent être lessivées. Tout est influencé par l'environnement rocheux.

- a) Exemple de ligne technologique – schéma et exemple d'excursion possible (surface/souterrain)



L'eau brute contient très souvent des substances nocives d'un point de vue sanitaire, impropres à une consommation à long terme ou encore nocives pour les équipements techniques (lave-vaisselle, machines à laver, canalisations...). Même les substances autrement inoffensives qui se manifestent sur le plan sensoriel (couleur, goût, odeur) peuvent être inacceptables pour le consommateur et doivent également être éliminées. Ici, vous pouvez demander aux visiteurs si des substances indésirables les attaquent ou pourquoi elles sont impropres à la consommation - des informations sur des substances spécifiques et leurs effets négatifs peuvent être trouvées quelques sous-sections plus bas.

Nous pouvons utiliser différentes stratégies pour éliminer les substances indésirables dans l'eau:

- **Sédimentation (pour les solides qui se déposent bien à haute densité - par exemple le sable)**

- **Filtration (pour les substances non dissoutes, nous transformons les substances dissoutes en substances non dissoutes, qui peuvent ensuite être éliminées par filtration; le matériau filtrant est principalement du sable siliceux d'usine)**
- **Ventilation (pour les gaz – par exemple le dioxyde de carbone ou le radon)**
- Si nous ne pouvons pas utiliser la conversion de substances dissoutes en substances non dissoutes, nous pouvons utiliser l'échange d'ions (échangeurs d'ions) ou la sorption (par exemple, charbon actif).
- Les transformations biochimiques de substances à l'aide de bactéries peuvent également être utilisées, ce qui n'est que rarement utilisé aujourd'hui, car des technologies plus fiables sont disponibles. Dans le passé, il s'agissait d'une méthode de traitement de l'eau relativement courante, appelée filtre lent. Mais actuellement, cette technologie recommence à se développer à l'étranger, mais dans un contexte technologique complètement différent.
- **Protection hygiénique (contre les micro-organismes; généralement utilisation d'hypochlorite de sodium, c'est-à-dire SAVA; en alternative, cependant, l'ozone, la lampe UV, le dioxyde de chlore, etc. peuvent être utilisés)**



Vous pouvez vous amuser avec les enfants en déterminant quelles substances sont faciles à éliminer et lesquelles, en revanche, font de notre vie un enfer. Incluez-les dans les enjeux auxquels est confronté tout exploitant de station d'épuration. Qu'en pensent les participants: est-il technologiquement plus facile d'éliminer une substance dissoute ou non dissoute de l'eau? Se plaindre de ce que sont les micro-organismes monstres et de la façon dont ils se multiplient encore et encore dans notre eau lorsque nous leur laissons de l'espace pour le faire. Mais n'oubliez pas de mentionner que de nombreux micro-organismes sont totalement inoffensifs et présents naturellement. Malheureusement, parmi les bons, il existe également des agents pathogènes nocifs.

Comme déjà mentionné dans l'introduction de cette méthodologie, en raison du grand nombre de solutions technologiques possibles pour les stations d'épuration individuelles, cette étape est résolue de manière dite modulaire. Dans le chapitre suivant, vous trouverez des descriptions de différentes étapes technologiques, qui peuvent être combinées pour décrire votre installation de traitement d'eau. Les modules individuels sont mutuellement indépendants. Au cours de l'excursion, il est important de souligner ce qui se passe dans quelle phase, pourquoi et dans quel ordre se déroulent les étapes (par exemple, le permanganate est dosé ici pour oxyder les substances dissoutes, qui sont ensuite séparées sur un filtre).

? **Question: Combien de temps faut-il pour que l'eau soit traitée?**

💡 **Réponse:**

Ici, à l'instar de Standa Pekárka, nous proposons de répondre à la question par une contre-question: de quelle quantité d'eau parlons-nous? La réponse générale à cette question est très individuelle en fonction de votre technologie (par exemple, si vous avez inclus ou non des unités plus lentes du type à sédimentation), préparez donc une réponse à une telle question individuellement en fonction de votre technologie.

? **Question: Et les microplastiques?**

💡 **Réponse:**

La question des microplastiques non seulement dans l'environnement, mais aussi dans l'eau potable a été très discutée il y a quelques années, car ils se retrouvent dans l'eau avec pratiquement tout - de l'eau en

bouteille et des shampoings, jusqu'aux vestes de lavage et à l'essuyage des surfaces. Malheureusement, les technologies qui pourraient empêcher totalement l'entrée de microplastiques dans l'eau potable ne sont pas encore très répandues; la technologie actuelle ne peut en supprimer qu'une fraction.

? **Question: Qu'en est-il des hormones/pesticides/médicaments/autres molécules bioactives? eau?**

💡 **Réponse:**

Tout comme les microplastiques, des molécules bioactives sont également présentes dans l'eau: grâce à l'analyse des eaux usées des villes, on peut obtenir des informations, par exemple, sur le nombre d'utilisateurs de contraception hormonale, d'utilisateurs de tel ou tel médicament, de personnes malades du coronavirus, etc. Dans la plupart des cas, ces molécules ne sont pas éliminées à la station d'épuration et se retrouvent donc non seulement dans l'environnement, mais aussi dans l'eau potable. Cependant, depuis peu, des accessoires technologiques (généralement des lampes UV combinées à des méthodes d'oxydation avancées (appelées AOP) avec des filtres à charbon actif) commencent à être installés dans les grandes stations d'épuration des eaux, qui éliminent également ces substances indésirables de l'eau.

? **Question: J'ai entendu dire que du fluor est versé dans l'eau. Est-ce vrai?**

💡 **Réponse:**

C'est vrai, ou c'était vrai. Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, des composés fluorés ont été ajoutés à l'eau (par exemple, la cryolite; ce qu'on appelle la fluoration de l'eau) afin de fournir une dose suffisante de fluor aux consommateurs - le fluor est un élément essentiel, par exemple, de l'émail des dents. Mais dans les années 1990, cette pratique a été abandonnée principalement pour des raisons économiques. Aujourd'hui, la fluoration de l'eau est réintroduite, par exemple en Grande-Bretagne.

## 2.5 Réseau d'eau

Le pipeline seul dans un petit village peut atteindre plusieurs kilomètres; la longueur totale des réseaux en République tchèque était de 82 034 kilomètres en 2022 (environ un cinquième de la distance entre la Terre et la Lune).

*École secondaire: ce que l'on appelle le réseau de canalisations peut être raccordé sous forme de dérivation, de circuit ou de manière combinée (les deux dernières méthodes ont l'avantage qu'un défaut ne coupe pas, par exemple, l'ensemble du quartier de l'alimentation, car il est possible de l'alimenter depuis une autre direction). On peut également distinguer les systèmes d'adduction d'eau selon la taille du territoire desservi en locaux (alimente une seule commune), en groupe (plusieurs communes ou éventuellement une agglomération urbaine) et régional (contient non seulement des systèmes d'adduction d'eau, mais aussi plusieurs stations d'épuration, qui peuvent s'entraider, par exemple, en cas d'arrêts ou de dysfonctionnements).*

Le matériau du réseau d'adduction d'eau a une influence fondamentale sur la manière dont il est exploité et, dans des cas extrêmes, il peut avoir un impact non seulement sur les pertes d'eau dans le réseau dues à des fuites, mais aussi sur la qualité. Selon l'époque de la construction, nous pouvons rencontrer les matériaux suivants: fonte, acier (y compris l'acier inoxydable et les pièces galvanisées), plastique (généralement PVC - polychlorure de vinyle, PP - polypropylène, fibre de verre, HDPE - polyéthylène), béton armé, cuivre, laiton

(principalement raccords et autres composants plus petits), verre, amiante-ciment, béton de verre ou plomb (ces trois derniers matériaux sont remplacés autant que possible en raison de risques sanitaires ou techniques).

**SŠ:** *Pourquoi l'amiante pose-t-elle un problème non seulement dans la gestion de l'eau, mais aussi, par exemple, dans le secteur de la construction lors de la reconstruction de bâtiments plus anciens? L'amiante est un silicate fibreux qui était utilisé, entre autres, en raison de son caractère ininflammable. Cependant, lorsque la structure est brisée (par exemple lors de réparations et de démolitions), de petites fibres pénètrent dans les poumons, où elles entraînent des cicatrices au niveau des alvéoles et le développement possible d'un cancer.*

**SŠ:** *Un autre matériau intéressant que l'on peut rencontrer (quoique très rarement) est le béton de verre. Ce matériau a été utilisé après la Seconde Guerre mondiale, alors qu'il y avait une pénurie de fer pour le secteur de l'eau; au contraire, il y avait beaucoup de verre, surtout dans les zones frontalières. Ce sont des tuyaux en verre noyés dans le béton.*

Le temps que l'eau passe dans les canalisations n'est certainement pas négligeable et peut atteindre jusqu'à des unités de jours plus élevées (les extrêmes vont jusqu'à 14 jours). Il faut y prêter attention lors du réglage de la dose du désinfectant (le plus souvent du chlore); par conséquent, les maisons situées à proximité de l'usine de traitement/de l'évier peuvent sentir beaucoup plus de chlore que les points de collecte les plus éloignés. La question de la désinfection et de la protection hygiénique générale de l'eau dans le réseau de distribution (généralement avec de l'hypochlorite) fait partie du chapitre consacré aux différentes unités technologiques du système de station d'épuration.

Pour que l'eau s'écoule après l'ouverture du robinet, il est nécessaire de créer une pression dans le tuyau (ce qui, après tout, peut être vu, par exemple, dans les films, lorsqu'un geyser d'eau se produit lorsqu'un tuyau éclate, ou lorsqu'un tuyau est connecté à une bouche d'incendie). Ceci peut être réalisé soit par des stations de pression automatiques sur le réseau, soit en plaçant le réservoir sur un endroit élevé à proximité (ou sur une tour) de manière à ce que la pression soit suffisante en tous points du réseau (ce qu'on appelle la zone de pression). Vous êtes-vous déjà demandé comment les gratte-ciel sont alimentés en eau?

**ZŠ:** *Cela ne sert à rien d'expliquer tous les éléments. Il est important de mentionner qu'il faut également payer pour puiser de l'eau dans la nature, ce dont ils ne se rendent souvent pas compte. Mentionnez également des éléments tels que l'électricité, les salaires des employés, les produits chimiques et la restauration des propriétés.*

**Lycée:** *Ici, il est possible de discuter plus largement, par exemple en demandant combien coûte un m<sup>3</sup> d'eau (soit il peut s'agir d'un devoir, soit vous pouvez connaître le degré d'orientation des élèves en littérature financière en devinant), quels sont les coûts mensuels de l'eau et les comparer avec les coûts de l'électricité, du téléphone, de Netflix (voir le tableau ci-dessous, que vous pouvez ou non utiliser); comparer en même temps les coûts de l'eau du robinet et de l'eau en bouteille (voir le premier chapitre de ce document).*

**Curieux: Il est très difficile, en raison de l'évolution constante des prix (et de l'inflation, avec laquelle le pays est aux prises au moment de la rédaction de ce document), de rédiger un tableau comparatif du prix de l'eau et d'autres services ou prestations. D'un autre côté, il n'est pas nécessaire d'avoir une comparaison absolument exacte, mais seulement une sorte de guide; le tableau suivant compare donc les dépenses mensuelles individuelles en utilisant des multiples, où 1 = paiement mensuel de l'eau (consommation moyenne utilisée en République tchèque de 89,4 L/personne/jour, soit 2,7 m<sup>3</sup>/personne/mois avec un prix moyen en République tchèque de 100 CZK/m<sup>3</sup>):**

### 2.5.1 Compteurs d'eau

Bien entendu, les compteurs d'eau sont indispensables pour les raccordements d'eau. Nous estimons qu'il est très utile que, dans le cadre de l'excursion, vous expliquiez et illustrez même un appareil aussi courant qu'un compteur d'eau, ou même que vous mentionniez des méthodes de lecture à distance. Les participants à l'excursion le verront probablement pour la première fois de leur vie. Il est suggéré ici de mentionner comment entretenir le compteur d'eau à la maison (surtout en hiver).

**SŠ: Actuellement, il existe des compteurs d'eau dans les opérations de test qui rapportent automatiquement les valeurs au système de l'exploitant (par exemple) une fois par heure, et il est ainsi possible de mieux organiser la production (sous forme d'apprentissage automatique sur un jumeau numérique) ou de détecter des fuites et ainsi d'économiser de l'argent et des ressources naturelles.**

Ce qui n'est pas bien connu du grand public est la perte d'eau lors du transport par pipeline - en République tchèque, ces pertes sont en moyenne de 15 % (c'est-à-dire qu'un litre d'environ 6 litres d'eau traitée s'écoule dans le sol inconnu), tandis que dans certains extrêmes (à l'étranger), cette valeur peut atteindre jusqu'à 80 %. La moyenne mondiale est d'environ 40 %. Une nouveauté qui peut aider à détecter les pertes d'eau sont les compteurs d'eau avec mesure du bruit acoustique. Une fissure dans le tuyau provoquera un certain bruit, ce qui facilitera sa localisation.

**Les pertes d'eau inférieures à 5 % peuvent être considérées comme extrêmement faibles et leur réduction ultérieure est très difficile. Nous entrons ici dans le domaine de l'imprécision dans la mesure du débit et de la quantité d'eau. Dans le même temps, de très petites fuites ou des fuites au niveau des joints des tuyaux et des raccords, qui sont pratiquement impossibles à mesurer et à localiser, contribuent également aux pertes d'eau à des niveaux d'unités de pourcentage inférieurs.**

### 3 Description des technologies

*Informations de base sur les technologies – faits et faits intéressants qui constitueront votre propre excursion.*

Comme cela a déjà été écrit à plusieurs reprises ci-dessus, la partie suivante de la méthodologie est modulaire et les parties individuelles ne se suivent pas; veuillez choisir les unités technologiques qui vous concernent et composer à partir d'elles votre propre programme d'excursions. Même si nous avons essayé d'inclure toutes les technologies courantes dans les pays tchèques, il est possible que nous en ayons oublié certaines. Dans ce cas, veuillez demander au technologue/représentant professionnel de créer une description similaire aux descriptions ici.

**SŠ:** *Ce qui commence actuellement à être mis en avant en République tchèque en ce qui concerne les technologies et la sécurité des processus d'approvisionnement en eau, c'est la cybersécurité. Il y a déjà eu plusieurs actes de terrorisme (à l'étranger), au cours desquels, par exemple, des dosages de produits chimiques ont été modifiés ou l'approvisionnement en eau du réseau a été interrompu en raison d'une attaque de pirate informatique. Même si cela semble anodin, augmenter le pH de l'eau à 11 implique des dommages caustiques au système digestif.*

**Curieux:** *Pour attirer l'attention, vous pouvez parcourir la page Wikipédia intitulée [Terrorisme dirigé contre les infrastructures d'approvisionnement en eau potable](#), parmi laquelle vous pouvez sélectionner quelques cas (ou sur la version anglaise de la même page) et les mentionner au moment opportun dans votre interprétation. Les soi-disant histoires de crimes réels sont populaires parmi les jeunes d'aujourd'hui et vous apporteront certainement des points positifs.*

### 3.1 Ciseau

**Importance**

Protection contre la pénétration de saletés, les dommages mécaniques aux équipements de pompage et le colmatage des canalisations

**Principe**

Une barrière mécanique capturant la matière à sa surface

**Matériel capturé**

Saletés grossières et fines (en fonction de la distance entre les différents peignes), par ex. branches, cônes, feuilles, poissons, grenouilles

Partie de l'installation réceptrice des eaux de surface (cette étape technologique n'est pas requise pour les eaux souterraines, car la nature de la source ne suppose pas la présence de parties aussi importantes). Le matériel doit être adapté pour un nettoyage facile. Dans les petites usines de transformation, ce nettoyage se fait manuellement avec un chiffon. Dans les opérations plus importantes, les peignes disposent d'un essuyage mécanique continu.

**ZŠ:** *Les enfants peuvent imaginer un peigne comme une grille ou un peigne. Comme les peignes, les peignes peuvent être fins, avec une forte densité de dents (peignes très rapprochés), moyens et grossiers, qui ont des dents éloignées les unes des autres. Assemblez avec les enfants ce que nous pouvons faire flotter sur le peigne (des exemples sont mentionnés dans le matériel capturé ci-dessus). Les enfants seront sans aucun doute créatifs. Les peignes mécaniques peuvent être rapprochés des escaliers mécaniques, qui font monter la saleté jusqu'à ce qu'elle finisse dans le conteneur. Comme l'eau brute n'est pas aussi sale, les déchets des rayons ne sont généralement exportés que quelques fois par an au maximum.*

*Demandez-leur ensuite pourquoi ils pensent que des peignes sont nécessaires dans la station d'épuration (protection contre le colmatage, dommages aux équipements importants)*

**Secondaire:** *Pour les lycéens, vous pouvez aborder des sujets plus techniques, comme la distance entre les peignes (et les écarts entre eux), etc.*

**Curieux:** *Dans une station d'épuration des eaux de Bohême occidentale, il existe une étape technologique "Fish Catcher", où il peut sembler qu'elle ait la même raison d'être incluse que les peignes. Mais la vérité est que le récupérateur de poisson est situé derrière le système de pompe et que les restes de poisson hachés n'auraient rien à attraper dans le réservoir de rupture (comme son nom correct l'indique).*

## 3.2 Aération

<b>Importance</b>	Évacuation des gaz (par exemple radon, sulfane, CO <sub>2</sub> libre,...) Élimination mécanique du dioxyde de carbone - désacidification de l'eau, réduisant ainsi les effets corrosifs de l'eau Enrichissement de l'eau en oxygène - réaction d'oxydation (élimination du fer)
<b>Principe</b>	Mélanger l'eau avec l'air. Une augmentation de la surface de l'interface eau-air va intensifier les échanges gazeux entre l'eau et l'air.
<b>Matériel concerné</b>	Substances gazeuses indésirables (passant dans l'air et plus loin dans l'atmosphère), substances oxydées (principalement le fer – il est ensuite séparé sous forme non dissoute)

Auparavant (historiquement), on utilisait des cascades lorsqu'elles étaient formées de plusieurs débordements. L'énergie obtenue par le trop-plein permet de mélanger l'eau avec l'air, enrichissant ainsi l'eau en oxygène. D'autres solutions techniques sont les aérateurs Bubla et Fuka, qui sont des colonnes horizontales ou verticales dans lesquelles l'air est insufflé à l'aide de ventilateurs.

Surtout, les eaux souterraines sont riches en manganèse et en fer, contiennent des concentrations plus élevées de dioxyde de carbone et des concentrations plus faibles d'oxygène dissous que les eaux de surface. Dans certaines régions de la République tchèque, les concentrations de radon sont également plus élevées en raison du sous-sol géologique. Pour ces raisons, le processus d'aération est particulièrement important pour le traitement des eaux souterraines (bien qu'on le rencontre également dans certaines usines de traitement des eaux de surface, où il n'est pas utilisé en raison de l'élimination du radon).

**ZŠ:** *Il n'est certainement pas nécessaire d'entrer dans de grands détails techniques; une description tout à fait suffisante est que, grâce au soufflage d'air dans l'eau, les gaz présents dans l'eau sont évacués.*

**SŠ:** *Si nous ventilons le radon, nous pouvons citer comme point intéressant sa demi-vie relativement courte, environ 3,6 jours, et comme méthode d'élimination, on peut également utiliser une longue accumulation d'eau, où le radon se désintègre naturellement. Cependant, cela n'élimine pas la radioactivité en tant que telle, car le radon se désintègre ensuite en isotopes instables du polonium et du plomb (ce qu'on appelle la série de transformation uranium-radium).*

**Curieux:** *nous pouvons nous référer à la loi de Henry (voir l'équation ci-dessous) et dire que différents gaz ont une volonté différente de se transférer entre l'eau et l'air. Par exemple, le radon est très bien ventilé. Dans le cas du dioxyde de carbone, cela dépend de la composition globale de l'eau.*

$$p_1 = K_1 \cdot x_1$$

*Dans l'équation décrite ci-dessus,  $p$  est la pression de vapeur du soluté au-dessus de la solution,  $x$  est la fraction molaire du soluté dans la solution et  $K$  est la constante de Henry remplissant la fonction de constante de proportionnalité.*

*Il est intéressant de noter que le rejet de ce radon rejeté dans l'atmosphère n'est soumis à aucune autorisation des autorités de l'État (en l'occurrence l'Office d'État pour la sûreté nucléaire), car il se produit naturellement.*

### 3.3 Sédimentation

<b>Importance</b>	élimination des impuretés décantables
<b>Principe</b>	les matières en suspension plus lourdes tombent vers le fond du réservoir en raison de la gravité
<b>Matériel capturé</b>	élimination d'une proportion importante de substances insolubles

Le principe de la plupart des méthodes d'élimination des polluants courants de l'eau est leur conversion en une forme non dissoute et sa séparation ultérieure. Cette étape de séparation est généralement une filtration. Cependant, la filtration est exigeante sur la surface de l'appareil, le filtre doit être lavé et surveillé. Donner la priorité à la sédimentation avant la filtration peut réduire considérablement le coût de la filtration, voire la taille du filtre; d'autre part, cela augmente considérablement le temps nécessaire à l'eau pour passer par la technologie de traitement.

Lors du fonctionnement des stations d'épuration, la sédimentation est précédée d'une coagulation, les flocons formés sédimentant ensuite. Au fur et à mesure que des flocons de différentes tailles se forment, ils se déposent au fond à des vitesses différentes. La technologie ne fournit souvent pas le temps ou la longueur du récipient pour décanter toutes les substances décantables, et par conséquent la sédimentation est toujours suivie d'une filtration, grâce à laquelle des flocons encore plus petits peuvent être éliminés.

La sédimentation est également en partie utilisée pour le décanter des substances non dissoutes dans les eaux usées provenant du processus de traitement des eaux, dans ce que l'on appelle la gestion des boues (voir l'un des autres sous-chapitres de ce document), ou dans le processus de traitement des eaux usées (voir d'autres documents créés dans le cadre de ce projet).

**ZŠ:** *L'eau brute contient de nombreuses substances non dissoutes, que nous pouvons éliminer avec ou sans utilisation préalable de produits chimiques, et seulement avec l'aide du temps et du calme. Gravity fonctionne de manière fiable et gratuite. Les particules de saleté tombent lentement vers le fond, où elles se déposent. L'eau débarrassée des impuretés déborde alors par le haut du réservoir et passe au niveau de traitement suivant, généralement une filtration.*

**SŠ:** *En raison de l'action du champ de force, les particules coulent au fond en raison des différentes densités et tailles des particules. Les particules plus grosses coulent plus rapidement au fond. Un facteur très important est de calmer l'eau autant que possible avant qu'elle n'entre dans le réservoir.*

**Curieux:** *L'efficacité de la sédimentation doit être d'environ 80 à 90 % pour que l'étape de séparation par sédimentation soit déclarée fonctionnelle. Par exemple, des parois de forage, des cloisons supplémentaires (appelées sédimentation lamellaire) ou l'ajout de lait de chaux (suspension d'hydroxyde de calcium) peuvent être utilisés pour améliorer l'efficacité, ce qui entraîne les particules non dissoutes vers le bas.*

### 3.4 Flottation

**Importance****Principe****Matériel capturé**

séparation des particules en suspension et valorisation biologique des bulles d'air dissous transportent la pollution à la surface  
pollution hydrobiologique, secondairement également d'autres substances

La flottation est une autre étape de séparation du traitement de l'eau, qui précède dans la grande majorité des cas la filtration, et qui sert à séparer les particules ou organismes en suspension ou flocculants du liquide (c'est-à-dire l'eau potable traitée) à l'aide de bulles d'air. Selon la méthode de création des bulles, on peut diviser la flottation en flottation électrolytique, mécanique ou sous pression, alors que dans le bassin tchèque on ne rencontre que la dernière variante.

Le principe de la méthode est que les particules (formées par exemple par coagulation) se combinent avec les bulles d'air soufflées, qui sont donc plus légères que l'eau et montent vers le haut. Cela crée une couche de boues à la surface, qui est balayée dans les déchets, et l'eau est évacuée du fond du réservoir pour d'autres étapes technologiques (principalement une filtration) - c'est-à-dire l'opposé de la sédimentation.

Il est important de noter que la flottation elle-même ne fonctionne que sur les substances non dissoutes, mais pas sur les substances dissoutes. Dans ce cas, la coagulation doit précéder, lorsque des flocons se forment, qui sont ensuite éliminés. La coagulation est donc pratiquement toujours précédée d'une flottation.

La flottation en tant que telle n'est pas une technologie très répandue en République tchèque et est principalement utilisée dans les grandes usines de transformation, où l'on suppose qu'un technologue vous aidera avec la description chimique et technique; par conséquent, seules des informations de base simplifiées sont fournies sur cette page.

**ZŠ:** *Les flocons formés contenant des impuretés, éventuellement des cyanobactéries, des algues et d'autres composants biologiques de l'eau, sont transportés vers la surface à l'aide de plusieurs millions de bulles d'air, où ils sont collectés comme déchets. L'eau destinée à un traitement ultérieur est ensuite collectée au fond. De nombreuses bulles ressemblent de loin à l'eau d'une couleur laiteuse.*

**SŠ:** *L'air comprimé se dissout dans l'eau selon la loi de Henry (voir fiche technologique sur l'aération). Lorsque l'eau est saturée dans un volume fermé, de nombreuses microbulles d'une taille de 30 et 100 micromètres se forment, qui sont ensuite évacuées dans l'espace de flottation, qui ramène ensuite les substances non dissoutes à la surface.*

*La flottation en tant que telle n'est pas seulement utilisée dans le traitement de l'eau potable, mais aussi, par exemple, dans le traitement des eaux usées ou dans le traitement des minerais, où elle fonctionne selon le même principe.*

**Curieux:** *Dans la littérature, on peut rencontrer l'abréviation DAF, qui vient de l'anglais dissolved air flotation, qui désigne une flottation sous pression. Dans les*

***conditions tchèques, il n'était utilisé pour le traitement de l'eau potable qu'au début du 21e siècle (en 2005).***

*A la place de l'oxygène dissous, cette technologie peut également utiliser du pétrole (méthode historique, plus utilisée aujourd'hui), ou de l'ozone (très peu répandue, plutôt une possibilité théorique).*

### 3.5 Clarification / coagulation / floculation

<b>Importance</b>	accélère l'élimination des substances fines en suspension et colloïdales (normalement difficiles à décantier)
<b>Principe</b>	les fines particules sont converties en amas plus gros formés de particules plus grosses sédimentant plus rapidement liant – coagulant et floculant
<b>Matériel capturé</b>	substances colloïdales, micro-organismes

Il s'agit d'un processus technologique important utilisé principalement pour le traitement des eaux de surface, où, avec la filtration ultérieure, sont éliminées les substances dissoutes (généralement des substances organiques de haut poids moléculaire, telles que les substances humiques) et colloïdales, qui ne peuvent pas être éliminées par elles-mêmes par sédimentation ou flottation. La clarification est un processus exigeant en termes de gestion et de conception, car il est influencé par de nombreux paramètres tant de l'eau traitée (pH, température) que de paramètres technologiques (vitesse de mélange, forme des agitateurs, dose d'agent de coagulation).

Avec l'utilisation de particules de fer ou d'aluminium chargées positivement (généralement des sulfates ou des chlorures sous forme d'hydrates), des amas plus grands de soi-disant flocons se forment, qui peuvent ensuite être éliminés par sédimentation, flottation ou filtration. Les particules positives attirent alors les impuretés comme un aimant.

**ZŠ:** *Nous ajoutons un réactif à l'eau, ce qui fait que les substances dont nous ne voulons pas qu'elles soient présentes dans l'eau commencent à précipiter et à s'accumuler sous forme de flocons. Les flocons résultants, qui sont nettement plus gros que les impuretés elles-mêmes, peuvent ensuite être facilement éliminés par filtration et sédimentation. Astuce de démonstration: Nous pouvons montrer ces flocons et comparer l'eau avant et après coagulation.*

**SS:** *La coagulation, ou clarification, est un processus important qui peut convertir les substances dissoutes dans l'eau en substances non dissoutes. L'ajout de l'agent amène des substances dissoutes autrement stables, telles que les humines, à commencer à s'agglutiner pour former un précipité avec le coagulant. Le procédé nécessite l'utilisation d'un réactif adapté, le réglage de la bonne dose de réactif et les bonnes conditions, comme le pH notamment. Ces éléments ne peuvent pas être conçus de manière fiable « à partir de la table » et avant tout changement majeur, des tests dits de coagulation du verre doivent être effectués en laboratoire.*

**Curieux:** *les substances colloïdales sont stabilisées dans l'eau par la charge électrique à leur surface. L'ajout d'un réactif modifie la charge et ainsi les déstabilise et leur permet de s'agglutiner (comme des aimants).*

*Substances humiques - les substances humiques ou autres substances d'origine naturelle sont souvent éliminées par coagulation. Ceux-ci en eux-mêmes ne sont pas nocifs pour la santé humaine, mais provoquent des problèmes sensoriels,*

***notamment une décoloration brune. Une autre raison de leur élimination est d'assurer la stabilité à long terme de l'eau, alors que ces substances pourraient servir de substrat à la croissance de bactéries. Une autre raison est leur réaction possible avec le chlore utilisé pour garantir l'hygiène de l'eau. Des substances chlorées potentiellement dangereuses pourraient être produites (ce que l'on appelle des sous-produits de désinfection, par exemple le chloroforme).***

*Dans la pratique, on rencontre les termes floculation, coagulation et clarification, termes souvent (à tort) confondus. La coagulation est la formation d'amas de particules (on pourrait aussi la décrire comme une déstabilisation), la floculation (également l'agrégation) est la formation de flocons visibles à partir de ces amas; la clarification se fait alors généralement par mélange sans suite ultérieure à la formation de flocons. La coagulation, contrairement à la floculation, n'est pas réversible.*

## 3.6 Filtration

**Importance****Principe****Matériel capturé**

une étape clé dans l'élimination des matières en suspension dans l'eau capture de grosses particules (oxydées, floculées) sur des particules de sable substances dissoutes oxydées, particules coagulées (par exemple, substances colloïdales, micro-organismes, oxydes de fer et de manganèse hydratés, particules d'argile)

Le filtre est probablement la technologie la plus traditionnelle utilisée dans le traitement de l'eau et vous pouvez probablement le trouver dans toutes les stations d'épuration de la République tchèque. Il existe plusieurs types de filtres selon le remplissage. Divers filtres en tissu ou en voile qui retiennent les matériaux à leur surface (comme les lycéens le savent peut-être grâce, par exemple, aux exercices de laboratoire de chimie) ne sont pas beaucoup utilisés dans l'industrie de l'eau et sont plus susceptibles d'être utilisés dans d'autres domaines, ou dans les piscines domestiques, par exemple. Dans l'industrie de l'eau, la filtration à travers une couche de matériau granulaire est très répandue, lorsque le matériau est capturé dans le volume de remplissage du filtre; il s'agit généralement de sable ou de sable chimiquement modifié comportant différentes couches modifiées.

Au premier coup d'œil, vous pouvez également voir la différence entre un filtre sous pression et un filtre ouvert. Le type approprié est choisi principalement en fonction de la technologie restante et des exigences d'espace: les pompes à pression sont nettement plus petites que les pompes ouvertes, mais elles consomment également l'énergie électrique des pompes.

En principe, c'est la même filtration que celle que les enfants sont susceptibles d'imaginer: les particules sont guidées par une couche de matériau granulaire dans laquelle elles sont captées. Au fur et à mesure que le filtre se bouche, la chute de pression augmente et moins d'eau passe à travers, ou bien il faut augmenter la pression pour maintenir le débit (au prix d'une plus grande consommation d'énergie et en même temps d'une plus grande sollicitation de la technologie). Lorsque la perte de pression est trop élevée ou que la suspension en suspension commence à pénétrer dans le filtre, celle-ci doit être lavée. Le lavage consiste à inverser le flux d'eau à travers le filtre et à augmenter le débit pour provoquer l'expansion de la cartouche (la cartouche est « pelucheuse »). Le lavage est souvent intensifié avec de l'air comprimé, ce qui facilite la libération des matières emprisonnées dans le filtre.

Le matériau filtrant peut être du sable avec une granulométrie d'env. 0,6 à 1,8 mm (il existe différentes granulométries avec différentes plages). Ou d'autres matériaux, comme l'antracite, ou des matériaux filtrants produits industriellement avec des propriétés particulières. Une forme particulière de filtre est le filtre dit de désacidification. Cependant, son objectif n'est pas la filtration, mais l'ajustement du bilan carboné, et sera donc décrit dans un autre chapitre.

Conseil du guide: préparez une cartouche filtrante dans un béccher ou un autre récipient et envoyez-la aux enfants pour qu'ils la touchent (certaines entreprises technologiques proposent carrément ces kits d'échantillons comme articles promotionnels). Une telle démonstration illustrative renouvellera l'attention des participants de l'excursion.

### 3.7 Échangeurs d'ions

<b>Importance</b>	Élimination des cations ou anions indésirables de l'eau
<b>Principe</b>	substances de haut poids moléculaire (ionex) contenant des groupes fonctionnels capables de capturer un ion de charge opposée
<b>Matériel capturé</b>	substances dissoutes à l'état ionisé (charge positive ou négative)

Le traitement de l'eau par échange d'ions est très efficace. Les ionex, ou échangeurs d'ions, ciblent principalement la pollution inorganique de l'eau, mais si les substances organiques portent une charge, elles peuvent également être capturées. Les ionex se présentent généralement sous la forme de petites boules. En général, il s'agit de substances de haut poids moléculaire portant des groupes fonctionnels dans leur structure. Ces groupes ont une certaine charge, qui détermine quel groupe de substances ils attireront. On distingue deux types d'ionex, négatifs et positifs. Les gens confondent souvent leurs noms, mais comme les électrodes, les ionex sont toujours nommés en fonction du type de charge qu'ils attirent - le catex échange des cations et l'anex échange des anions. Toute une gamme de substances naturelles et synthétiques ont la capacité d'échanger des ions. Les zéolithes font partie des échangeurs d'ions d'origine naturelle les plus connus. Mais aujourd'hui, on utilise le plus souvent des substances d'origine synthétique, principalement à base de polymères.

Comme pour la sorption sur le charbon granulaire, il n'y a qu'une quantité limitée de groupes fonctionnels sur ionex. Par conséquent, si toutes les places sont remplies, une régénération est nécessaire. Le plus gros obstacle au fonctionnement des échangeurs d'ions est l'élimination des solutions de régénération. L'élimination des déchets est généralement le facteur limitant dans la décision d'introduire ou non ce type de technologie de traitement. En raison de la quantité et de la nature des déchets (teneur importante en sel), la technologie est davantage utilisée pour les petites stations d'épuration.

**École primaire:** Montrez aux enfants un échantillon de ce à quoi ressemble un tel ionex. Laissez-le circuler et lorsqu'il revient vers vous, demandez aux enfants à quoi il ressemblait: comment le décriraient-ils? Insistez sur le fait que le principe de la technologie est l'échange d'ions. Les enfants savent-ils ce qu'est un ion? Maintenant que vous comprenez le concept, comment l'échange d'ions pourrait-il fonctionner? Il s'ensuit que les balles (ionex) qu'ils ont vues porteront une sorte de charge. Que font, repoussent ou attirent les mêmes charges? Vous pouvez le leur démontrer sur des aimants. Quand vous arrivez au fait que les contraires s'attirent, expliquez pourquoi les investissements et les annexes sont appelés ainsi. En conclusion, résumons que ionex nous aide à capter un certain type d'ions en fonction de la charge qu'ils portent. De temps en temps, l'ionex doit être rincé afin qu'il se débarrasse de tout ce qu'il a précédemment capturé et puisse continuer à faire notre travail.

**Curieux:** Le degré de capacité à retenir la substance dépend des propriétés de l'ionex utilisé et de l'ion lui-même. Certains types de substances peuvent également se lier de manière irréversible au ionex et ainsi empêcher son

***fonctionnement. Ces ionex ne peuvent plus être régénérés et sont traités comme des déchets.***

## 3.8 Absorption

### Importance

méthode efficace de piégeage des micropolluants, effet positif sur le goût de l'eau, protection après application d'ozone

### Principe Matériel capturé

capture de substances sur une grande surface (adsorption) de granules substances organiques responsables du goût et des odeurs micropolluants organiques et inorganiques (pesticides et médicaments)

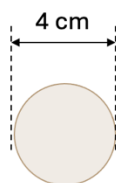
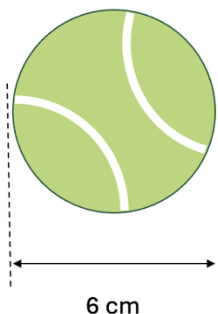
Le charbon actif est fabriqué à partir de charbon, de bois ou de tourbe et possède une structure poreuse avec une grande surface interne. La surface spécifique du charbon actif est généralement d'environ 1 000 m<sup>2</sup> par gramme, mais peut atteindre jusqu'à 3 500 m<sup>2</sup> par gramme. Pour vous donner une idée, le stade de football Eden de Prague compte environ 7 000 m<sup>2</sup>, ce qui correspond à 7 grammes de charbon actif. Vous pouvez connaître la superficie du terrain de football de votre région ou, mieux encore, celui de la ville d'où viennent les visiteurs et comparer la quantité de charbon actif. Vous pouvez peser la quantité et la conserver dans un récipient pour les excursions sur le terrain. Les enfants verront à quoi ressemble le charbon actif et imagineront mieux la quantité dont vous parlez.

La sorption sur charbon actif est le moyen le plus fréquemment utilisé pour éliminer les substances organiques présentes dans l'eau, notamment les micropolluants tels que les pesticides. Pour les pesticides, l'efficacité d'élimination varie généralement de 50 à 95 %, selon le type de charbon actif et le type de substance adsorbée. Le charbon actif est principalement utilisé pour sa haute efficacité et sa facilité d'application. Dans l'industrie de l'eau, on rencontre le plus souvent sa forme granulaire, mais le charbon actif en poudre est également souvent utilisé. Les grandes stations d'épuration gardent en réserve du charbon actif en poudre en cas de problèmes de fonctionnement des filtres à charbon actif granulaire ou si la qualité de l'eau se détériore soudainement. De manière générale, on peut dire que le charbon actif en poudre est principalement utilisé pour la détérioration saisonnière de la qualité de l'eau (goût, odeur, ruissellement des champs) et l'application est généralement classée avant filtration. L'inconvénient de la forme poudre est qu'elle s'efface après application, cette forme est donc plus chère et moins utilisée pour un fonctionnement normal. Si la qualité de l'eau brute continue de se détériorer, les stations d'épuration utilisent une filtration sur charbon actif granulé. Il est important de mentionner qu'avec le temps, la capacité d'adsorption du charbon diminue et qu'avec le temps, il est nécessaire de le régénérer, c'est-à-dire de restaurer son efficacité.

**ZŠ: Les substances nocives sont capturées à la surface, pas seulement à l'extérieur. L'effort est de rendre cette surface la plus grande possible. L'apparence peut être trompeuse, car la surface qui rassemble l'intérieur du matériau en charbon actif est plusieurs fois plus grande que la surface externe, ce que l'on remarque habituellement. Demandez aux enfants s'ils ont déjà lu Ferda la fourmi avec leurs parents, ou s'ils ont vu une fourmière derrière une vitre -**

*beaucoup de chemins, différentes longueurs et rebondissements. C'est probablement à cela que cela pourrait ressembler dans un granulé de charbon actif. Les substances pénètrent alors profondément à l'intérieur du grain et sont ensuite captées dans tous ces chemins.*

*SŠ: Nous osons dire que la notion de surface spécifique (mesurée) n'est pas tout à fait simple à introduire. C'est pour cette raison qu'il est important d'accorder davantage d'attention à son explication. C'est la surface d'une substance solide par unité de masse. En d'autres termes, quelle est la surface en mètres carrés d'un gramme d'une substance. Pourquoi nous y intéressons-nous, qu'est-ce qui rend la surface si importante à nos yeux et pourquoi prenons-nous la peine de la déterminer? En termes simples, il s'agit de l'un des paramètres les plus importants de l'adsorption, car l'adsorption est le processus d'accumulation d'une substance sur une surface. En termes simples, plus la surface est grande, plus il y a d'espace pour piéger les substances. Je vois! Mais comment obtenir une plus grande surface spécifique? S'il vous plaît, laissez les enfants réfléchir un moment. Par exemple, vous pouvez leur montrer une balle de tennis et démontrer quelle est sa surface. Mais comment augmenter le rapport surface/poids? Contre-intuitif, on dirait qu'il faut utiliser des particules plus grosses, car alors la surface est plus grande. La surface des particules est oui, mais pas spécifique, car cela augmente également la masse de la particule. Une option consiste à avoir des particules plus petites (balle de ping-pong). S'ils ne vous croient pas, vous pouvez leur montrer un calcul simple:*



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

**Tenisový míček**

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

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

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

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

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

**Ping-pongový míček**

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

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

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

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

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

*Le deuxième changement plus fondamental est la porosité de la particule. Les enfants savent-ils ce que sont les pores? Laissez-les imaginer un cube de fromage qu'ils aiment, par exemple l'edamame. Et maintenant à côté de ce cube d'Emmental vraiment fuyant. Lequel a la plus grande surface spécifique? Les pores peuvent augmenter la surface spécifique. Le charbon actif est un excellent adsorbant précisément en raison de sa porosité élevée, créée par sa production.*

*Curieux: En général, on distingue deux types d'adsorption: physique et chimique. Les substances peuvent être liées sur toute la surface par adsorption physique, la*

*force de liaison est généralement faible et la désorption se produit d'autant plus facilement. L'adsorption physique se produit le plus souvent en raison des forces de Van der Waals, et une adsorption multicouche peut également être observée. En revanche, l'adsorption chimique fonctionne à l'aide de sites dits actifs et de nombreux facteurs influencent le déroulement de la capture des substances. Le mélange de substances dans l'eau provoquera également une compétition de substances pour les sites actifs, car certaines substances auront une plus grande affinité, un désir, de se lier aux sites de l'adsorbant. L'adsorbant possède également une quantité limitée de ces sites et lorsqu'ils sont remplis, une adsorption ultérieure ne peut plus fonctionner. Heureusement, le processus ne s'arrête pas à l'épuisement de la capacité de sorption, le charbon ne doit pas être jeté après épuisement, mais il est possible de le régénérer (dans le cas de procédés de collage réversibles). Autrement dit, il est possible de restaurer la capacité de sorption du charbon actif. Comme pour l'adsorption (liaison d'une substance à une surface), le processus inverse fonctionne également, c'est-à-dire le détachement de la substance de la surface du sorbant. La désorption thermique est le plus souvent utilisée à cet effet. Le matériau est chauffé à une température très élevée (jusqu'à 1 200 degrés Celsius) lorsque les substances adsorbées sont éliminées du charbon. Mais il ne faut pas oublier qu'il y a aussi une oxydation et une abrasion du charbon lui-même, qui peuvent entraîner jusqu'à 15 % de perte de matière.*

## 3.9 Approvisionnement hygiénique en eau

**Importance****Principe**

approvisionnement en eau hygiénique en termes de micro-organismes  
effets de l'oxydation et de la chloration limitant ou désactivant des  
processus importants des cellules microbiennes, qu'elles détruisent  
ainsi

**Matériel « capturé »**

micro-organismes

L'approvisionnement hygiénique en eau est souvent un sujet controversé, mais il faut comprendre que le fait d'établir un lien entre certaines maladies et la qualité de l'eau et, par la suite, de garantir la qualité microbiologique de l'eau, a considérablement allongé l'âge moyen de la population.

**ZŠ:** *Les eaux naturelles contiennent des bactéries. Même l'eau traitée n'est pas totalement exempte de bactéries. La plupart des bactéries ne sont pas dangereuses pour l'homme et le corps humain peut y faire face. Il est cependant important de maintenir leur nombre à un niveau bas et surtout de s'assurer que les bactéries présentes dans l'eau ne sont pas dangereuses. La meilleure technologie de traitement ne peut garantir l'élimination absolue des bactéries, mais surtout, elle ne peut garantir que les bactéries ne se multiplieront pas dans le réseau d'eau. C'est pour cette raison que des désinfectants sont ajoutés à l'eau. Une quantité minimale de ceux-ci est ajoutée, principalement en raison de leur prix et de la limitation de l'effet sur l'odeur et le goût de l'eau. Du point de vue du consommateur d'eau, il est de loin préférable que l'eau contienne une certaine quantité minimale de désinfectant plutôt que de contenir des micro-organismes dangereux.*

**Curieux:** *Il est possible de raconter comment a été découvert le lien entre la qualité de l'eau et la propagation des maladies. John Snow menait des recherches sur le lien entre les maladies infectieuses et les sources d'eau en 1854 à Broad Street, à Londres, et a découvert que les personnes touchées par une épidémie étaient souvent liées par une source d'eau commune. Il a enregistré les cas de maladie sur une carte et le lien avec la source d'eau était évident. Un fait intéressant était qu'il y avait également un monastère au centre de l'épidémie, mais aucune maladie n'y était enregistrée. Demandez si quelqu'un sait pourquoi. La bonne réponse est que les moines ne buvaient pas d'eau, mais de la bière ayant subi un traitement thermique.*

### 3.9.1 Chloration

La chloration de l'eau est un processus dans lequel le chlore élémentaire ou ses composés sont utilisés pour assurer l'hygiène de l'eau. Plusieurs types de désinfectants à base de chlore sont utilisés. Cependant, le dosage du chlore gazeux, de l'hypochlorite de sodium ou du dioxyde de chlore est le plus souvent utilisé. La chloration est l'une des méthodes de désinfection les plus répandues dans l'industrie de l'eau.



**Conseil d'interprétation: La chloration n'est pas le terme correct d'un point de vue chimique. La chloration signifie que le chlore est chimiquement lié quelque part. Puisque l'objectif n'est pas de lier le chlore à l'eau, un terme beaucoup plus correct est celui de désinfection de l'eau. De plus, tous les agents à base de chlore n'ont pas d'effet chlorant sur les substances présentes dans l'eau. Par exemple, le dioxyde de chlore n'est qu'oxydant.**

La chloration contribue principalement à l'activité microbienne de l'eau. Le plus grand avantage de la chloration est ce qu'on appelle la désinfection secondaire. Cela signifie qu'il protège la qualité de l'eau même lors de sa distribution à travers les réseaux jusqu'au consommateur final. De plus, c'est un moyen simple d'assurer la désinfection même au niveau des réservoirs d'eau, préservant ainsi la qualité de l'eau à long terme. Les sous-produits de la chloration et l'effet négatif sur les propriétés sensorielles de l'eau constituent un gros inconvénient. Ce sont les raisons pour lesquelles de nombreux États ont finalement renoncé à la chloration. Les grandes stations d'épuration utilisent du chlore gazeux qui est introduit dans l'eau. L'hypochlorite de sodium est le plus souvent utilisé sur les petits.

On distingue trois formes fondamentales dans l'eau: le chlore total, le chlore actif libre et lié. En additionnant le lié et le libre, on obtient la concentration de chlore total. Le chlore, lié ou combiné, réagit avec l'ammoniac pour former des chloramines. La chloramine est particulièrement importante pour la désinfection secondaire car elle a une longue demi-vie et protège ainsi la qualité de l'eau de la contamination par des micro-organismes pénétrant dans le réseau de canalisations. Le chlore libre est mesuré dans chaque station d'épuration, qu'elle soit grande ou petite. Il protège l'eau de la contamination et constitue un excellent indicateur pour savoir si l'eau est toujours hygiéniquement sûre. Lorsqu'on parle de chlore libre, il convient de démontrer sa détermination aux enfants. Il est également suggéré de préparer des échantillons avec différentes valeurs de chlore libre afin que les enfants puissent voir comment la saturation de la couleur est liée à la concentration de chlore.

**Élémentaire: Demandez aux enfants ce qu'ils savent sur le chlore. Connaissent-ils son état et sa couleur? Ils l'appelleront probablement gaz de combat, ou se souviendront de la piscine. S'ils se souviennent de la piscine, vous pouvez leur dire d'essayer de se souvenir de son odeur.**

*Ce gaz et certains de ses composés chimiques ont des effets désinfectants importants. Après avoir été mélangées à de l'eau, ces substances détruisent efficacement les micro-organismes qui nous menacent dans l'eau. Les enfants connaîtront certainement l'hypochlorite de sodium sous le nom de SAVO.*

**SŠ: Le chlore dans l'eau est également consommé par des substances organiques résiduelles, il est donc nécessaire de chlorer l'eau aussi propre que possible. Comme pour les autres méthodes de désinfection, il est conseillé de ne chlorer qu'à la dernière étape du traitement de l'eau. La raison de l'utilisation fréquente du chlore est sa grande efficacité bactéricide, qu'il conserve même à faibles concentrations. L'importance de la dose de produits chimiques dépend toujours de la qualité de l'eau entrante et des limites de désinfection. L'efficacité de la chloration dépend extrêmement du pH de l'eau. Dans les stations d'épuration, nous essayons toujours de maintenir un certain niveau de chlore libre dans l'eau.**

**Curieux:** Les désinfectants à base de chlore sont également bien adaptés pour éliminer le fer, le manganèse, le sulfure d'hydrogène et certaines substances organiques particulièrement odorantes et de bon goût, grâce à leurs effets oxydants.

### 3.9.2 Rayonnement UV

#### Importance

#### Principe

approvisionnement hygiénique en eau  
il est basé sur l'effet biocide naturel de la lumière du soleil. Les lampes au mercure émettent des rayons UV avec des longueurs d'onde nocives, provoquant une modification de la structure avec destruction ultérieure des cellules microbiennes.

#### Matériel « capturé »

Microorganismes (bactéries, virus) et les leurs

Il s'agit d'un moyen physique de sécuriser l'eau pour les consommateurs. L'avantage de l'utilisation de lampes UV est la prévention de la formation de sous-produits et en même temps c'est une méthode de désinfection très efficace. De plus, c'est une méthode respectueuse de l'environnement. Un autre avantage est la facilité d'exploitation et de maintenance par rapport aux autres technologies. Au contraire, l'inconvénient réside dans le besoin énergétique des lampes, leur susceptibilité à la surchauffe, mais surtout l'influence de la qualité de l'eau sur l'efficacité de la désinfection. L'efficacité du rayonnement est fortement affectée par la turbidité de l'eau, car elle provoque une perméabilité réduite du rayonnement dans le volume d'eau. L'eau doit donc être totalement transparente, et en plus, une fine couche d'eau doit être transparente. Cependant, le plus gros inconvénient par rapport à la chloration est que l'eau ne reste pas hygiéniquement sécurisée dans le réseau d'approvisionnement en eau. En d'autres termes, le rayonnement UV n'agit qu'au point d'exposition. La mesure directe de la dose de rayonnement UV n'est pas non plus possible.

Les lampes UV sont principalement utilisées pour la désinfection de l'eau potable dans les grandes zones de consommation. Il est également de plus en plus utilisé pour le traitement décentralisé de l'eau. Par ex. dans les pensions, les maisons privées. Cependant, les rayons UV sont également utilisés dans certains pays pour désinfecter l'eau des trains et des bateaux.

**Primaire:** Demandez aux enfants à quoi ils pensent lorsqu'ils parlent de vagues. Il pensera probablement à la mer. Faites-leur remarquer qu'il existe d'autres ondes, notamment les ondes lumineuses. Le soleil émet des ondes de différentes longueurs d'onde: courtes longueurs d'onde de rayonnement ultraviolet, ondes de lumière visible (couleur) et longues longueurs d'onde de rayonnement infrarouge. On ne voit pas les courtes longueurs mentionnées, mais ce sont les plus puissantes dans la lutte contre les micro-organismes. Les enfants ont sûrement vu leurs grands-parents ou leurs parents étendre leurs vêtements lavés dehors. La lumière du soleil sèche non seulement les vêtements, mais les débarrasse également des bactéries et des odeurs (substances organiques). Les lampes UV émettent exactement ce type de rayonnement et nous aident à garantir que l'eau est biologiquement sûre. Cependant, cela dépend toujours de

*L'intensité du rayonnement et de la durée de l'exposition. Les enfants connaissent certainement la sensation sur leur peau lorsque le soleil est très chaud – cela est lié à l'intensité du rayonnement. Et si le soleil se réchauffe aussi fortement et qu'ils courent dehors pendant longtemps, en d'autres termes, ils seront exposés longtemps à ses effets, ils brûleront bien. Lorsque les micro-organismes présents dans l'eau sont exposés à des rayonnements de forte intensité et pendant une longue période, ils ne survivent pas.*

*Eh bien, et parce que les rayons UV sont non seulement dangereux pour les micro-organismes présents dans l'eau, mais aussi pour les humains (même si nous ne sommes pas si petits et que nous pouvons tolérer une dose de rayonnement nettement plus élevée), les parents nous demandent souvent d'appliquer honnêtement des crèmes solaires.*

*SŠ: Le rayonnement UV est un composant naturel de la lumière, à savoir les courtes longueurs d'onde. La source naturelle du rayonnement UV est donc le Soleil. Ici, sa source est constituée de lampes à quartz au mercure, dans lesquelles se trouvent des lampes à décharge au mercure (haute ou basse pression). Quand on entend des lampes à décharge, on imagine probablement qu'elles ont besoin d'une plus grande dose d'énergie et en même temps elles vont chauffer rapidement. L'eau doit donc constamment circuler autour d'eux pour les refroidir. Les lampes doivent également être manipulées avec précaution lors de leur entretien car elles contiennent du mercure, dangereux pour la santé.*

*Concernant les effets contre les micro-organismes, le rayonnement UV présente les effets germicides les plus élevés à une longueur d'onde de 200 à 300 nm, il est plus efficace à une longueur d'onde de 254 nm. Les UV pénètrent dans leurs cellules, modifient leur structure et les détruisent ainsi. Parmi les autres substances qui absorbent fortement les rayons UV figurent les substances organiques. Par conséquent, afin de rendre la désinfection aussi efficace que possible, les radiations sont appliquées comme dernière étape du traitement, lorsque l'eau en contient le moins et que la totalité de la dose est capturée par les micro-organismes dont nous essayons de nous débarrasser dans l'eau.*

*Curieux: Histoire - Les propriétés germicides de la lumière solaire ont été découvertes par Downes et Blunt en 1887. Bien que des progrès majeurs aient été réalisés dans la première moitié du siècle dernier, le faible coût du chlore et les problèmes opérationnels des premiers systèmes de désinfection par UV limitaient l'utilisation du rayonnement UV pour la désinfection de l'eau potable. Les rayonnements ont été utilisés pour la première fois pour la désinfection dans la ville française de Marseille, mais la première application fiable pour la désinfection de l'eau potable urbaine n'a eu lieu qu'en 1955 en Suisse et en Autriche. Avec la découverte de sous-produits de désinfection chlorés, la désinfection par UV est devenue populaire, notamment en Norvège et aux Pays-Bas.*

**Technique – Le rayonnement UV d'une longueur d'onde de 200 à 300 nm détruit non seulement les bactéries, mais aussi leurs spores, qui sont normalement des formes de bactéries très résistantes. Le plus efficace est le rayonnement UV d'une longueur d'onde de 254 nm à une dose efficace minimale de 400 J par m<sup>2</sup>. La longueur d'onde mentionnée est liée au maximum d'absorption des acides nucléiques que le rayonnement UV décompose. Le verre ordinaire absorbe les rayons UV, il est donc nécessaire d'appliquer du verre de silice pure. Les lampes à décharge à haute pression émettent un rayonnement UV plus efficace, mais elles consomment également plus d'énergie. Les lampes UV sont le plus souvent orientées perpendiculairement au flux d'eau, ce qui présente l'avantage d'une répartition beaucoup plus uniforme de l'intensité du rayonnement UV à l'intérieur de l'appareil.**

### 3.9.2.1 Ozonation

#### Importance

approvisionnement hygiénique en eau, oxydation des substances organiques

#### Principe

ozone = « oxygène actif », un agent oxydant puissant

#### Matériel « capturé »

substances affectant négativement l'odeur et le goût des micro-organismes de l'eau

L'ozonation est l'une des formes les plus efficaces de sécurité hygiénique de l'eau et un court temps de contact avec l'eau est suffisant. Un gros avantage est qu'il n'y a pas de formation de sous-produits de désinfection halogénés (à l'exception du brome). Un autre avantage est sa capacité à décomposer dans l'eau des substances autrement problématiques telles que les médicaments et les pesticides. Contrairement au chlore, il ne modifie pas non plus le goût de l'eau. En raison de sa faible stabilité dans la basse atmosphère, l'ozone doit être généré directement dans une usine de traitement de l'eau et est produit à partir d'air ou d'oxygène pur exposé à une décharge électrique élevée. L'inconvénient est sa production énergivore, sa distribution dans l'eau, la faible stabilité du gaz obtenu et ses effets corrosifs et agressifs. De plus, ce n'est pas un désinfectant adapté aux eaux à forte teneur en anions bromure (formation de bromates cancérigènes).

**Curieux: Fonctionnement du système d'alimentation en eau sans distribution de désinfectant. Surtout en Europe occidentale, mais aussi sur certains systèmes d'approvisionnement en eau en République tchèque, le fonctionnement sans désinfectant commence à apparaître. Cette approche est possible et exigée par les clients. Cela nécessite cependant un certain changement d'approche. La station d'épuration, le réseau d'adduction d'eau et le stockage de l'eau doivent être en parfait état technique, équipés d'une filtration de l'air et d'autres mesures pour éviter la contamination de l'eau. Dans le même temps, il convient d'augmenter l'intensité du contrôle de la circulation. La plupart des conduites d'eau en République tchèque ont été construites il y a plus de trente ans et leur**

*niveau technique correspond à cette époque. Cela ne signifie pas que l'eau soit inacceptable, mais un niveau légèrement plus élevé est nécessaire pour un fonctionnement « sans chlore ». Ici, il faut comprendre que l'eau potable n'est pas un environnement stérile et que si les micro-organismes trouvent des conditions propices à leur croissance, par exemple un matériau de canalisation approprié, un endroit où l'eau stagne, un endroit avec des sédiments, ils commenceront à se multiplier et pourront réduire la qualité de l'eau. La désinfection empêchera cela de manière fiable. La deuxième option est une rénovation complète du réseau et son adaptation aux normes actuelles.*

### 3.10 Stabilisation (équilibre calcium-carbonate)

<b>Importance</b>	stabilisation de l'eau dans les canalisations
<b>Principe</b>	dosage du calcium afin d'atteindre l'équilibre calcium-carbonate
<b>Paramètre concerné</b>	calcium, dureté, KNK

Cette partie du traitement n'est généralement qu'une partie des grandes stations d'épuration et est peu connue du grand public, même si elle constitue l'une des étapes les plus fondamentales d'un point de vue technique. L'équilibre calcium-carbonate détermine l'agressivité de l'eau envers la canalisation (une contamination secondaire de l'eau par du fer provenant des matières dissoutes de la canalisation peut se produire) ou, au contraire, la manière dont le  $\text{CaCO}_3$  (carbonate de calcium, calcaire) va s'incruster dans la canalisation. Il s'agit de la mise au point finale de la qualité de l'eau, c'est pourquoi on ne rencontre cette étape qu'à la toute fin de la chaîne technologique.

Le calcul de cette balance en lui-même est assez exigeant, car il se compose de 6 équations indépendantes et les technologues utilisent principalement des programmes informatiques. Si l'équilibre est atteint, l'eau est dite stable.

À ce stade de l'excursion, vous pourrez également donner des informations sur la dureté de l'eau et son influence, par exemple sur le goût et l'encrassement des appareils technologiques, comme mentionné dans les chapitres ci-dessus.

**ZŠ: Il y a du calcium, du dioxyde de carbone et ses formes dans l'eau, qui doivent être en équilibre - si l'équilibre est perturbé, soit l'eau dissout les canalisations, soit à l'inverse du calcaire précipite sur les parois des canalisations, ce qui entraîne des problèmes techniques dans les canalisations.**

**SS: Dans les stations d'épuration, vous pouvez rencontrer deux méthodes de dosage de la chaux: le lait de chaux et l'eau de chaux. Les deux sont des solutions d'hydroxyde de calcium  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , mais la première est sous forme de suspension (ce n'est pas une vraie solution, mais des particules colloïdales non dissoutes d'hydroxyde dans l'eau, l'eau de chaux est en réalité une solution (elle se présente dans ce qu'on appelle des starters). Vous pouvez utiliser la différence entre ces deux termes comme une question pour les participants de l'excursion. Nous pouvons également rencontrer un simple ajustement du pH à l'aide de sels de sodium, ou même d'hydroxyde de sodium.**

**Curieux: Le lait de chaux peut également être dosé au début de la technologie, car il peut aider à la sédimentation (grâce aux particules colloïdales lourdes, d'autres particules insolubles deviennent plus lourdes et sédimentent alors plus rapidement et plus efficacement).**

### 3.11 Technologie membranaire

**Importance**

Méthode de séparation moderne et hautement efficace  
En fonction de la taille des pores de la membrane – élimination d'une large gamme de substances (colloïdes, ions, micro-organismes)

**Principe**

Filtration mécanique, où une membrane semi-perméable sert de barrière physique

La différence de pression à travers la membrane (au-dessus et en dessous) est la force motrice derrière la séparation.

**Paramètre concerné**

Un gâteau de filtration contenant des impuretés qui ne traversent pas les pores de la membrane.

Les procédés membranaires peuvent être divisés en de nombreuses catégories, mais les procédés membranaires sous pression sont particulièrement importants pour le traitement de l'eau potable. En règle générale, il existe quatre types de technologies: la microfiltration (MF), l'ultrafiltration (UF), la nanofiltration (NF) et l'osmose inverse (RO). Le principe est le même pour toutes les technologies, ce qui diffère est la taille des pores, qui est également liée à la taille de la pression appliquée. Une taille de pores plus petite signifie une meilleure qualité de l'eau. Or, plus les pores sont petits, plus il faut appliquer de force (pression) et surtout, la membrane s'obstrue plus rapidement (la plus grande partie des saletés est retenue). Lorsque la membrane est encrassée, un rétrolavage devient nécessaire. La fréquence de lavage est influencée par plusieurs facteurs, principalement la qualité de l'eau d'entrée et l'âge de la membrane. Les séparations membranaires sont souvent précédées d'autres prétraitements mécaniques qui contribuent à améliorer la qualité de l'eau avant de pénétrer dans la membrane, ainsi qu'à la protéger contre les dommages mécaniques.

**ZŠ:** *Qu'imaginent les enfants sous le mot membrane? Où ont-ils entendu ce terme? Comment fonctionne notre peau? Essayez de dresser une définition d'une membrane (un matériau qui forme une interface entre les environnements et ainsi les sépare - une barrière physique). Pensez davantage à la peau, les enfants ont-ils entendu parler des pores? Que sont exactement les pores? La membrane utilisée ici possède également des pores grâce auxquels certaines substances peuvent passer. Plus précisément, les substances plus petites que les pores. Plus les pores sont petits, plus l'eau met du temps à s'écouler à travers la membrane. Mais nous utilisons une force de pression qui nous aide à faire passer l'eau plus rapidement. La membrane fonctionne comme un tamis et ce qui ne passe pas s'y accumule. Pour que la membrane fonctionne correctement, il est nécessaire de la laver souvent pour éliminer les substances adhérentes.*

**SŠ:** *Qu'imaginent les enfants sous le mot membrane? Que savent les enfants de la membrane cellulaire? What about our skin? De manière analogue à ce qu'on apprend en biologie, ici aussi, la membrane ne laisse passer que certaines substances. Essayez de dresser une définition d'une membrane (un matériau qui forme une interface entre les environnements et ainsi les sépare - une barrière physique). Pensez davantage à la peau, les enfants ont-ils entendu parler des pores? Que sont exactement les pores? Amusez-vous à réfléchir aux substances que les pores des membranes laissent passer.*

*Curieux: les membranes peuvent être inorganiques (céramique) ou organiques (synthétiques). Les membranes organiques sont les plus couramment utilisées et toutes ne sont pas poreuses. Il est également proposé de souligner l'importance des technologies membranaires à l'aide de l'exemple du dessalement de l'eau de mer par osmose inverse. L'un des pays dépendants de la technologie mentionnée est Israël. Israël tire environ les trois quarts de son eau potable de la mer.*

### 3.12 Gestion des boues

<b>Importance</b>	Épaississement des boues (impuretés) issues du processus de traitement de l'eau
<b>Principe</b>	Élimination des boues Élimination gravitationnelle (décantation) ou mécanique (machine) de l'eau des boues.
<b>Paramètre concerné</b>	Boues d'eau épaissies

Il n'est pas nécessaire de consacrer beaucoup de temps à la question du traitement des boues dans le cadre de l'excursion, car il s'agit plutôt d'une Cendrillon des procédés d'adduction d'eau. Il convient toutefois de souligner que même le traitement de l'eau n'est pas sans déchets, qui doivent ensuite être éliminés de manière appropriée. De plus, il est bon de souligner que le caractère des boues est très différent de celui d'une station d'épuration, qu'ils connaissent peut-être lors d'une autre excursion. Ce n'est donc pas de la boue comme de la boue.

Les composants inorganiques prédominent dans les boues aqueuses. De plus, les boues d'eau contiennent jusqu'à 99 % d'eau et l'effort consiste donc à éliminer au moins une partie proportionnelle de l'eau avant de poursuivre le traitement des boues. Les boues sont soit traitées directement à la station d'épuration, soit évacuées avec les eaux usées par le réseau d'égouts. Si des eaux usées sont utilisées, elles sont évacuées vers la station d'épuration la plus proche.

Les lagunes à boues sont une solution généralement utilisée pour traiter les boues directement dans les stations d'épuration. Ce sont des cuves à long temps de séjour, où les boues se déposent. La plupart des stations d'épuration utilisent deux de ces réservoirs en mode veille, c'est-à-dire que l'un est rempli et que la sédimentation s'effectue sans perturbation dans l'autre. L'eau après sédimentation dans les bassins à boues est rejetée dans le cours d'eau et les boues sont ensuite traitées. De nos jours, les besoins en produits chimiques pour le traitement sont considérablement plus élevés, ce qui entraîne une plus grande quantité de déchets générés: les boues. Une grande partie des stations d'épuration ayant une longue histoire, les cuves ne sont souvent pas dimensionnées pour ce changement. C'est pourquoi il a fallu trouver des solutions nouvelles et plus créatives. En relation avec ÚV Želivka, notre plus grande usine de transformation en République tchèque, le concept de ce que l'on appelle des réservoirs de stockage a été créé. Et dans les cas où il n'est pas possible de choisir une solution plus simple, un drainage mécanique est utilisé.

## 4 Après la randonnée

*Comment travailler avec les informations de l'excursion. Évaluation des tâches, répétition de certaines connaissances et dynamisation des acquis, plaçant l'excursion et l'information dans un contexte plus large.*

La réalisation d'autres activités scolaires après l'excursion est très exigeante - les plans d'études scolaires et autres activités extrascolaires sont si chargés que tout programme de suivi est pratiquement impossible. Néanmoins, dans certaines écoles, une partie de l'excursion comprend un « dossier d'excursion » ultérieur, dans lequel les élèves notent les informations de base. Dans les écoles secondaires, il est possible de poursuivre en proposant des séminaires et des travaux de fin d'études dans le domaine de la gestion de l'eau (nous recommandons de s'adresser directement au corps enseignant – il y a très peu de sujets significatifs, surtout dans les régions en dehors de Prague), dans le cas des écoles professionnelles, la possibilité de pratiquer ou de faire un stage (obligatoire dans de nombreux cas).

**La synthèse des informations de base que les étudiants doivent retenir de l'excursion doit être effectuée à la fin de l'excursion elle-même, pendant que les participants sont orientés et ont la possibilité de poser des questions. Cependant, cela ne s'applique pas uniquement aux enseignants. Ce que les organisateurs d'excursions peuvent contribuer à consolider les nouvelles informations, c'est une courte répétition à la fin. L'utilisation du schéma de traitement est proposée ici pour répéter l'histoire de l'eau et de ce qui est éliminé, à quelle étape et pourquoi il est nécessaire de se débarrasser de ces substances. D'autres questions et ambiguïtés peuvent surgir de la part des participants lors de la répétition. C'est également une bonne idée de poser des questions de suivi aux participants pour s'assurer qu'ils font bien passer le message.**

Si le remplissage de fiches de travail faisait partie de l'excursion, il est bien sûr nécessaire d'évaluer ces fiches de travail - cependant, cette partie relève davantage de l'équipe pédagogique de l'école, à qui vous fournirez les bonnes réponses pour votre opération spécifique.

Cependant, votre réflexion sur l'excursion elle-même et ses éventuelles améliorations ne doit pas être oubliée. Vous recevrez les premiers retours sur place: les participants sont-ils attentifs? Apprécient-ils une partie plus que d'autres? Voudraient-ils regarder la source d'eau, même si elle est assez éloignée et que vous ne vouliez pas y aller en premier lieu? Il faut comprendre que le programme est réalisé principalement pour les participants, et même si vous ne transmettez pas autant d'informations que vous le souhaiteriez, mais que ce sera plus amusant pour eux, il faut modifier le programme. Chaque groupe est diversifié et il est bon de travailler avec lui, de le percevoir et de réagir de manière adéquate. Parfois, nous ne pouvons pas éviter l'improvisation.

Bien entendu, le recours à des questionnaires de feedback classiques est également une possibilité certaine, même si leur utilisation à cette fin peut être discutable. Il est préférable d'adresser la question directement au travailleur pédagogique qui sera présent lors de l'excursion, car c'est lui qui connaît le mieux ce groupe cible. Il est nécessaire de réaliser et éventuellement de changer ce que les élèves savaient, ce qu'ils ne savaient pas, ce qui les a surpris et ce qui les a le plus intéressés - si les histoires amusantes tirées de la pratique étaient intéressantes ou non.

Dans le même temps, nous recommandons la coopération avec le service des relations publiques de votre entreprise, s'il existe - un article sur le site Web et les réseaux sociaux sur l'excursion améliorera non seulement l'opinion de l'entreprise, mais pourra également inciter d'autres écoles à proximité à s'intéresser à la possibilité d'une excursion.



## 5 Liens et informations complémentaires

Bien que nous ayons essayé de rédiger ce document de manière si complète qu'il n'est pas nécessaire de rechercher davantage d'informations générales, il est possible qu'en raison de la gamme de technologies possibles, nous n'en ayons pas expliqué certaines en détail, ou que vous souhaitiez en savoir plus sur certaines parties. Sur cette page, nous souhaitons vous fournir un guide vers d'autres sources d'informations.

### Ressources générales

- Dictionnaire de la gestion de l'eau (par exemple <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/> ou ailleurs sur Internet)
- Minimum d'hygiène pour les travailleurs de l'industrie de l'eau (version actuelle sur le site Internet de l'Institut national de la santé)

### Sources d'informations spécialisées sur les technologies et les substances présentes dans l'eau

- Hydrochimie, auteur: Pavel Pitter (dans de nombreuses éditions), disponible à la Bibliothèque numérique
- Recommandations méthodologiques et avis de l'Institut National de la Santé (Centre National de Référence de l'Eau Potable)

### Sources d'informations sur des systèmes spécifiques

Nous savons par expérience que, dans de nombreux cas, il n'y a pas suffisamment d'informations sur les sources d'eau, les stations d'épuration ou les réservoirs et les conduites d'eau, et que les guides ne peuvent pas informer les participants sur les spécificités du lieu donné. Pour des raisons compréhensibles, nous ne pouvons pas vous fournir une liste de ressources pour chaque commune de la République tchèque, mais nous présentons ci-dessous des documents que vous pouvez consulter et exploiter:

- règlement d'exploitation du système d'adduction d'eau (document obligatoire pour chaque système)
- règlement d'exploitation de la station d'épuration
- informations au sein des systèmes PRVaK, PRVAK et PRVK (Plan de développement des systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement), qui sont traitées par chaque région autonome et sont disponibles gratuitement sur Internet
- informations sur le géoportail de la région localement concernée (pour les zones de protection des ressources en eau), vous pouvez également utiliser les services cartographiques de VÚV TGM, v. v. i. ou Portail des agriculteurs
- documents dans les archives du district d'État localement pertinentes (principalement le Fonds de gestion de l'eau)
- des chroniques d'actualité locale (attention aux fusions et divisions de communes au cours de l'histoire, notamment dans les années 70 et 80 du siècle dernier!), qui sont dans de nombreux cas accessibles sur Internet

## 6 Pièce jointe: Formulaire pour obtenir des informations sur la station d'épuration

Ce formulaire peut vous aider à préparer les informations pour l'excursion et contient des champs pour toutes les informations qui devraient être entendues pendant l'excursion ou qui figureront très probablement dans les questions des participants.

nom de la station d'épuration				
année de construction / reconstruction du Bureau Central	production d'eau par seconde	production d'eau par jour	production d'eau par année	pourcentage de pertes d'eau dans le réseau
le nombre d'habitants desservis		municipalités approvisionnées		
le nombre d'employés du Bureau Central	nombre d'employés de l'entreprise	consommation d'électricité pour 1 m3	consommation d'électricité par jour	consommation d'électricité par année
prix de l'eau par 1m3		longueur du réseau d'approvisionnement en eau et du matériel		
Paramètres du problème de l'eau brute et étapes technologiques pour les résoudre				
		description des ressources (pour les puits, profondeur, type, zones de protection déclarées)		
		liste et concentration des produits chimiques distribués		
style de solution de gestion des boues (lagunes, égouts, receveur...)				nombre d'abonnements par d'échantillons d'eau par an
des informations sur le propriétaire et l'exploitant de la station d'épuration et du réseau d'adduction d'eau, dans le cas des entreprises, le pays d'origine de l'entreprise				

Au verso de la feuille, préparez un schéma technologique de la station d'épuration et un schéma de l'ensemble du système d'approvisionnement en eau (y compris la taille des réservoirs), éventuellement aussi un croquis de l'itinéraire où vous effectuerez l'excursion, y compris le calendrier et toute information importante.