



Metodología para la realización de excursiones a las instalaciones de gestión del agua.

AGUA POTABLE



Contenido

Hoja de título	4
1 Introducción general	5
1.1 ¿Cómo prepararse para la excursión?	8
1.1.1	9
1.2 Preparación antes de la excursión	14
1.2.1 Ser un narrador	14
1.2.2 La historia del agua	15
1.2.3 La historia de la materia y la energía	18
1.2.4 La historia del dinero	22
1.2.5 La historia de las personas	23
2 Excursión propia	25
2.1 Preguntas clave	26
2.2 Calidad del agua	26
2.3 Fuente de agua cruda	28
2.4 Descripción de la tecnología	29
2.5 Red de abastecimiento de agua	32
2.5.1 Medidores de agua	33
3 Descripción de tecnologías	35
3.1 Cheslé	36
3.2 Aireación	37

3.3 Sedimentación38	43
3.4 Flotación39.....	44
3.5 Clarificación/coagulación/floculación40.....	46
3.6 Filtración42	48
3.7 Intercambiadores de iones43	49
3.8 Sorción44	51
3.9 Suministro higiénico de agua46	54
3.9.1 Cloración46	54
3.9.2 Radiación UV47	56
3.10 Estabilización (equilibrio de carbonato de calcio)51	59
3.11 Tecnologías de membranas52	60
3.12 Gestión de lodos53	62
4 Después de la excursión54.....	63
5 Enlaces e información adicional55.....	65
6Anexo: Formulario para obtener información sobre la planta potabilizadora56.....	66

Portada

Este documento fue creado por un colectivo de autores: Helena Bakešová, Jakub Sochor, Jitka Czakoiová, Martin Srb, Denisa Čadková, Lenka Procházková, Jindřich Procházka, Andrea Benáková, Eliška Maršálková, Jana Šmídková y Jiří Paul, como parte de la solución del proyecto:



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 vodo hospodářských společností, kteří provádějí exkurze.

Realizace projektu: únor 2024 – červenec 2025

El director del proyecto es la Asociación del Agua.



1 Introducción general

Las plantas de tratamiento de agua (y fuentes de agua relacionadas, embalses, estaciones de bombeo, estaciones de presión...) son la unidad básica de construcción del sistema de gestión y suministro de agua. Aunque hoy en día pocas personas son plenamente conscientes de ello, todos utilizamos indirectamente estos sistemas, incluso a diario. Una persona no puede aguantar más de 3 días sin beber agua, y se da cuenta de su pérdida prácticamente de inmediato. Sin embargo, por nuestra propia experiencia como estudiantes, tenemos que decir con tristeza que durante las clases se dedica tiempo a temas menos importantes (por ejemplo, elaborar cerveza o revelar fotografías analógicas), lo que en lo que respecta a la gestión del agua conduce a una falta total de conocimientos básicos. Un ejemplo es la clásica y completamente común confusión de la función de una depuradora con una depuradora de agua. Ni siquiera queremos oír la palabra "planta depuradora" en relación con una planta depuradora de aguas residuales. Después de todo, los estudiantes y los residentes mayores no saben de dónde viene el agua que sale de su propio grifo. Con un bajo nivel de información, no nos sorprende que la gente común y corriente no tenga idea de lo que implica este complejo campo y luego dé por sentado el agua potable. Y eso es exactamente lo que nos gustaría cambiar con esta metodología, y sobre todo con la ayuda de ustedes, lectores y guías actuales o futuras de plantas de tratamiento de agua e infraestructura relacionada.

Debido a que en las escuelas hay un número relativamente grande de lecciones interactivas regulares y la oferta supera significativamente la demanda, decidimos aprovechar el mayor beneficio que la naturaleza de nuestro campo nos permite: excursiones con énfasis en información local para que cada alumno y estudiante pueda imaginar el camino que debe seguir el agua antes de salir del grifo de su casa.

Hay que darle crédito a los pocos operadores de sistemas de suministro de agua que ya implementan este tipo de excursiones educativas. Sin embargo, se trata en su mayoría de grandes ciudades; Sin embargo, desde nuestro punto de vista, es importante no olvidar las ciudades y pueblos más pequeños, donde las escuelas no tienen la posibilidad de viajar una hora en tren para realizar una excursión a un lugar con mayor tráfico. Por eso queremos contribuir a que estas excursiones comiencen a realizarse en otros lugares y así aumentar el conocimiento sobre el funcionamiento de la industria del agua en la República Checa con sus particularidades regionales.

Por lo tanto, hemos tratado de diseñar la metodología que usted tiene en sus manos de tal manera que pueda ser utilizada desde pequeñas plantas procesadoras con tecnología simple hasta grandes plantas procesadoras en ciudades regionales con los procedimientos tecnológicos más modernos. Debido a que estas operaciones son (por razones comprensibles) diametralmente opuestas, nuestro trabajo fue bastante complicado. El resultado es que este documento consta de muchos módulos individuales que son prácticamente independientes entre sí; por lo tanto, para realizar la excursión a la planta de procesamiento determinada, usted elegirá sólo aquellos módulos que sean relevantes para usted. Se proporciona información más detallada sobre el plegado directamente con los módulos tecnológicos indicados.

Asimismo, la metodología está diseñada para colegios de primaria y secundaria, o incluso para los participantes más curiosos de la excursión (para futuros estudiantes de universidades técnicas). Puede obtener el nivel requerido (cantidad y experiencia) de información adecuada para un determinado nivel de educación utilizando sólo aquellas partes de los módulos que sean relevantes para ese nivel. Sin embargo, le recomendamos encarecidamente que, incluso en el caso de una excursión "sólo" para la escuela primaria, estudie rápidamente también los niveles superiores; a veces no creería las preguntas que los niños son capaces de formular y sorprender completamente al guía. Por supuesto, no queremos asustarte con eso.

Al mismo tiempo, también adjuntamos a esta metodología un folleto mínimo de servicios de agua, donde se describen con más detalle los principios de las tecnologías individuales. Entonces, si no está seguro de si este tanque es de coagulación, floculación o flotación, puede utilizar esta documentación adjunta para actualizar la información de su escuela y asegurarse de brindarles a los alumnos y estudiantes la información correcta.

En algunos lugares, el texto utiliza la división de la información por niveles educativos individuales para que la interpretación se adapte al contenido de la información comunicada. Las piezas que no están coloreadas de ningún modo se pueden utilizar como desee y no están destinadas a un solo grupo objetivo.

Escuelas primarias: debido a la enseñanza de química y otras materias, se cuentan principalmente los alumnos de segundo grado de la escuela primaria (es decir, entre 11 y 15 años aproximadamente).

Escuelas secundarias - aprox. 15-19 años de diversas escuelas (gimnasio, escuelas industriales, aprendizaje...)

Para los curiosos: utilizable, por ejemplo, para excursiones a seminarios optativos sobre química o medio ambiente en los años de graduación de la escuela secundaria o para clubes juveniles técnicos y otras instituciones de interés y educación informal. O simplemente para curiosos de cualquier edad.

Sin embargo, no tome esta metodología como un dogma que debe seguirse ciegamente. ¿Qué pasa contigo, qué pasa con la sala de edición, qué pasa con el grupo? Es individualidad y debes seguir pensando en ello. Tienes que probar por ti mismo qué funciona para ti y cómo trabajar con diferentes grupos de personas. Sabemos que no tenéis tarea fácil por delante, pero tenéis nuestra admiración por seguir adelante e intentar realizar la mejor excursión posible. ¡Tiene sentido!

No olvidemos que la excursión es una oportunidad única para hablar con el público. Crear conciencia sobre el campo, atraer la atención y tal vez incluso cambiar algo. Trate de involucrar a los niños tanto como sea posible, muestre lo que es posible y tal vez conviértase en un destructor de mitos. Puede dar a los niños consejos comunes, como por ejemplo: por qué es mejor renunciar a cierta cantidad de agua del suministro interior después de las vacaciones, por qué debería calentar regularmente la caldera a una temperatura más alta en casa, por qué debería beber agua del grifo en lugar de agua mineral, por qué y cuánto más caro es beber agua embotellada, por qué no llenar la piscina del jardín con agua del grifo (las respuestas se encuentran al final de la introducción). Quién sabe, quizá a través de los niños contribuyáis a cambiar los hábitos de toda la familia. No olvidemos que estamos hablando de una generación futura que probablemente algún día criará a la próxima generación. Transmitamos buenos hábitos mientras podamos.

Al mismo tiempo, no tema enfatizar los problemas que enfrentan los operadores. Por ejemplo, se puede mencionar la reactivación microbiana del agua en verano o el riesgo de que los embalses se congelen en los meses de invierno. Como parte de la excursión también se debe prestar atención a la conexión de la gestión del agua con toda la sociedad, enfatizar las profesiones necesarias, los recursos económicos, el tamaño y la complejidad de los edificios necesarios, etc.

En conclusión (y en combinación con el párrafo anterior), nos gustaría arrojar luz sobre otro aspecto de esta metodología: en la medida de lo posible, intentamos redactar el texto en forma de preguntas y respuestas. No

sólo porque estas preguntas pueden aparecer alejadas de los participantes durante la excursión, sino que también puedes usarlas "contra" los participantes para activarlos.

? **Pregunta:** ¿Por qué debería renunciar a una cierta cantidad de agua del suministro interior después de unas vacaciones?

💡 **Respuesta:**

Durante nuestra ausencia, el agua se queda en la cola sin moverse, y al cabo de unos días la protección higiénica deja de ser eficaz. Estos factores proporcionan un entorno adecuado para el crecimiento microbiano en el agua, lo que puede suponer un riesgo para nuestra salud. Por lo tanto, "reemplace" el agua de la línea con agua nueva (recién tratada).

? **Pregunta:** ¿Por qué calentar regularmente la caldera a una temperatura más alta en casa?

💡 **Respuesta:**

La legionella prospera mejor en agua tibia. Sólo alcanzando una temperatura más alta, a menudo considerada como mínimo superior a 60 °C (por encima de 55 °C, las bacterias ya no se reproducen y a partir de 70 °C mueren rápidamente), podremos evitar su crecimiento excesivo en la caldera, reduciendo así el riesgo de infección para la salud. Son importantes tanto la temperatura en sí como el tiempo que permanece en su valor.

? **Pregunta:** ¿Por qué debo beber agua del grifo en lugar de agua embotellada? ¿Cuánto más caro será?

💡 **Respuesta:**

Hay varias razones: precio más bajo, controles de calidad más frecuentes durante la producción, menor carga para el medio ambiente. El precio del agua del grifo (a veces también llamada agua del grifo) depende, por supuesto, de la zona (puedes determinar el precio exacto para tu región), pero suele ser más de 100 veces más barato que el agua embotellada. Y lo que es más, suele ser exactamente la misma agua, sólo que la embotellada lleva unos meses en el almacén.

? **Pregunta:** ¿Por qué es mejor beber agua del grifo que agua mineral?

💡 **Respuesta:**

Se podría pensar erróneamente que es bueno beber agua mineral todos los días, pero no es así. Cada agua mineral tiene una composición química específica y normalmente no cumple (ni tiene que hacerlo) la legislación sobre agua potable. Debido al alto contenido y al desequilibrio de iones, no se recomienda beber en exceso y durante mucho tiempo.

? **Pregunta:** ¿Por qué no llenar la piscina con agua del grifo en verano?

💡 **Respuesta:**

La línea de agua no está adaptada para llenar piscinas, especialmente si varios residentes tienen la idea al mismo tiempo. Las altas velocidades de flujo en la tubería pueden hacer que el agua se vuelva turbia (los sedimentos de la tubería se liberan en el agua). Además, la cantidad de agua no se calculó y, por lo tanto, es posible que posteriormente falte agua del depósito (acumulación de agua). Es igualmente importante mencionar la consiguiente caída del exceso de presión en la red, que garantiza tanto el transporte del agua a los consumidores como la protección contra la filtración del agua del suelo en la tubería de agua, es decir, la contaminación. Estos problemas se pueden evitar fácilmente solicitando un tanque a la compañía de agua.

Para los curiosos: serie de fontanería. Mucha gente utiliza el término normas de plomería. Esto no es correcto. El término correcto es línea de agua. El nombre proviene de la palabra serie.

1.1 ¿Cómo prepararse para la excursión?

Para que la excursión interese a los visitantes y al mismo tiempo les proporcione conocimientos para la próxima vida, es necesario prepararse y adaptar la interpretación al público, su edad, experiencias e intereses. Al mismo tiempo, es una buena idea hacer que la excursión sea lo más interactiva posible (lo que te diferencia de otras clases explicativas, por ejemplo, visitas a castillos y palacios).

Recuerda que las excursiones con una parte teórica más larga son más adecuadas para estudiantes de secundaria. Los participantes más jóvenes tienden a tener un nivel de concentración significativamente menor, por lo que es necesario pensar de la manera más práctica posible, incluso a costa de un menor volumen de información transmitida.

En particular, es bueno saber:

- **¿Cuántos visitantes vendrán?**

No sólo en lo que respecta a la interpretación, ya que la atención disminuye a medida que aumenta el número de participantes, sino también en lo que respecta al diseño técnico: ¿cabrá toda la excursión, por ejemplo, en la cámara de manipulación del depósito o en la sala de control? En ambos casos, no temas dividir el grupo en dos si hay suficientes recursos humanos.

- **¿Cuántos años tienen y de qué escuela son?**

Los estudiantes de una escuela industrial centrada en la automatización estarán interesados en información diferente que los estudiantes de una escuela primaria orientada a las humanidades, y estos a su vez estarán interesados en información diferente a la de las futuras enfermeras; la excursión se verá diferente para los estudiantes de sexto grado de primaria sin conocimientos de química.

- **¿Cuál es el objetivo de la excursión?**

Si se imparten principalmente conocimientos teóricos sobre los procesos de ingeniería hidráulica, o si ya se ha impartido una lección teórica en la escuela y el objetivo de la excursión es poner a prueba los conocimientos adquiridos en la práctica; ¿O introducir la descripción del puesto de trabajo de los empleados (carrera en el sector del agua)? A menudo, el objetivo puede ser simplemente crear conciencia de que beber agua no es algo natural y que detrás de su producción hay mucho trabajo y, al mismo tiempo, su calidad también se ve influenciada por nuestro comportamiento hacia el medio ambiente.

- **¿Cuanto tiempo tienes para la excursión?**

Un tiempo típico es de dos horas lectivas, es decir, aproximadamente 1,5 horas; sin embargo, esto depende no sólo de la edad de los participantes, sino también de la distancia entre la escuela y el edificio de la planta depuradora; este aspecto del recorrido siempre debe acordarse previamente con el profesorado.

Es una buena idea preparar con antelación información general sobre la planta de tratamiento de agua; El formulario que puede utilizar para hacer esto se encuentra en el Apéndice de este documento.

- **Historia local**

Ver capítulo "Tu propia excursión"

- **Cuánta agua produce por segundo, por día y por año**

Para tener una mejor idea, es recomendable convertir a algunas unidades más accesibles, consulte la tabla a continuación.

Unidad	Volumen
Piscina olímpica (profundidad 2,5 m)	3.125m ³
estanque rural	del orden de miles de m ³
camión cisterna	46 – 90m ³
tanque en chasis T815	9m ³
tanque en chasis V3S	3,5m ³
baño	100 – 200 litros
balde	12 años
regadera de jardín	5 litros

- **¿Dónde suministra agua, a qué ciudades, municipios, áreas locales?**

Ya sea solo al entorno inmediato, a municipios más lejanos o si la depuradora está conectada a un suministro de agua colectivo. No dudes en llevar un mapa o una fotografía aérea de la zona para ayudarte.

- **¿A cuántas personas suministra agua?**

Por supuesto, no necesitas un número exacto, sino un orden de magnitud para una idea.

- **¿Cuánto mide la red de suministro de agua y de qué material está hecha?**

De nuevo es posible hacer zoom, p. la distancia desde el lugar de la excursión, o desde el centro de la ciudad/pueblo de los participantes hasta la ciudad XY; cuántos depósitos, gasolineras y otros objetos interesantes hay en él. Puede utilizar, por ejemplo, un mapa generado por SIG, donde (en una versión impresa) los niños pueden encontrar dónde llega el agua a sus hogares. Siempre es mejor tener algún material visual del que hablar para que los niños puedan orientarse mejor. Al mismo tiempo, los niños probablemente se sorprenderán de lo larga y compleja que es la red de suministro de agua.

- **¿Cuánta electricidad utilizas para producir agua?**

Se puede comparar con el consumo doméstico: el consumo medio de electricidad en la República Checa en 2023 para un hogar fue de 3.500 kWh/año, lo que corresponde a un televisor encendido continuamente durante un año (y eso no es poco: se puede recordar a los niños cómo sus padres les piden que apaguen el televisor cuando no lo están viendo).

- **El precio del agua en relación al agua embotellada**

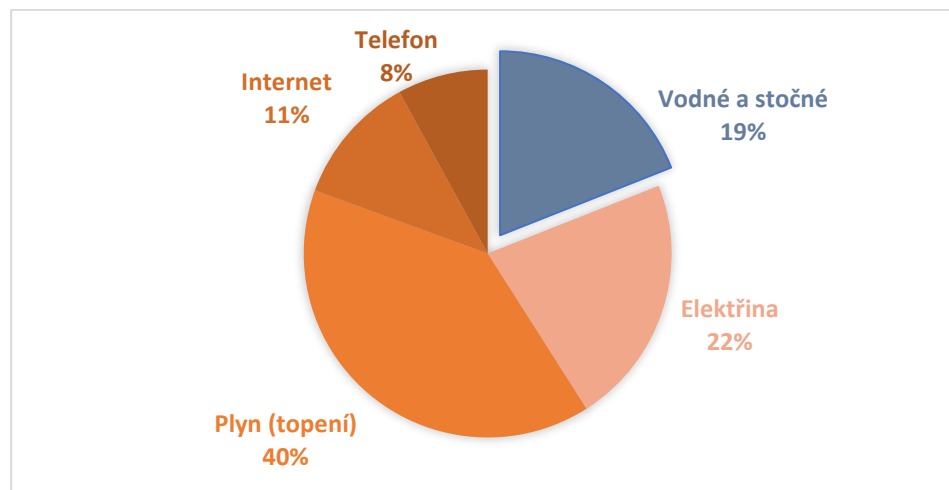
Para una mejor ilustración, consulte 1,5 litros, cuando el precio del paquete es de al menos 8 coronas checas; esto corresponde aproximadamente al precio de 1 m³ extraído del medio ambiente para su tratamiento y conversión en agua potable (los niños normalmente no tienen idea de que también pagan por esta agua). Alternativamente, puedes compararlo con otras bebidas como la limonada de cola. No es necesario revelar el precio a los niños de inmediato; pregúnteles qué beben con frecuencia y cuánto pagan por una botella. Si nadie se atreve, empieza tú mismo. Luego compárelo con el agua producida en la planta de tratamiento.

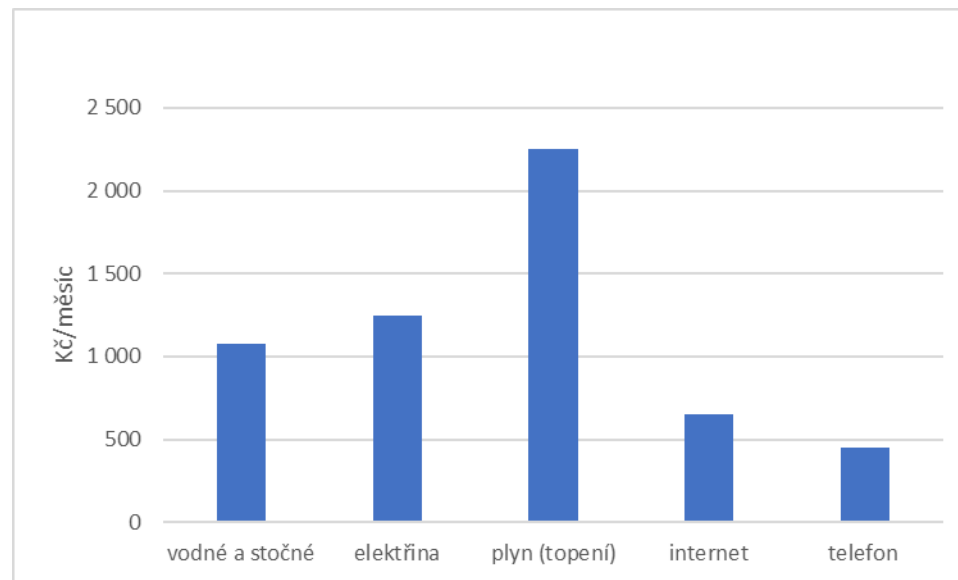
- **El precio del agua en relación con otros costes mensuales**

Prepare un gráfico que muestre cuánto paga el hogar promedio en su región por el agua y cuánto por otros servicios públicos como televisión por cable, Internet y teléfono. Te sorprenderá lo bajo que es el costo compartido de una necesidad humana básica (quizás incluso la más básica), el agua, en comparación con la electricidad, el gas o la conexión a Internet.

Ejemplo de comparación con precios típicos en 2024:

Servicio	Costo mensual promedio	Participación porcentual
Agua y alcantarillado	1.080 coronas checas	17,9 %
Electricidad	1.250 coronas checas	20,7 %
Gas (calefacción)	2.250 coronas checas	37,3 %
Internet	650 coronas checas	10,8 %
Teléfono (móvil)	450 coronas checas	7,5 %
Otra calefacción	variable	-
En total	6.030 coronas checas	100 %





- **Qué grupos de sustancias se eliminan en la planta de tratamiento de agua y qué tecnologías se utilizan para ello**

Los métodos de eliminación y la importancia de cada sustancia para el organismo y el medio ambiente se detallan en la siguiente parte de esta metodología. Sin embargo, considere si la tecnología también se enfoca en eliminar algo menos común. Por ejemplo, algunas aguas subterráneas pueden tener niveles más altos de níquel u otros metales. En otros lugares, el agua puede ser rica en radón. No olvides recalcar a los niños que esto es algo típico de la localidad.

Pensar en:

- **¿A dónde llevas a los visitantes?**

En cuanto a su seguridad, la seguridad del tráfico, la capacidad de espacio (por ejemplo, trate de reservar un lugar donde puedan dejar sus mochilas; es mejor si no caminan con ellas por toda la planta de procesamiento), el tiempo asignado para el recorrido y la distancia entre los diferentes lugares.

Tenga en cuenta que los niños reciben muchas explicaciones en la escuela, van de excursión principalmente para ver algo (una conferencia de una hora en una sala de reuniones y media hora en el tráfico no es exactamente lo que entusiasmaría a los niños). El método probado de la ruta de excursión es caminar en la dirección del flujo de agua en la depuradora.

Si sabes que vas a un lugar ruidoso, intenta explicar a los participantes lo que verán allí antes de entrar al edificio. Depende de usted si comienza una descripción más detallada antes o después de ingresar al lugar.

Debido a la complejidad de algunas tecnologías, también se pueden utilizar diagramas gráficos para describir el proceso. No olvide que los niños no soportan una explicación larga en un solo lugar. Por este motivo, se recomienda explicar a los niños qué verán antes de entrar, acordar qué les enseñarán y en qué orden (primera entrada, segunda salida, tercera...), dejarles que echen un vistazo breve y luego abandonar el edificio. Luego tomarás el diagrama en tu mano y explicarás el proceso con más detalle. Antes de pasar a la siguiente

estación, pregunte a los niños si quieren volver a mirar hacia adentro para ver la tecnología con los conocimientos recién adquiridos.

- **¿Qué información principal deben llevarse los participantes de la excursión?**

Este punto puede parecer trivial, pero no te lo saltes, por favor. ¿Cuál es el mínimo que cada participante debe llevarse de su excursión? Piénselo, anote algunos puntos y planifique su excursión en consecuencia. No dudes en llevar el periódico contigo a la excursión y sigue comprobando si olvidaste mencionar algo importante de la lista. La repetición es la madre de la sabiduría, por eso está bien mencionar algo más de una vez. Siéntase libre de repetir con los niños entre movimientos; hágales preguntas para ver si entendieron la información de la estación anterior.

- **¿Cómo y dónde los llamará junto con el tiempo asignado para paradas individuales?**

El hombre es una criatura que tiene una mala estimación de cuánto durarán las cosas. Recuerda que a veces menos es más. Si queda tiempo, puedes atender más preguntas de los niños y repetir con ellos. Definitivamente se siente mejor que dar un monólogo largo y tener poco tiempo. Además, los niños podrán llevarse más información de la excursión.

Tenga en cuenta que no es su trabajo inculcarles toda la información a los niños durante una breve excursión. Su tarea principal es lograr que los participantes se entusiasmen con el campo. Dale algo de tu entusiasmo y motivación. Después de todo, muchos de nosotros estamos en el campo porque el agua es esencial para la vida y nuestro trabajo realmente tiene un significado más elevado.

- **¿Qué les mostrarás y demostrarás? ¿Qué pueden probar ellos mismos en tus condiciones?**
- **¿Qué podrían preguntarte?**

En cada capítulo, intentamos incluir algunas preguntas típicas sobre el tema en cuestión y también proporcionamos respuestas breves. En concreto, intentamos responder en tres frases. Intenta pensar de la misma manera: ¿tienes alguna otra pregunta? Si es así, escríbalas y prepare respuestas breves. Después de todo, durante la excursión normalmente no hay tiempo para respuestas más extensas.

- **Lo que no entendiste a su edad y te gustaría entender**

Piensa en lo que crees que es importante. ¿Qué te gustaría realizar a una edad temprana? Ahora es tu momento de explicárselo a otra persona. Tal vez no lo entienda de inmediato, tal vez le lleve algún tiempo, pero quién sabe, tal vez se acuerde de ti durante mucho tiempo y se sienta feliz por el conocimiento que ha adquirido.

- **¿Qué les preguntarás?**

Preguntas para hacer más interactivo el recorrido y al mismo tiempo conocer el estado inicial de conocimiento de los participantes sobre el tema en cuestión. Sin embargo, no es necesario probar sólo los conocimientos iniciales. No temas poner a prueba los conocimientos adquiridos durante la excursión. Esta es una excelente forma de retroalimentación para usted: ¿comprendieron la información de mi presentación y dónde tienen lagunas? Además, la repetición por fases es uno de los mejores métodos de aprendizaje. Los estudiantes tienen la oportunidad de recordar información activamente, lo que les ayudará a transferir conocimientos de la memoria a corto plazo a la de largo plazo. ¡Pero tenga en cuenta que ahora estamos enseñando, no probando!

Sobre todo, haga preguntas y asegúrese de que comprendan los aspectos de su lista de "¿Cuáles son las principales cosas que los participantes deben aprender de la excursión?".

Por otra parte, hay que decir que a algunos alumnos no les gustan las preguntas, o en absoluto las respuestas a ellas, y esta aversión aumenta con la edad; así que no es tu culpa si nadie quiere responderte por su cuenta. También tiene importancia didáctica la pregunta "discurso", a la que sigue un breve descanso, durante el cual los oyentes suelen pensar, aunque luego el guía responde, los oyentes también intentaron formular la respuesta con sus propias palabras, lo que tiene un efecto positivo en la comprensión y memorización del material.

Si sientes que te has topado con un grupo realmente tímido, intenta comenzar con preguntas muy fáciles y dale al participante una recompensa por la respuesta correcta (dulces, bolígrafos, otro elemento publicitario), tal vez para motivarlos a ser más activos en futuras preguntas.

Asegúrese y prepare con antelación:

- **Documentos necesarios requeridos por el operador de la instalación (normalmente, por ejemplo, salud y seguridad)**
- **Equipo de seguridad necesario, en caso de ser necesario (guantes, cascos, chalecos salvavidas...)**
- **Hojas de trabajo para visitantes (previo acuerdo con los profesores)**
- **Ayudas para ejemplos ilustrativos.**

Por ejemplo:

- pruebas portátiles portátiles (a veces llamadas pruebas de gotas), generalmente para mediciones operativas de cloro, hierro, manganeso o pH,
- herramienta,
- contador de agua (idealmente también desmontado),
- equipo de muestreo para muestreo de agua en etapas tecnológicas individuales (+ muestreador automático),
- muestra de material filtrante en un vaso.

También recomendamos preparar un diagrama tecnológico simplificado, ya sea para entregar a los participantes, o la segunda opción, mostrar periódicamente la ubicación actual en un formato grande. Preferimos la segunda opción, porque los participantes probablemente no se quedarán con los papeles (los más ingeniosos los perderán durante la excursión y tendrán la oportunidad de buscarlos, por ejemplo, en filtros de arena abiertos). Además, en un formato grande, los niños pueden ver mejor cuando se muestra en masa y es menos probable que pierdan su atención. Después de algunas incursiones, el sistema ha demostrado su eficacia y, si tienes la oportunidad, te recomendamos laminar el papel de por vida.

- **Pequeñas recompensas para los visitantes,**

si está disponible (por ejemplo bolígrafos de empresa, caramelos...). Recomendamos mucho este punto. Sin embargo, no regales nada: para obtener una respuesta correcta, una buena pregunta (una muy curiosa; esto te "comprará" algo de tiempo para pensar si la pregunta realmente te pilla por sorpresa).

1.2 Preparación antes de la excursión.

Esta parte trata sobre la preparación escolar: qué deben aprender en la escuela, con qué información trabajar, preparación de hojas de trabajo, tareas de excursiones. Pero recordemos el poco tiempo que le dedican y la necesidad de disponer de materiales preparados que puedan utilizar inmediatamente.

Debido a la complejidad general del tema y desde un punto de vista pedagógico, es aconsejable que los participantes de la excursión completen la preparación teórica antes de la excursión en sí: la cantidad de información memorizada aumentará y no será necesario discutir cuestiones básicas como el ciclo del agua directamente en la planta de tratamiento. Sin embargo, sabemos que, especialmente en las ciudades más grandes, esto es difícil debido al reducido nivel de actividades extracurriculares en las escuelas. Por lo tanto, es necesario discutir las posibilidades con un trabajador pedagógico específico que se encargará de la excursión en nombre de la escuela. Habla con tu maestro para saber qué esperar.

La preparación en la escuela la puedes realizar tú directamente (esta opción es mejor, por supuesto, porque puedes combinar la conferencia con una excursión), o un trabajador pedagógico; Los materiales (presentaciones, fichas de trabajo, fotografías...) están preparados para ambos casos dentro de este proyecto y podéis encontrarlos en su página web.

1.2.1 Se el narrador

Definamos qué queremos decir, dónde y a quién, qué historias proyectar en la narrativa. Lo que queremos que se lleven los participantes.

Este capítulo podría considerarse una extensión, pero esperamos que encuentre algo interesante e inspirador en él. Las historias contribuyen al renacimiento de la excursión clásica. ¿Alguna vez has pensado en lo importante que puede ser la forma en que te expresas? Porque la forma en que transmitimos información es tan importante como lo que decimos, a menudo, si no más, con los niños. Especialmente si desea involucrar a los participantes.

Históricamente, el storytelling ha sido la principal forma de transmitir información y experiencias entre personas. Todavía se considera el método más eficaz para atraer personas. A diferencia de los hechos "secos", las historias tienen un nivel personal, una trama específica y, a menudo, evocan en nosotros emociones que nos ayudan a captar y procesar aún más la información. Además, la gente suele recordar las historias durante más tiempo y con mayor facilidad. Y cuando se les cuenta particularmente bien (el impacto es "fuerte"), pueden permanecer con nosotros toda la vida. Probablemente todos llevamos algo de eso en nosotros, ¿no? A veces incluso nos inspiran.

Para que una historia sea buena, hay que pensarla y prepararla cuidadosamente. Depender de algo que surge en el momento generalmente no vale la pena. Además, debemos tener cuidado de no traicionar a nuestro propio cuerpo: se dice que más del 90% de la comunicación es no verbal. Por tanto, preste especial atención a los gestos y las expresiones faciales. Sin embargo, definitivamente no es recomendable exagerar, especialmente si no estás acostumbrado, no quieres parecer artificial. No te preocupes, todo sólo requiere práctica. Verás que mejorarás con cada excursión posterior. Recuerde que las historias más efectivas son las de sus propias experiencias, así que no tema "darle sabor" a la excursión con historias del campo.

Como parte de este proyecto, pensamos en las posibles historias para usted y se nos ocurrieron tres líneas argumentales importantes que ayudarán a ilustrar los eventos y procesos individuales en curso en las plantas de tratamiento: esta es la historia del agua, la historia de las sustancias y la energía y, finalmente, la historia

de las personas. Cuál de las historias promocionadas más debería depender principalmente del propósito de la excursión.

El objetivo debe fijarse durante una discusión conjunta con el profesor, mucho antes de la excursión. Si a la excursión llega un grupo de estudiantes que no están muy familiarizados con el tema, tiene sentido centrarse especialmente en la historia del agua: cómo el agua cruda se convierte en agua tratada que fluye del grifo en casa. Sin embargo, cuando habla con estudiantes mayores que ya tienen conocimientos básicos de química, tiene sentido incluir una discusión sobre la energía, los precios del agua y los productos químicos necesarios para el tratamiento, ya sea para usarlos o eliminarlos específicamente del agua. Para los estudiantes que han mostrado un interés directo en el campo, o que están investigando las posibilidades de empleo futuro, se ofrece guiarlos a través de la historia de personas que trabajan en plantas de tratamiento de agua. Analizamos las historias individuales en las siguientes subsecciones. Puedes inspirarte en nuestras historias, combinarlas o simplemente inventar las tuyas propias. Eres el narrador.

En la mayoría de las secciones que se describen a continuación, hay preguntas que probablemente encontrarás; puede "simplemente" prepararse para responderlas o incorporarlas directamente en su presentación.

1.2.2 La historia del agua.

El agua está prácticamente en todas partes a nuestro alrededor, no sólo en forma de ríos, estanques y lagos, sino también en la nieve, la humedad atmosférica y el suelo; Incluso nosotros estamos llenos de agua. Aproximadamente el 60% de nuestro ser está compuesto de agua. ¿No es esa una buena razón para tener la mejor agua posible para la vida? Podría parecer que entonces no hay problema en que todos tengan acceso al agua necesaria para la vida. Sin embargo, ocurre todo lo contrario: la gran mayoría del agua en la naturaleza no está destinada al consumo directo a largo plazo sin efectos negativos en el organismo humano y es necesario tratarla en consecuencia; y de eso se trata todo el campo de la ingeniería hidráulica. Entonces, veamos de dónde viene el agua del grifo. En otras palabras, lo que debe suceder antes de que en casa echemos agua potable en un vaso, algo que muchos, no sólo los niños sino también los adultos, dan por sentado.

Como historia del agua, es posible comenzar con una descripción del ciclo del agua, es decir, la evaporación del agua de los océanos, su transporte en forma de nubes y la posterior precipitación hasta nosotros. Posteriormente, el agua de alguna manera llega a la fuente de agua cruda para la planta de tratamiento y a la tecnología. Sin embargo, la historia no termina ahí y el agua usada se limpia y se devuelve a la naturaleza, donde otra persona puede usarla varias veces antes de que el agua regrese al océano.

? Pregunta: ¿Cuánta agua hay en el planeta y cuánta es agua potable/potable?

💡 Respuesta:

Los cuerpos de agua ocupan casi el 71% de la superficie terrestre. Del volumen total de agua, la gran mayoría se encuentra en los océanos y mares del mundo (97,7%), los glaciares y las capas de nieve a largo plazo, por ejemplo, en los polos capturan el 1,7% de las reservas de agua del mundo. Sólo el 0,6% se encuentra en el suelo y en el ambiente del suelo (lo llamamos agua subterránea) y el 0,01% se retiene en lagos de agua dulce, reservorios de agua artificiales y lechos de ríos (agua superficial), de ambas fuentes tratamos el agua para consumo. Entonces digamos que estamos trabajando con aproximadamente el 0,61% del agua total del planeta: ¡eso no es ni siquiera el uno por ciento!

? **Pregunta:** ¿Qué porcentaje de nosotros, los humanos, somos agua?

💡 **Respuesta:**

Alrededor del 60% de nosotros somos agua.

? **Pregunta:** ¿Cuánto tiempo puede aguantar una persona sin agua?

💡 **Respuesta:**

De media podemos aguantar 3 días sin agua.

Un estudio de 1944 afirma que una persona puede sobrevivir sin agua en el orden de unidades de días. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que una parte del agua también se encuentra en los alimentos que se ingieren, y las condiciones climáticas también tienen una gran influencia. Según la BBC, el poseedor del récord es un joven albañil austriaco que fue encerrado en una celda de prisión preventiva por la policía en 1979 y luego olvidado. Supuestamente duró 18 días sin agua.

? **Pregunta:** ¿Qué formas de agua conocemos?

💡 **Respuesta:**

En la naturaleza podemos encontrar agua en tres formas diferentes (grupos): sólida, líquida y gaseosa, e incluso al mismo tiempo. Cuando decimos agua, pensamos más a menudo en su fase líquida, que fluye hacia nosotros en los ríos, la lluvia de las nubes y la que bebemos. Sin embargo, el agua también puede ser gaseosa: vapor de agua, que vemos flotando sobre el té y que se evapora al cocinar los alimentos. La última forma es, por supuesto, el agua sólida: el hielo sobre el que patinamos en invierno y con el que queremos refrescar nuestra limonada en verano.

? **Pregunta:** ¿De dónde viene nuestra agua?

💡 **Respuesta:**

Probablemente descubriremos que va a llover. Ésa es la respuesta correcta, pero preguntémosnos si también se aplica a las aguas subterráneas. Y sí, la respuesta correcta también aquí es que el agua subterránea también era agua de lluvia. La diferencia entre el subsuelo y la superficie está sólo en la duración del ciclo y el tiempo que permanece aquí.

Toda el agua de la República Checa proviene de las precipitaciones y toda el agua de la República Checa desemboca gradualmente en el mar. Por eso dependemos completamente del agua de lluvia.

SŠ: ¿Sabe que la cerveza Pilsner tiene un sabor tan excepcional precisamente gracias al agua subterránea que utiliza? Por lo tanto, incluso si alguien la

elaborara según la misma receta, la cerveza no tendría el mismo sabor debido a su ingrediente básico diferente, el agua. La cerveza también tiene la gran ventaja de que el agua se hierve durante su elaboración, lo que ayuda a destruir los microorganismos nocivos que contenga el agua. Históricamente, incluso los niños bebían cerveza porque era más segura que beber agua. Esto también lo demuestra la epidemia de agua en Londres, en la que sólo los empleados de la cervecería no se infectaron (ya que bebían principalmente cerveza).

Curioso: ¿Sabías que el agua no se puede crear por sí sola? Esto significa que el agua subterránea puede tener decenas de miles de años, y cada agua que nos precedió ya fue bebida por una gran cantidad de personas y animales.

? **Pregunta:** ¿Cuál es la diferencia entre aguas superficiales y subterráneas?

💡 **Respuesta:**

El agua de ríos, lagos y embalses, es decir, el agua visible en la superficie, es agua superficial. Todo lo que se extrae del suelo (del subsuelo) ya es agua subterránea.

? **Pregunta:** ¿Cuánta agua se produce anualmente en la República Checa?

💡 **Respuesta:**

En 2022 se produjeron en la República Checa un total de 576 millones de metros cúbicos de agua potable, lo que corresponde a menos de dos embalses de Lipno.

? **P:** ¿Qué industrias utilizan agua tratada?

💡 **Respuesta:**

Sin duda, todas las industrias utilizan agua en su producción. Ya sea una de las materias primas o simplemente agua de refrigeración. Aquí daremos sólo algunos ejemplos. Sin duda, la agricultura se encuentra en la cima de la escala de consumo. Puede sorprender a los participantes, pero el 70% del agua dulce del mundo (alrededor del 3% del agua del planeta, incluidos los suministros congelados; menos del 1% para las fuentes convencionales) se utiliza en la agricultura. ¡Eso es casi $\frac{3}{4}$ del total! Sin embargo, la agricultura no es la única. La industria textil también consume una enorme cantidad de agua. Sin mencionar que la mayoría de la ropa que se confecciona nunca se usa. Pero probablemente esa sea una historia triste para otro momento. Además, la industria alimentaria utiliza agua: a menudo necesita documentar periódicamente análisis de agua satisfactorios para sus actividades. Seguramente los niños habrán oído que la producción de productos electrónicos consume mucha agua: todas esas baterías son una gran carga para el medio ambiente. Con la era de los coches eléctricos, la demanda de agua es aún mayor. Incluso si pensamos en cuánta agua se necesita para apagar un coche eléctrico en llamas...

Para los curiosos: Las plantas cultivadas más exigentes en cuanto a consumo de agua son el algodón, la caña de azúcar, el trigo, el maíz y el arroz. Sorprendentemente, esto también incluye las nueces, que a menudo se cultivan en zonas con escasez de agua.

? **Pregunta:** ¿Qué es una marca de agua?

 **Respuesta:**

La huella hídrica nos dice cuánta agua dulce se utiliza (directa o indirectamente) para cultivar o producir un determinado producto. Por tanto, es un indicador determinado que nos ayuda a conocer la carga que supone para el medio ambiente.

También hay ciertos tipos de rastros de agua, pero definitivamente no vale la pena ir tan lejos en una excursión. Pero si los niños les quitan la información de que la huella hídrica existe y es una buena forma de evaluar nuestro comportamiento hacia el agua, se ganará parcialmente.

Para los curiosos: Para dar una idea, por cada kilo de carne de vacuno se consumen unos 15,5 mil litros de agua. La huella hídrica es, por tanto, de 15,5 mil l/kg de carne. En comparación, por ejemplo, el arroz tiene alrededor de 1,6 mil l/kg. Así que, lentamente, diez veces menos que la carne de res.

1.2.3 La historia de la materia y la energía.

Si los niños ya conocen bien el cuento del agua, o si son estudiantes mayores y con conocimientos de química, conviene incluir el cuento de las sustancias y la energía en la excursión. Después de todo, el tratamiento del agua está lejos de ser sencillo y gratuito. Esta es probablemente una de las suposiciones más erróneas en general. Entonces todo el mundo tiene la sensación de que a nuestro alrededor hay mucha agua y que las empresas de agua sólo quieren sacarle dinero a la gente. Y lo contrario resulta ser cierto cuando empezamos a interesarnos por el precio del agua. Probablemente pocas personas sepan que existe un cargo por el consumo de agua cruda. Además, tenemos que bombear agua bruta y esa energía también cuesta algo. Y cuando hablamos de energías, dejamos de lado una esencial: la energía humana, sin la cual la planta procesadora definitivamente no funcionaría. Afortunadamente, esto se analiza en el próximo capítulo.

¿Cuánto cuestan los químicos que tenemos que agregar al agua para tratarla? En las plantas de tratamiento de ambos tipos de agua se utiliza una amplia gama de productos químicos y no sería posible sin ellos, porque el agua no cumpliría los requisitos de la legislación y podría poner en peligro la salud de los consumidores. Sin embargo, no se trata sólo de las sustancias que añadimos al agua, sino principalmente de aquellas que queremos eliminar en el agua.

? **Pregunta:** ¿Qué sustancias se encuentran en el agua?

💡 **Respuesta:**

En general, podemos distinguir entre los parámetros químicos y biológicos que monitoreamos en el agua. Según su tamaño, las sustancias en el agua se pueden dividir en sustancias no disueltas, coloidales y disueltas. Por supuesto, es mejor eliminar los más grandes (los que no se han disuelto). Las sustancias pueden ser de naturaleza inorgánica u orgánica. En general, podemos hablar de sales, metales, gases, microcontaminantes, patógenos, pero también de microorganismos inofensivos y sustancias beneficiosas para la salud.

Escuela secundaria: La siguiente parte está destinada principalmente a estudiantes de secundaria que ya tienen una base sólida en química, porque solo así comprenderán completamente todas las consecuencias y conexiones. Estos son los parámetros del agua que son importantes.

? **Pregunta:** ¿De qué concentraciones estaremos hablando?

💡 **Respuesta:**

Puede preguntar a los niños cuáles creen que son las concentraciones de sustancias individuales en el agua. Probablemente se sorprenderán de que ninguna sustancia en el agua corriente supere el valor de un cuarto de gramo por litro. Algunos (hierro o manganeso) están como máximo en unidades de miligramos por litro, para los metales pesados o los pesticidas podemos llegar hasta decenas de microgramos por litro.

1 gramo por litro es aproximadamente 1 parte de la sustancia por 999 g de agua. Un miligramo corresponde entonces a una dilución de 1:1.000.000 y, en el caso de los microgramos, a una dilución de 1:1.000.000.000.

? **Pregunta:** ¿Qué sustancias y contaminación podemos encontrar normalmente en las aguas?

💡 **Respuesta:**

hierro y manganeso: ambos parámetros son causados por el sustrato geológico y son una parte completamente normal de prácticamente todas las aguas subterráneas. Además, el hierro puede provenir de sistemas de distribución internos antiguos directamente en los hogares (por lo que si fluye agua oxidada en casa, puede que no sea un problema en la planta de tratamiento). La buena noticia es que en cantidades habituales (miligramos por litro), no son perjudiciales para la salud; sin embargo, suponen un problema al cocinar o lavar, por ejemplo, donde pueden provocar manchas marrones en la ropa. Sin embargo, se sospecha que altas concentraciones de manganeso tienen efectos negativos sobre el sistema nervioso.

nitratos y nitritos: los compuestos nitrogenados ingresan al agua a través de la actividad agrícola (fertilización) o la filtración de material orgánico al agua. Para los adultos no son un problema, pero para los niños es necesario controlar estos parámetros (por eso el agua para bebés se determina principalmente por el contenido de sustancias nitrogenadas). Los nitratos se convierten en nitritos en el cuerpo humano, que reaccionan irreversiblemente con la hemoglobina para formar metahemoglobina. La metahemoglobina ya no puede transportar oxígeno, lo que puede provocar la asfixia del niño (en etapas "más ligeras", se vuelve azul gradualmente).

parámetros radiológicos - Quizás esta información te sorprenda, pero prácticamente toda el agua es radiactiva, incluso la potable. Pero no tiene por qué preocuparse: los límites están establecidos de manera muy estricta, por lo que corre el riesgo de sufrir un síndrome de radiación aguda (dolores de cabeza, vómitos) si bebe 45 millones de m³ de agua a la vez (aproximadamente una sexta parte de VN Slapy). La fuente más común de radiactividad en el agua es (así como en el aire) el radón-222, seguido del potasio-40, el uranio-235 y el uranio-238. Todos estos son radionucleidos naturales y la contaminación procedente, por ejemplo, de Chernóbil no supone un problema.

parámetros microbiológicos:

Esto también puede resultar interesante porque cada agua contiene una determinada cantidad de microorganismos. Sin embargo, el decreto limita a cero todos los microorganismos desfavorables y peligrosos y sólo permite la presencia en el agua de microorganismos inofensivos o muertos. Hay decenas de miles de microorganismos en el agua tratada y sólo una parte muy pequeña es cultivable. En general, sólo el 0,27% se puede cultivar en agua cruda, menos del 0,01% en agua tratada. En otras palabras, sólo un porcentaje tan pequeño puede aislarse y determinarse posteriormente mediante métodos de cultivo convencionales.

Hay muchos patógenos que se pueden encontrar en el agua e históricamente, las epidemias transmitidas por el agua más importantes en el mundo fueron el cólera (una peligrosa enfermedad diarreica) y la fiebre tifoidea (fiebre repentina y deshidratación potencialmente mortal).

Al evaluar la seguridad microbiológica, el análisis no busca microorganismos dañinos específicos (patógenos). La búsqueda de organismos individuales no sólo consumiría mucho tiempo, sino que también sería técnicamente exigente, por lo que normalmente sólo nos centramos en un organismo específico durante una investigación epidémica. En condiciones normales se realizan determinaciones grupales del llamado sistema de indicadores. Esto se puede entender en el sentido de que siempre seguimos a un representante que nos indica si conseguimos eliminar un determinado grupo de microorganismos del agua. Los indicadores de

contaminación fecal se utilizan en todo el mundo para buscar bacterias que se encuentran comúnmente en los intestinos de los animales de sangre caliente. Los indicadores típicos incluyen *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* (*E. coli*) y enterococos.

***Clostridium perfringens*: indica la eliminación exitosa de protozoos parásitos. El hallazgo de este tipo de bacterias indica claramente que el agua ha entrado en contacto con las heces y puede suponer un riesgo para la salud.**

***E. coli*: esta es una bacteria que se encuentra comúnmente en nuestros intestinos, pero también existen cepas patógenas de esta bacteria. Las consecuencias de la infección pueden variar desde diarrea con sangre hasta insuficiencia renal (especialmente en niños pequeños).**

Legionella: fue descubierta en 1976 gracias a una misteriosa epidemia en Estados Unidos. A diferencia de las bacterias mencionadas anteriormente, la infección por *Legionella* se produce por inhalación. Se encuentra comúnmente en todas las aguas, pero representa un riesgo en aguas cálidas y unidades con aire acondicionado, donde se multiplica en grandes cantidades. Esta bacteria prospera mejor entre 25 y 45 grados centígrados. A nivel mundial, la tasa de infección está aumentando. Con el aumento de los precios de la energía, la gente empezó a ahorrar en el lugar equivocado y mantuvo la caldera de su casa a una temperatura insuficiente. Esto provocó que las bacterias se multiplicaran en él hasta concentraciones potencialmente mortales. La infección se manifiesta como una enfermedad febril que provoca una neumonía grave y, en los individuos más débiles, la muerte. Debido a la naturaleza financiera y laboriosa del control de su aparición en los hogares, es necesario prestar atención a la prevención y calentar suficientemente la caldera; para eliminar las bacterias, es necesaria una temperatura del agua superior a 60 grados centígrados. Los últimos representantes que mencionaremos aquí son las bacterias heterótrofas, bacterias naturales e inofensivas del medio acuático. Las bacterias heterótrofas se determinan a dos temperaturas diferentes, a saber, 22 y 36 grados centígrados. Este es uno de los primeros indicadores microbiológicos investigados históricamente, pero hoy en día ya no se considera que tenga importancia médica.

? **Pregunta: ¿Qué sustancias, comúnmente encontradas en el agua, son beneficiosas para la salud y cuáles, por el contrario, son nocivas?**

💡 **Respuesta:**

Como dijo una vez el sabio alquimista Paracelso: "Todo es veneno, todo es veneno. Lo único que importa es la dosis". No es diferente en el agua. Sí, algunas sustancias son dañinas incluso en cantidades muy pequeñas y su aparición es indeseable. Estos pueden ser los patógenos, pesticidas, productos farmacéuticos y otras sustancias biológicamente activas ya mencionadas. Otros pueden ser perjudiciales a largo plazo, y algunos, como los minerales ya mencionados magnesio y calcio, pueden incluso ser necesarios para nuestra salud.

? **Pregunta: ¿Qué tipo de químicos le agregamos al agua al tratarla?**

💡 **Respuesta:**

Dependiendo de la tecnología añadimos muchos productos químicos al agua y también necesitamos diferentes materiales (p. ej. materiales filtrantes como carbón activo granulado, arena, cuarzo, piedra caliza molida, granulado de arcilla expandida y muchos otros). Aquí sólo daremos un breve resumen.

A menudo es necesario endurecer el agua, lo que significa añadir "artificialmente" calcio al agua para que el agua no sea agresiva con las tuberías (puedes encontrar más en los módulos tecnológicos). Para ajustar el pH y el contenido de calcio del agua:

Soda: la conocemos en el hogar, pero es una parte integral de las plantas de tratamiento de agua (en su mayoría más pequeñas). La soda se suministra en forma de polvo y una solución acuosa se utiliza directamente en las plantas de tratamiento para la dosificación. El propósito del uso de bicarbonato de sodio es aumentar el pH del agua (reducir su acidez).

Hidróxido de sodio: en pequeñas plantas de tratamiento y se utiliza para tratar (aumentar el pH) aguas naturales ligeramente ácidas. Al igual que los refrescos, se dosifica su solución acuosa.

Filtros desacidificantes: se utilizan materiales naturales como dolomita semiquemada, mármol o piedra caliza. El agua pasa a través del filtro, disuelve el material filtrante, se enriquece con minerales y aumenta su pH.

Hidrato de cal: puede que a algunos les sorprenda, pero la cal común se utiliza en las plantas de tratamiento. No se utiliza para preparar mezclas de mortero, sino para aumentar el pH del agua. Se añade al agua en forma de lechada de lima o agua de cal. En las plantas de procesamiento más grandes, a menudo se maneja la cal, y la lechada de cal se prepara en el llamado estrangulador de cal.

El agua bruta (especialmente el agua subterránea) contiene mayores cantidades de hierro y manganeso. Aunque a menudo se afirma que no son perjudiciales para la salud, esto no es tan cierto en el caso del manganeso. Algunas fuentes hablan de un posible efecto sobre el sistema nervioso. Nos preocupa especialmente el hierro porque afecta a las propiedades sensoriales del agua: puedes mostrar a los niños una muestra de agua realmente rica en hierro para que todos sepamos de qué estamos hablando. También es necesario utilizar productos químicos o un determinado material para eliminar estas sustancias:

Permanganato de potasio: aunque pueda parecer muy extraño, para eliminar el manganeso se utiliza un compuesto que contiene manganeso. El permanganato es un fuerte agente oxidante que nos ayuda a convertir el manganeso y el hierro en una forma removible (de disuelto a no disuelto), y después de la oxidación, un filtro de arena clásico es suficiente para eliminarlos.

Oxígeno/aire: se utiliza en concentraciones elevadas de hierro. Al igual que el permanganato, el oxígeno tiene un efecto oxidante y convierte las sustancias en una forma no disuelta y fácilmente eliminable. A menudo se encuentra oxígeno en las grandes plantas de tratamiento de aguas superficiales. Puede notar que se almacena en botellas presurizadas. Estas plantas de tratamiento no utilizan oxígeno para la oxidación normal del hierro, sino para la generación de ozono para la ozonización del agua. Pero hablaremos más de eso más adelante en el documento.

Hipoclorito de sodio: el hipoclorito se utiliza en plantas de tratamiento más pequeñas para oxidar y así eliminar el hierro. Pero más bien sobre el hipoclorito como desinfectante. Casi todo el mundo utiliza y conoce bien SAVO, es una solución de hipoclorito de sodio. Este es uno de los posibles medios de protección higiénica contra los microorganismos. Encontrará hipoclorito en todas las pequeñas plantas procesadoras de la República Checa. Lo nuevo es que incluso algunas plantas procesadoras más grandes están empezando a producirlo ellas mismas y a ponerlo en funcionamiento.

? **Pregunta:** ¿En qué se diferencia el SAVO regular del hipoclorito utilizado en las plantas de tratamiento?

💡 **Respuesta:**

SAVO y el hipoclorito de sodio regular (NaClO) que se usan en las plantas de tratamiento de agua tienen el mismo ingrediente activo, que es el hipoclorito de sodio. Probablemente las mayores diferencias estén en la

concentración y el uso. El SAVO que tenemos en casa suele ser una solución al 5% y está formulado de esta manera especialmente por seguridad y facilidad de uso para el consumidor medio. En casa lo utilizamos como desinfectante de superficies o como lejía. Sin embargo, en las plantas de tratamiento, la concentración varía según las necesidades de cada planta de tratamiento individual. También se espera cierta pureza del hipoclorito, lo que asegurará una mayor estabilidad del producto y, sobre todo, evitará la formación de subproductos no deseados en el agua durante su uso. En las plantas de tratamiento, el hipoclorito se utiliza para desinfectar el agua contra patógenos, garantizando así la seguridad de los consumidores.

Para fuentes de agua más contaminadas, es decir, principalmente aguas superficiales, se necesitan otros productos químicos específicos como coagulantes, floculantes auxiliares y procesos de oxidación avanzados.

Coagulante basado en iones trivalentes: los llamados coagulantes se utilizan para precipitar impurezas realmente pequeñas (coloidales), que ayudan a agregar impurezas en unidades más grandes, para que puedan eliminarse más fácilmente (consulte el módulo de tecnología para obtener más información).

Ozono: la ozonización es una de las formas más efectivas de seguridad higiénica del agua y un corto tiempo de contacto con el agua es suficiente. Una gran ventaja es que no se forman subproductos clorados de la desinfección. Debido a su baja estabilidad en la atmósfera inferior, el ozono debe generarse directamente en una planta de tratamiento de agua y se produce a partir de aire u oxígeno puro expuesto a una alta descarga eléctrica.

Carbón activado granulado: la sorción sobre carbón activado granulado se analiza con más detalle en la ficha tecnológica. Sólo diremos brevemente que ayuda a eliminar del agua microcontaminantes y sustancias que provocan olores y sabores. Sin embargo, debe regenerarse de vez en cuando para mantener la tecnología lo más efectiva posible. Hoy en día, lamentablemente, la contaminación de fuentes subterráneas con sustancias pesticidas se produce con frecuencia, por lo que cada vez se introduce con mayor frecuencia la filtración mediante carbón granulado también en fuentes subterráneas.

Cloro – Probablemente la característica organoléptica más conocida del agua suministrada es el olor, que suele ser a cloro (después de todo, se puede oler, por ejemplo, en las piscinas). Anteriormente, era necesario tener un contenido de cloro distinto de cero en el agua potable para garantizar la seguridad microbiológica; esto no ha sido necesario durante varios años. Sin embargo, el sentido del olfato humano es muy sensible al cloro y el valor límite de 0,3 mg/litro ya es tan perceptible que el olor normal a cloro del suministro de agua está muy por debajo del límite.

? **Pregunta: ¿Por qué se debe clorar el agua si esto tiene un impacto negativo en las propiedades organolépticas del agua?**

💡 **Respuesta:**

La mayoría de las veces siempre tenemos algo que hacer en la vida y, lamentablemente, aquí no es diferente. La cloración del agua nos ayuda a asegurar el agua durante un período de tiempo más largo y a una distancia más larga antes de que llegue al consumidor. Además, la calidad no depende tanto de la tubería interna y de su limpieza, ya que el cloro libre asegura la desinfección incluso en ruta. Esta es una póliza de seguro para el operador, y pocos asumirían tal responsabilidad. Después de todo, si no hubiera garantía de seguridad

higiénica, la aparición de patógenos en el agua podría tener consecuencias fatales. Nos remontaríamos a épocas históricas de epidemias provenientes del agua. Y sí, algunas plantas de tratamiento (especialmente en el extranjero) funcionan sin cloro, pero para eso se necesita una infraestructura de calidad. Respondamos honestamente: ¿cree que hay dinero para reemplazar las líneas de distribución por otras nuevas en toda la República Checa? ¿Revisar y reparar las tuberías con regularidad? ¿Qué pasa con la pieza del consumidor? ¿Revisa periódicamente el cableado en casa? ¿Y con qué frecuencia desinfectas tu aireador de grifo en casa?

1.2.4 La historia del dinero

Se trata ante todo de dinero y, por lo tanto, parte de la explicación de la excursión (o de la conferencia anterior) debería dedicarse al precio del agua, porque el público no especializado (entre los que se incluyen los participantes de las excursiones) no tiene idea de en qué consiste el precio del agua. Ya nos hemos encontrado con la opinión de que esas cien coronas por metro cúbico, por ejemplo, son beneficios para la empresa, porque el agua no proviene de la naturaleza, la infraestructura se construyó desde la época del socialismo y no se necesita nada más. Probablemente no necesitemos decirles, como trabajadores operativos, que definitivamente no es tan simple.

La formación del precio del agua se rige por las normas legales pertinentes y por la evaluación de precios actualizada periódicamente (anualmente) del Ministerio de Finanzas (que incluye, entre otras cosas, el precio máximo del agua para un año determinado para cada región de la República Checa, el llamado precio socialmente aceptable y el porcentaje máximo de las ganancias de la empresa operadora, el llamado beneficio razonable). El propietario de la infraestructura, normalmente el municipio correspondiente, que aprueba el cálculo del precio elaborado por el operador, desempeña un papel importante en la fijación del precio. El cálculo del precio incluye entonces los costos que surgen durante la producción de agua potable. Los costes comienzan ya con la extracción de agua bruta, por lo que es necesario pagar una tasa (la tasa tiene un importe diferente y una organización objetivo diferente en el caso de las aguas superficiales y subterráneas). La recogida de agua suele realizarse mediante bombeo y requiere electricidad. Después de todo, también es necesario para impulsar otras tecnologías. La electricidad se convierte así en un elemento importante del llamado suministro de agua. Además, en el tratamiento del agua se utilizan productos químicos. Además de la electricidad y los químicos, existe la necesidad de control de laboratorio y operación de la tecnología (en general, recursos humanos relacionados con la operación no sólo de la tecnología, sino también de la empresa como tal). A menudo, el elemento más importante del agua son los costos asociados con la renovación y el mantenimiento de los activos hídricos. Cada edificio y tecnología tiene una vida útil limitada, y de cada m³ producido es necesario (por ley) generar financiación para su renovación. La tarifa del agua también incluye otros conceptos relacionados con los servicios de acompañamiento, mantenimiento de dispositivos analíticos, eliminación de residuos, costos de lecturas, calibración y reemplazo de medidores de agua, administración de toda la operación y, si es necesario, costos asociados con posibles préstamos y similares. Entonces, el precio del agua debe ser lo suficientemente alto como para que haya fondos suficientes para cubrir todos los gastos. El operador de la planta de abastecimiento de agua también suele obtener beneficios, que es la principal motivación de su actividad. El importe de los beneficios está muy regulado y controlado y no puede superar el 7%, una cifra muy baja en comparación con otros campos.

1.2.5 La historia del pueblo.

Si se aborda el tema de las personas y profesiones en la industria del agua, todos los participantes del tour probablemente pensarán en el personal de operaciones que controla los canales (aunque en realidad no esté relacionado con la industria del agua como tal). Este estereotipo y al mismo tiempo el cada vez menor interés por las profesiones relacionadas con el agua nos llevaron a incluir este tema en el recorrido. No es necesario reservar una parada separada para estas historias, sino transmitir esta información gradualmente en los momentos en que sea útil (al presentarse, al visitar el laboratorio operativo o la sala de control). Entonces puedes mencionar las ocupaciones y profesiones enumeradas. Al mismo tiempo, hay que decir que no en todas partes la profesión tiene el mismo nombre, o el alcance del trabajo realizado puede diferir.

? **Pregunta:** ¿De qué puestos (personas) no podría prescindir la depuradora y por qué?

💡 **Respuesta:**

- **Operador de planta de tratamiento:** persona que se ocupa del funcionamiento normal del día a día de la instalación. Sus funciones varían según la instalación y la ubicación específicas. Puede que solo se trate de reponer productos químicos y mantenimiento, pero las tareas también pueden incluir (especialmente para operaciones pequeñas) análisis químicos, configuración del sistema, muestreo, reparaciones y ajustes menores, cortar el césped alrededor de los edificios y cosas similares.
- **Despachador:** en plantas de procesamiento más grandes, monitorean continuamente el funcionamiento y la configuración de la planta de procesamiento. Trabajan en estrecha colaboración con el tecnólogo.
- **Capataz de la planta de tratamiento** – en operaciones más grandes; coordina personas, asegura pedidos y suministros de material y se comunica estrechamente especialmente con el operador y el tecnólogo de la planta de tratamiento.
- **Instaladores operativos:** garantizan la funcionalidad de la red y reparan fallas.
- **Muestreador** - toma muestras tanto en la planta de tratamiento como en la red de suministro de agua y en los clientes.
- **Técnico de laboratorio:** procesa muestras, ya sean operativas o acreditadas.

Para los curiosos: con laboratorios acreditados, puede estar seguro de que los métodos utilizados, el procesamiento estadístico, las tasas de error y la calidad de los productos químicos utilizados cumplen no sólo con las normas legales, sino también con las prácticas de laboratorio generalmente aceptadas; esto es controlado regular y muy estrictamente por la institución de acreditación.

- **Electricista:** proporciona mantenimiento y reparación de equipos eléctricos.
- **Gestor de agua:** proporciona administración relacionada con las extracciones de agua, comunicación con las autoridades, balances de gestión del agua.
- **Tecnólogo** - una profesión muy importante. Es una persona responsable de la calidad del agua suministrada. Entre sus competencias y tareas se encuentran la correcta configuración de la línea tecnológica, determinación de las dosis correctas de productos químicos, planificación de muestreos y evaluación de resultados de análisis. Un tecnólogo debe ser un químico con formación (preferiblemente

directamente en el campo de la "tecnología del agua", aunque lamentablemente esta especialización es muy deficiente).

- **Departamento de atención al cliente:** media en la comunicación con los clientes, concluye contratos, factura, presenta quejas, comenta en redes y similares.
- **Prevención (generalmente resolución de problemas)** aquí puede hablar sobre los métodos de resolución de problemas de su empresa.
- **Otras profesiones:** las operaciones de gestión del agua también pueden tener otros empleados que proporcionen, por ejemplo, SIG, planificación de inversiones, almacenamiento, soporte técnico o conductores.
- **Gestión:** como cualquier empresa, las empresas operativas de agua deben tener gerentes, auditores internos, recursos humanos y otros puestos relacionados.

? **Pregunta:** ¿Cuántas personas trabajan aquí?

💡 **Respuesta:**

Probablemente la pregunta sobre recursos humanos más común que puede recibir de los participantes en las excursiones. Sin embargo, no podemos ayudarte con la respuesta y tendrás que preguntárselo a ti mismo (en el caso de municipios pequeños, donde puedes ser el único trabajador del departamento de agua) o a tus superiores (en el caso de empresas operadoras).

? **Pregunta:** ¿Qué tengo que estudiar para trabajar aquí?

💡 **Respuesta:**

Si recibe esta pregunta, estaremos muy contentos, porque se ha cumplido uno de los objetivos secundarios de este documento y de todo el proyecto: despertar el interés de los participantes en las excursiones por el estudio de los campos de la ingeniería hidráulica. Si hablamos de tecnólogos en agua potable, entonces pueden estudiar directamente en la Facultad de Tecnología de Protección Ambiental de la Universidad de Química y Tecnología de Praga y en la Universidad Tecnológica de Brno. También se pueden encontrar campos relacionados en la Facultad de Ciencias de la Universidad Carolina de Praga, en la Universidad Checa de Ciencias de la Vida de Praga y en la Universidad de Minería y Tecnología de Ostrava. Sin embargo, hay que decir que este puesto está abierto a todos los solicitantes con formación científica y técnica.

En cuanto a otras profesiones, depende del puesto específico: es difícil para una persona desempeñar el puesto de técnico de laboratorio si tiene un certificado de formación de fontanero y viceversa. En cuanto al "asesoramiento profesional", nos referimos a la plataforma Young Water Professionals Czech Republic (www.ywp.cz), que reúne a profesionales del agua menores de 35 años.

2 Excursión propia

Palabras de apertura

Sería una buena idea comenzar discutiendo la terminología con los niños: las palabras que usará con frecuencia para asegurarse de que comprendan todo. Intente iniciar un poco de comunicación con ellos de esta manera y aumente su interacción. Hágalas preguntas: ¿conocen esta palabra y cómo la describirían?

Salud y seguridad durante la excursión.

Una breve formación sobre seguridad y salud en el trabajo es la primera parte obligatoria de cada excursión. Para contenidos específicos, nos remitimos a las directrices internas de su empresa, o a un documento separado de una serie de metodologías, que está dedicado específicamente a la formación en SST. Por favor, no subestimes esta parte, aunque pueda parecer redundante o innecesaria.

Línea de la historia

Una buena excursión puede ir acompañada de una historia interesante y bien orientada. La trama debe ser atractiva y guiar a los participantes a lo largo de toda la excursión. Después de discutir previamente el propósito de la excursión con el apoyo pedagógico, puedes elegir una de las líneas argumentales sugeridas por nosotros o puedes inventar la tuya propia. Sin embargo, si decide utilizar el nuestro, nos gustaría remitirle al capítulo anterior, así como al material adicional: Autoexcursión – descripción general (Apéndice 2). Él podría facilitarle el trabajo. Además de los argumentos, aquí también te presentamos sugerencias de tareas para niños y una pregunta clave en cada estación que deberás responder con tus hijos.

Historia local

Recomendamos incluir el tema de la historia local (desde el punto de vista del abastecimiento de agua potable) como introducción temática de la excursión, a la que naturalmente seguirán otros ámbitos de interpretación. Si no tiene información sobre esta área, intente comunicarse con representantes del gobierno local o empleados de alto nivel de su organización. Como orientación básica, digamos que las primeras tuberías de agua en municipios más pequeños (donde suponemos más probablemente una falta de información) comenzaron a construirse entre 1910 y 1930 (en el caso de las zonas fronterizas), o en las décadas de 1960 y 1970 como parte de la llamada Acción Z. Ambos estilos de construcción son fácilmente distinguibles entre sí, al igual que las construcciones implementadas como parte de los incentivos de subsidios estatales o de la UE en las últimas décadas.

Escuela primaria: Desde un punto de vista pedagógico, no es apropiado incluir a los participantes en la excursión de datos; una discusión sobre el tiempo aproximado de construcción, o la construcción más fundamental o la reconstrucción tecnológica, es completamente suficiente. En lugar de fechas, recomendamos utilizar la expresión "Hace XX años..." y relacionarla con generaciones (por ejemplo, "El sistema de abastecimiento de agua comenzó a construirse en nuestro país cuando nacieron tus padres; por lo tanto, tus abuelos aún no tenían un sistema de abastecimiento de agua y tuvieron que sacar toda el agua de un pozo").

Es mejor "envolver" la historia en un cuento, por ejemplo: "...al crecer la ciudad, nuestros antepasados tuvieron que lidiar con la falta de agua y decidieron construir esta planta de tratamiento..."

Secundaria: Información similar a la de los alumnos de primaria. Es posible señalar acontecimientos históricos, especialmente locales, con una datación similar a la del propio suministro de agua y, si es posible, vincular esta datación con el estado del suministro de agua (material de la red de distribución, posiblemente tecnología).

Curioso: Si, para su formación adicional o interés más profundo, le interesaría más el tema de la historia del sistema de suministro de agua en una localidad determinada, le recomendamos que consulte la crónica local (hoy en día tienden a estar digitalizadas), o el archivo del distrito estatal local, específicamente a los fondos de municipios específicos (antes de 1945) de los comités nacionales locales (después de 1945). Los enlaces relevantes se pueden encontrar al final de esta metodología en el capítulo de enlaces y otros materiales educativos. En el libro Jaroslav Jásek: Abastecimiento de agua en Bohemia, Moravia y Silesia se ofrece una visión básica de la historia del abastecimiento de agua en la mayoría de las regiones.

? **Pregunta:** ¿Y qué estás haciendo/limpiando aquí en la tintorería...?

💡 **Respuesta:**

Desafortunadamente, en nuestra práctica nos encontramos regularmente con el hecho de que el público no conoce la diferencia o no reconoce las plantas de tratamiento de agua potable y las plantas de tratamiento de aguas residuales. Ante esta pregunta, conviene llamar la atención sobre la diferencia diametral entre estos dos edificios, no sólo en términos de su finalidad principal, sino también en términos de tecnología.

2.1 Preguntas clave

- **Pregunta:** ¿Beber agua es algo natural?
- **P:** ¿Qué puede contaminar el agua?
- **P:** ¿Qué papel juega el orden de las tecnologías y qué eliminan?
- **Pregunta:** ¿Cuál sería el impacto en la sociedad si no existiera un embalse en la red?
- **Pregunta:** ¿Se puede realizar el tratamiento del agua sin un control continuo?
- **P:** ¿Qué pasa si el agua no cumple con los límites?
- **Pregunta:** Cada producción tiene sus propios residuos específicos: ¿cuáles son los residuos del suministro de agua?
- **Pregunta:** ¿Cómo ahorrar agua?

Ahorrar agua en casa es una excelente manera de reducir costos y al mismo tiempo ayudar a proteger el medio ambiente. Algunos consejos para los participantes:

- Ducharse en lugar de llenar un baño completo
- Asegúrate de tener descarga de agua bifásica en casa (dos volúmenes de agua diferentes)
- Utilice el lavavajillas en casa en lugar de lavar los platos (¡hágalo funcionar al máximo!)
- Compre electrodomésticos que ahorren energía (tenga en cuenta el consumo de agua a la hora de elegir)
- Revise y repare grifos e inodoros con regularidad para detectar fugas.
- Recoger agua de lluvia y utilizarla, por ejemplo, para regar o llevarla a casa para tirar de la cadena del inodoro.
- Cierra el agua mientras te cepillas los dientes.
- No dejes que el agua se vacíe al lavar los platos.
- Conoce la huella hídrica y cuáles son los impactos de nuestro comportamiento

2.2 Calidad del agua

En realidad, todo el proceso de la tecnología de tratamiento de agua no es más que eliminar sustancias no deseadas del agua. Si el agua está oxidada o con un fuerte olor a cloro, el consumidor lo reconocerá inmediatamente y su confianza en el agua del grifo disminuirá; y ni siquiera hablamos de los aspectos legislativos; en resumen, los operadores deben tener mucho cuidado con la calidad del agua suministrada.

? **Pregunta:** ¿Cuáles son las características básicas del agua?

💡 **Respuesta:**

pH – quizás el primer parámetro que les viene a la mente a los participantes (estudiantes de secundaria); de facto es la acidez del agua (correctamente es el logaritmo negativo de la actividad de los iones oxonio). El agua potable puede ser de ligeramente ácida a ligeramente alcalina, mientras que el valor específico depende de las propiedades del agua cruda y de los cambios necesarios durante la tecnología de tratamiento (cada paso tecnológico necesita condiciones diferentes).

dureza - este término probablemente resulte confuso - ¿qué tan dura puede ser el agua? Aunque es un líquido. La dureza del agua no es más que el contenido de calcio y magnesio en el agua. Este es un tema ampliamente discutido entre el público no especializado y dos intereses entran en conflicto. El agua más dura (es decir, la que tiene un alto contenido en calcio y magnesio) es más sabrosa y aporta al organismo elementos importantes. Por otro lado, estos depósitos de agua se incrustan en hervidores, lavadoras y calderas y, por tanto, causan problemas en estos aparatos.

olor: el olor degrada el agua, incluso si es apta para beber; También es probablemente lo primero que reconocerá el consumidor. En la práctica, lo más frecuente es que se perciba olor a cloro (con un pH de 7, el valor umbral es de 0,156 mg/l), que suele deberse a dosis más altas de hipoclorito en caso de una mala calidad del agua bruta o al desinfectar tuberías después de un mal funcionamiento. Cada consumidor percibe el olfato y el gusto de manera diferente (ver más abajo).

Sabor: al igual que el olfato, el gusto es un parámetro que cada consumidor toma como valor de referencia para la calidad del agua, incluso si, por ejemplo, el agua cumple con la normativa a pesar de su peor sabor. En la práctica, se puede encontrar principalmente un sabor a hierro, que, sin embargo, puede no deberse a un tratamiento de mala calidad, sino a un cableado eléctrico de mala calidad en la casa, contra el cual el operador de la planta de tratamiento no puede hacer nada. El sabor del agua está más influenciado por la concentración de calcio y magnesio (de hecho, es decir, la dureza), posiblemente también por el pH.

turbidez: nos informa sobre la cantidad de sustancias no disueltas en el agua.

Conductividad: nos da información sobre el contenido de iones en el agua (cuantos más iones, mayor será la conductividad). Sin embargo, por sí solo no proporciona información sobre si el agua es potable. El agua con un alto contenido de iones (mineral) no es apta para beber durante mucho tiempo.

? **Pregunta: ¿Qué significa que el agua es potable?**

💡 **Respuesta:**

Probablemente lo primero que les viene a la mente a los alumnos es que el agua es incolora/transparente. Sin embargo, el color es un parámetro independiente y no nos dice nada sobre el contenido, por ejemplo, de nitratos o sustancias pesticidas, es decir, sustancias invisibles a primera vista.

Actualmente, la legislación europea no reconoce el término agua potable: ha sido sustituido por el término "agua destinada al consumo humano" y se define como "agua inofensiva para la salud, que no causa enfermedades ni trastornos de la salud incluso cuando se consume de forma permanente debido a la presencia de microorganismos o sustancias que afectan la salud de las personas físicas y de su descendencia por efectos agudos, crónicos o tardíos, cuyas propiedades sensoriales y calidad no impiden su consumo y utilización para las necesidades higiénicas de las personas físicas".

Para los curiosos: los límites para el agua potable están definidos en el Decreto nº 252/2004 Recop. "Decreto por el que se establecen requisitos higiénicos para el agua potable y caliente y la frecuencia y alcance del control del agua potable", que ha sufrido ocho modificaciones durante su existencia (hasta 2026) (principalmente adición de otros parámetros). Sin embargo, los parámetros radiológicos están definidos en el Decreto Nº 422/2016 Coll. "Decreto sobre protección radiológica y seguridad de fuentes de radionucleidos".

Esta legislación distingue entre (entre otras cosas) tres límites: los llamados DH, MH y NMH. Los valores recomendados (DH) son, por ejemplo, los de dureza del agua, aunque su cumplimiento no es obligatorio. Los valores umbral (MH) indican límites cuyo exceso debe abordarse, pero que no representan un riesgo agudo para la salud (por ejemplo, manganeso o hierro); el tercer tipo es el valor límite más alto (NMH), cuando se excede, el agua se marca automáticamente como no apta para el consumo y debe abordarse de inmediato tomando medidas correctivas.

Todo cliente tiene derecho a conocer la calidad del agua que consume. Si el proveedor de agua no lo publica en el sitio web, el cliente puede contactar con él y el proveedor está obligado a facilitar la información. Del mismo modo, el cliente tiene derecho a ver parte del denominado documento de evaluación y gestión de riesgos, donde se pueden ver todos los riesgos del suministro de agua en cuestión (independientemente de la calidad o cantidad del agua suministrada).

? **Pregunta: ¿Qué significa que el agua es agua de bebé?**

💡 **Respuesta:**

Por experiencia propia, tenemos que decir que un argumento muy común de los vecinos que desconfían del agua del grifo es que el agua de su pozo es infantil. Este término se difundió principalmente por la comercialización de empresas que vendían agua embotellada. Para este tipo de agua se aplican otros límites, principalmente en los parámetros de nitratos, nitritos, conductividad (prácticamente el contenido de sustancias disueltas) y sodio, pero en la mayoría de los casos el agua de pozo no cumple realmente estas condiciones, aunque la gente así lo crea.

? **Pregunta:** ¿Con qué frecuencia se debe analizar el agua potable?

💡 **Respuesta:**

Aquí es imposible decir de antemano cuáles serán los consejos de los participantes de la excursión. La frecuencia de muestreo está determinada por el decreto y varía desde una muestra por año para plantas de tratamiento pequeñas hasta varias muestras por mes para las más grandes (averigüe la frecuencia de las muestras en su sistema de suministro de agua antes de la excursión e introdúzcala en la tabla del apéndice de esta metodología). Además de estos análisis reglamentarios (que se informan a las estaciones de higiene), la mayoría de las operaciones también cuentan con los llamados análisis operativos que se llevan a cabo para parámetros específicos de interés (normalmente cloro, pH, manganeso o hierro). Si esta frecuencia les parece baja a los participantes, intente hacer un seguimiento con una pregunta complementaria sobre la frecuencia con la que realizan análisis desde su propio pozo en casa.

2.3 Fuente de agua cruda

La base del suministro de agua potable es, por supuesto, la fuente de agua bruta, mientras que el agua bruta puede ser superficial (curso de agua/embalse) o subterránea (circulación profunda o superficial).

Para la excursión, prepare información básica sobre la calidad del agua en comparación con el agua potable, es decir, si el agua tiene, por ejemplo, cantidades excesivas de hierro, manganeso o níquel, o una calidad insatisfactoria en términos de parámetros microbiológicos. De esta manera, se justificará realmente la existencia de todo el tratamiento del agua y los participantes en la excursión podrán imaginarse mejor por qué cada uno de los pasos están incluidos en la tecnología.

Sabemos que en muchos casos la fuente de agua cruda se encuentra a una distancia considerable de la planta potabilizadora y no hay tiempo disponible para visitar la fuente como parte de una excursión. En ese caso, recomendamos imprimir varias fotografías del recurso en calidad y tamaño suficiente para que los participantes puedan ver también esta parte tecnológica. Pero si fuera posible, definitivamente sería mejor visitarlo con los niños.

SÑ: Se puede señalar la dimensión arquitectónica de la fuente (principalmente en el caso de fuentes subterráneas): en las zonas fronterizas se encuentran fuentes de ladrillo de principios del siglo pasado, que contienen dispositivos tecnológicos integrados, como cascadas de ventilación, mientras que en el interior son más probables anillos de hormigón de los años 70, a menudo construidos como parte de la Acción Z.

No olvidemos mencionar que existe una estricta prohibición de entrada de personas cerca de las fuentes de agua, por supuesto la prohibición de tirar basura y manipulación no autorizada de las propias fuentes. Esto no sólo pone en peligro la salud de la propia persona, sino también de todos los consumidores de la red de

suministro de agua en cuestión. Puede encontrar más información sobre el tema de la zona de protección de los recursos hídricos en los materiales adjuntos al proyecto.

SŠ: Una fuente elevada de agua cruda en medio de un campo no es el lugar adecuado para beber bebidas alcohólicas con amigos por la noche, como pudimos comprobar en un pueblo anónimo de la región de Pilsen, y el hueco en los anillos de hormigón ciertamente no sirve como cubo de basura.

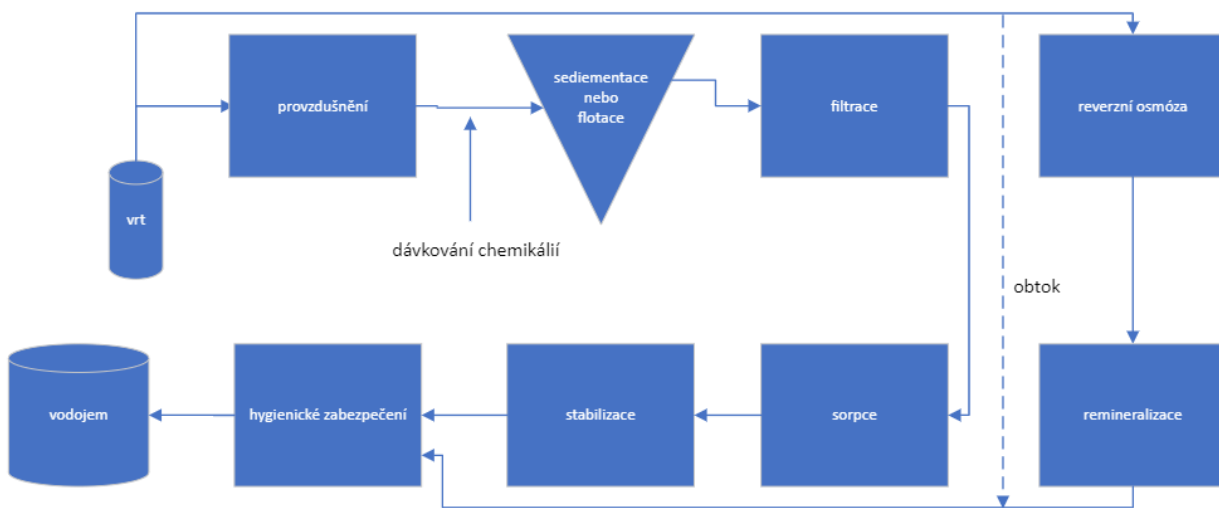
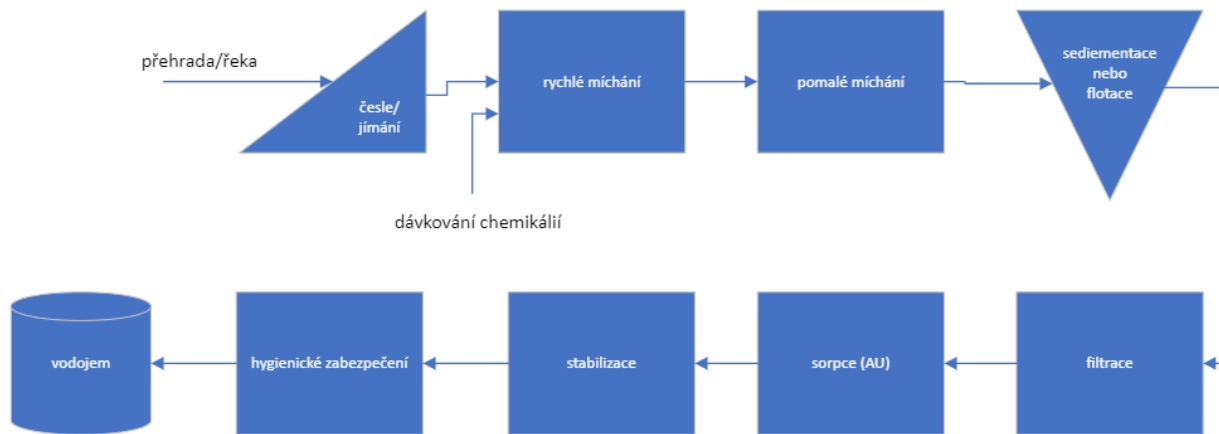
Al final de este post corresponde señalar la distancia de la fuente a la planta de tratamiento, el material de la conexión de la tubería (las razones para señalar el material se mencionan en esta metodología en el capítulo sobre la red de distribución de agua) y el método de transporte (línea de gravedad/presión).

2.4 Descripción de la tecnología

Así como la calidad de la fuente de agua cruda varía, también debe hacerlo la tecnología utilizada. No existe un esquema universal de tecnología que podamos presentar aquí, y es por eso que decidimos centrarnos más en los tipos de tecnología y crear algún tipo de módulos a partir de ellos, a partir de los cuales puedes recopilar información para tu propio taller de modificación.

Sin embargo, en general se puede decir que el agua subterránea es de una calidad significativamente mejor que la de una fuente superficial y el tratamiento suele tener, si acaso, un máximo de 2 etapas de separación. Además, existen ciertas características para las aguas subterráneas. En comparación con el agua superficial, el agua subterránea es una fuente muy estable químicamente (en términos de contenido de sustancias y propiedades físicas del agua). Uno de los más típicos es el contenido de dióxido de carbono, que en las aguas subterráneas es mucho mayor que en las aguas superficiales. Otro gas que suele estar disuelto en las aguas subterráneas es el radón o sulfano. Los gases se pueden eliminar mediante una tecnología llamada aireación. De los metales, es común un mayor contenido de hierro y manganeso. A diferencia del manganeso, el hierro se oxida más fácilmente cuando una parte ya se oxida durante la propia aireación. La parte restante suele eliminarse en la primera etapa de separación, que suele ser filtros abiertos o a presión, y el llenado de los filtros puede variar según la planta de tratamiento. El agente oxidante es, por ejemplo, hipoclorito de sodio, y luego hay un segundo proceso de separación donde es deseable deshacerse del manganeso. Para ello se utiliza el agente oxidante más fuerte, permanganato de potasio. La arena impregnada con óxido de manganeso (burel) también puede ayudar a asegurar la eliminación. No es raro encontrar, por ejemplo, una mayor cantidad de níquel, que necesita valores de pH significativamente más altos para su eliminación. El ambiente del suelo y el bajo pH del agua provocarán la lixiviación de las rocas, lo que también resulta en un mayor contenido de minerales en el agua. Esto tiende a ser positivo, pero el agua demasiado mineralizada tampoco es deseable. Además, se pueden lixiviar otras sustancias como el arsénico. Todo está influenciado por el entorno rocoso.

- a) Ejemplo de línea tecnológica: diagrama y ejemplo de una posible excursión (superficie/subterránea)



El agua bruta contiene muy a menudo sustancias nocivas desde el punto de vista de la salud, no aptas para el consumo a largo plazo o perjudiciales para los equipos técnicos (lavavajillas, lavadoras, tuberías, etc.). Incluso sustancias que de otro modo serían inofensivas y que se manifiestan sensorialmente (color, sabor, olor) pueden resultar inaceptables para el consumidor y también deben eliminarse. Aquí puede preguntar a los visitantes si alguna sustancia desagradable les ataca o por qué no son aptas para el consumo; encontrará información sobre sustancias específicas y sus efectos negativos en algunas subsecciones más abajo.

Podemos utilizar diferentes estrategias para eliminar sustancias indeseables del agua:

- **Sedimentación (para sólidos que se sedimentan bien con alta densidad, por ejemplo, arena)**
- **Filtración (en el caso de sustancias no disueltas convertimos las sustancias disueltas en sustancias no disueltas que luego se pueden eliminar mediante filtración; el material filtrante es principalmente arena sílicea de destilería)**
- **Ventilación (para gases, por ejemplo, dióxido de carbono o radón)**
- Si no podemos utilizar la conversión de sustancias disueltas en sustancias no disueltas, podemos utilizar el intercambio iónico (intercambiadores de iones) o la sorción (por ejemplo, carbón activado).

- También se pueden utilizar transformaciones bioquímicas de sustancias con ayuda de bacterias, algo que hoy en día rara vez se utiliza, ya que se dispone de tecnologías más fiables. En el pasado, este era un método relativamente común de tratamiento del agua, los llamados filtros lentos. Sin embargo, actualmente esta tecnología está empezando a desarrollarse nuevamente en el extranjero, aunque con una estructura tecnológica completamente diferente.
- **Protección higiénica (contra microorganismos; normalmente se utiliza hipoclorito de sodio, es decir, SAVA; pero como alternativa se puede utilizar ozono, lámpara UV, dióxido de cloro, etc.)**



Podrás divertirte con los niños sobre qué sustancias son fáciles de eliminar y cuáles, por otro lado, nos hacen la vida un infierno. Inclúyalos en los problemas que enfrenta todo operador de planta de tratamiento. ¿Qué piensan los participantes? ¿Es tecnológicamente más fácil eliminar una sustancia disuelta o no disuelta del agua? Quejarse de lo monstruosos que son los microorganismos y de cómo se multiplican en nuestra agua una y otra vez cuando les damos espacio para hacerlo. Pero no olvide mencionar que muchos microorganismos son completamente inofensivos y se encuentran de forma natural. Desafortunadamente, entre los buenos también hay patógenos dañinos.

Como ya se mencionó en la introducción de esta metodología, debido a la gran cantidad de posibles soluciones tecnológicas de las plantas de tratamiento individuales, esta etapa se resuelve de la forma denominada modular. En el siguiente capítulo encontrará descripciones de cada una de las etapas tecnológicas, que por favor combinen para describir su planta de tratamiento de agua. Los módulos individuales son mutuamente independientes. Durante la excursión, es importante enfatizar qué sucede, en qué fase, por qué y en qué secuencia se realizan los pasos (aquí, por ejemplo, se dosifica permanganato para oxidar las sustancias disueltas, que luego se separan en un filtro).

? **Pregunta: ¿Cuánto tiempo tarda en tratarse el agua?**

💡 **Respuesta:**

Aquí, siguiendo el ejemplo de Standa Pekárka, ofrecemos responder a la pregunta con una contrapregunta: ¿de cuánta agua estamos hablando? La respuesta general a esta pregunta es muy individual dependiendo de su tecnología (por ejemplo, si ha incluido unidades más lentas del tipo de sedimentación), así que prepare una respuesta a dicha pregunta individualmente según su tecnología.

? **Pregunta: ¿Qué pasa con los microplásticos?**

💡 **Respuesta:**

Hace unos años se discutió mucho el tema de los microplásticos no sólo en el medio ambiente, sino también en el agua potable, ya que entran en el agua con prácticamente todo, desde agua embotellada y champús hasta lavar chaquetas y limpiar superficies. Lamentablemente, las tecnologías que podrían impedir por completo la entrada de microplásticos en el agua potable aún no están muy extendidas; La tecnología actual sólo puede eliminar una fracción.

? **Pregunta: ¿Qué pasa con las hormonas/pesticidas/medicamentos/otras moléculas bioactivas? ¿agua?**

💡 **Respuesta:**

Al igual que los microplásticos, el agua también contiene moléculas bioactivas: mediante el análisis de las aguas residuales de las ciudades se puede obtener información, por ejemplo, sobre el número de usuarios de

anticonceptivos hormonales, usuarios de tal o cual medicamento, personas enfermas de coronavirus, etc. En la mayoría de los casos, estas moléculas no se eliminan en la planta de tratamiento de aguas residuales y, por lo tanto, no sólo llegan al medio ambiente, sino también al agua potable. Sin embargo, últimamente se están empezando a instalar en las plantas de tratamiento de agua más grandes accesorios tecnológicos (normalmente lámparas UV combinadas con métodos de oxidación avanzados (llamados AOP) con filtros de carbón activado), que también eliminan estas sustancias no deseadas del agua.

? **Pregunta:** Escuché que se vierte fluoruro en el agua. ¿Es verdad?

💡 **Respuesta:**

Es, o era verdad. Durante la segunda mitad del siglo XX, se añadieron compuestos de flúor al agua (por ejemplo, criolita; la llamada fluoración del agua) para suministrar una dosis suficiente de flúor a los consumidores; el flúor es una parte esencial, por ejemplo, del esmalte dental. Sin embargo, en la década de 1990 esta práctica se abandonó principalmente por razones económicas. Hoy en día, por ejemplo, en Gran Bretaña se está reintroduciendo la fluoración del agua.

2.5 Red de agua

El oleoducto, por sí solo, en un pequeño pueblo puede alcanzar varios kilómetros; La longitud total de las redes en la República Checa fue de 82.034 kilómetros en 2022 (aproximadamente una quinta parte de la distancia entre la Tierra y la Luna).

Escuela secundaria: la llamada red de tuberías se puede conectar en rama, en circuito o de forma combinada (los dos últimos métodos tienen la ventaja de que un fallo no desconecta del suministro, por ejemplo, a toda la zona, ya que es posible abastecerla desde otra dirección). También podemos distinguir los sistemas de suministro de agua según el tamaño del territorio abastecido en locales (abastecen a un solo municipio), grupales (varios municipios o tal vez una aglomeración urbana) y regionales (contiene no solo sistemas de suministro de agua, sino también varias plantas de tratamiento de agua, que pueden ayudarse entre sí, por ejemplo, en caso de averías o averías).

El material de la red de suministro de agua tiene una influencia fundamental en su funcionamiento y, en casos extremos, puede repercutir no sólo en las pérdidas de agua en la red por fugas, sino también en la calidad. Dependiendo del momento de la construcción, podemos encontrar los siguientes materiales: hierro fundido, acero (incluido el acero inoxidable y las piezas galvanizadas), plástico (normalmente PVC - cloruro de polivinilo, PP - polipropileno, fibra de vidrio, HDPE - polietileno), hormigón armado, cobre, latón (principalmente acoplamientos y otros componentes más pequeños), vidrio, fibrocemento, hormigón de vidrio o plomo (los tres últimos materiales se reemplazan en la medida de lo posible debido a riesgos técnicos o para la salud).

SŠ: ¿Por qué el amianto es un problema no sólo en la gestión del agua, sino también, por ejemplo, en la industria de la construcción durante la reconstrucción de edificios antiguos? El amianto son silicatos fibrosos que se utilizaron, entre otras cosas, por su naturaleza no inflamable. Sin embargo, cuando la estructura se rompe (por ejemplo durante reparaciones y

demoliciones), pequeñas fibras penetran en los pulmones, donde provocan cicatrices en los alvéolos y el posible desarrollo de cáncer.

SŠ: Otro material interesante que se puede encontrar (aunque muy raramente) es el hormigón de vidrio. Este material se utilizó después de la Segunda Guerra Mundial, cuando había escasez de hierro para el sector del agua; al contrario, había mucho vidrio, especialmente en las zonas fronterizas. Se trata de tubos de vidrio incrustados en hormigón.

El tiempo que el agua pasa en las tuberías no es despreciable y puede alcanzar unidades superiores de días (los extremos son hasta 14 días). Es necesario prestar atención a esto al configurar la dosis de desinfectante (generalmente cloro); por lo tanto, las casas cercanas a la planta de tratamiento/fregadero pueden oler mucho más cloro que los puntos de recolección más alejados. El tema de la desinfección y protección higiénica general del agua en la red de distribución (normalmente con hipoclorito) forma parte del capítulo dedicado a las unidades tecnológicas individuales del sistema de planta de tratamiento.

Para que el agua fluya después de abrir el grifo, es necesario crear presión en la tubería (que, después de todo, se puede ver, por ejemplo, en las películas, cuando se forma un géiser de agua cuando una tubería estalla o cuando se conecta una manguera a un hidrante). Esto se puede realizar mediante estaciones de presión automáticas en la red o colocando el depósito en un lugar alto cercano (o en una torre) de modo que la presión sea suficiente en todos los puntos de la red (la llamada zona de presión). ¿Alguna vez te has preguntado cómo se abastece de agua los rascacielos?

ZŠ: No tiene sentido explicar todos los puntos. Es importante mencionar que también hay que pagar por tomar agua de la naturaleza, algo que muchas veces ellos no se dan cuenta. También mencione artículos como electricidad, salarios de empleados, productos químicos y restauración de propiedades.

Escuela Secundaria: Aquí es posible discutir más ampliamente, por ejemplo preguntando cuánto cuesta un m³ de agua (o puede ser una tarea, o puedes averiguar el grado de orientación de los estudiantes en educación financiera adivinando), cuáles son los costos mensuales del agua y compararlos con los costos de electricidad, teléfono, Netflix (ver la tabla a continuación, que puedes usar o no); al mismo tiempo comparar los costos del agua del grifo y el agua embotellada (ver el primer capítulo de este documento).

Curioso: Es muy difícil, debido a los precios en constante cambio (y a la inflación, con la que el país está luchando al momento de escribir este documento), escribir una tabla comparativa del precio del agua y otros servicios o beneficios. Por otra parte, no es necesario disponer de una comparación absolutamente exacta, sino sólo de una especie de guía; Por lo tanto, la siguiente tabla compara los gastos mensuales individuales utilizando múltiplos, donde 1 = pago mensual por el agua (consumo medio utilizado en la República Checa de 89,4 L/persona/día, es decir, 2,7 m³/persona/mes con un precio medio en la República Checa de 100 CZK/m³):

2.5.1 Contadores de agua

Por supuesto, los contadores de agua son fundamentales para las conexiones de agua. Consideramos muy beneficioso que, como parte de la excursión, explique e ilustre incluso un dispositivo tan común como un contador de agua, o incluso mencione métodos de lectura remota. Los participantes de la excursión probablemente lo verán por primera vez en sus vidas. Aquí se sugiere mencionar cómo se debe cuidar el contador de agua en casa (especialmente en invierno).

SŠ: Actualmente, hay contadores de agua en operaciones de prueba que informan automáticamente los valores al sistema de la empresa operadora (por ejemplo) cada hora, y así es posible organizar mejor la producción (en forma de aprendizaje automático en un gemelo digital) o detectar fugas y así ahorrar dinero y recursos naturales.

Lo que no es muy conocido por el público en general es la pérdida de agua durante el transporte por tuberías: en la República Checa, estas pérdidas son en promedio del 15% (es decir, 1 litro de aproximadamente 6 litros de agua tratada fluye al suelo sin que se sepa), mientras que en algunos extremos (en el extranjero) este valor puede alcanzar hasta el 80%. El promedio mundial ronda el 40%. Una novedad que puede ayudar a detectar pérdidas de agua son los contadores de agua con medición de ruido acústico. Una grieta en la tubería provocará cierto ruido, lo que hará que sea más fácil de encontrar.

Las pérdidas de agua por debajo del 5% pueden considerarse extremadamente bajas y reducirlas aún más es muy difícil. Aquí nos adentramos en el ámbito de la imprecisión en la medición del caudal y la cantidad de agua. Al mismo tiempo, fugas muy pequeñas o fugas en las juntas de tuberías y accesorios, que son prácticamente imposibles de medir y localizar, también contribuyen a pérdidas de agua a un nivel de unidades porcentuales más bajas.

3 Descripción de tecnologías.

Información básica sobre tecnologías: hechos y curiosidades que formarán su propia excursión.

Como ya se ha escrito varias veces anteriormente, la siguiente parte de la metodología es modular y las partes individuales no se suceden entre sí; Elija las unidades tecnológicas que sean relevantes para usted y elabore su propio programa de excursiones a partir de ellas. Aunque intentamos incluir todas las tecnologías comunes en los países checos, es posible que nos hayamos perdido algunas. En ese caso, solicite al tecnólogo/representante profesional que cree una descripción similar a las descripciones aquí.

SŠ: *En la República Checa, en relación con las tecnologías y la seguridad de los procesos de suministro de agua, actualmente se empieza a hacer hincapié en la ciberseguridad. Ya se han producido varios actos de terrorismo (en el extranjero) en los que, por ejemplo, se cambiaron las dosis de productos químicos o se cortó el suministro de agua a la red debido a un ataque de piratas informáticos. Aunque parezca poca cosa, aumentar el pH del agua a 11 implica un daño cáustico al sistema digestivo.*

Curioso: *Para aumentar la atención, puede consultar la página de Wikipedia titulada Terrorismo dirigido a la infraestructura de suministro de agua potable, de la cual puede seleccionar algunos casos (o en la versión en inglés de la misma página) y mencionarlos en el momento adecuado de su interpretación. Las llamadas historias de crímenes reales son populares y populares entre los jóvenes de hoy y definitivamente le brindarán puntos positivos.*

3.1 Cincel

Importancia

Protección contra la entrada de suciedad, daños mecánicos a los equipos de bombeo y obstrucción de tuberías.

Principio

Una barrera mecánica que captura el material en su superficie.

Material capturado

Suciedad gruesa y fina (dependiendo de la distancia entre los peines individuales), p. ramas, conos, hojas, peces, ranas

Parte de la instalación receptora de aguas superficiales (este paso tecnológico no es necesario para las aguas subterráneas, ya que la naturaleza de la fuente no implica la presencia de partes tan grandes). El equipo debe estar adaptado para una fácil limpieza. En plantas procesadoras pequeñas, esta limpieza se realiza manualmente con un trapo. En operaciones más grandes, los peines tienen un barrido mecánico continuo.

ZŠ: Los niños pueden imaginar un peine como una rejilla o un peine. Al igual que los peines, los peines pueden ser finos, con alta densidad de dientes (peines muy juntos), medianos y gruesos, que tienen los dientes muy separados. Reúna con los niños lo que podemos hacer flotar en el peine (se mencionan ejemplos en el material capturado arriba). Sin duda, los niños serán creativos. Los peines mecánicos se pueden acercar a las escaleras mecánicas, que conducen la suciedad hacia arriba hasta que ésta acaba en el contenedor. Como el agua bruta no está tan sucia, los residuos de los panales normalmente se exportan sólo unas pocas veces al año como máximo.

Luego pregúnteles por qué creen que se necesitan peines en la planta de tratamiento (protección contra obstrucciones, daños a equipos importantes).

Secundaria: Para los alumnos de bachillerato, puedes entrar en cuestiones más técnicas, como la distancia entre los peines (y los espacios entre ellos), etc.

Curiosidad: En una planta de tratamiento de agua de Bohemia Occidental hay una etapa tecnológica "Fish Catcher", donde podría parecer que tiene el mismo motivo de inclusión que los panales. Pero lo cierto es que el recogedor de peces se encuentra detrás del sistema de bombeo, y los restos de pescado picados no tendrían nada que atrapar en el tanque de descanso (como suena el nombre correcto).

3.2 Aireación

Importancia	Ventilación de gases (p. ej. radón, sulfano, CO2 libre,...) Eliminación mecánica de dióxido de carbono - desacidificación del agua, reduciendo así los efectos corrosivos del agua Enriquecimiento del agua con oxígeno - reacción de oxidación (eliminación de hierro)
Principio	Mezclando agua con aire. Un aumento en la superficie de la interfaz agua-aire intensificará el intercambio de gases entre agua y aire.
Material afectado	Sustancias gaseosas no deseadas (pasan al aire y luego a la atmósfera), sustancias oxidadas (principalmente hierro, que luego se separa en forma no disuelta)

Anteriormente (históricamente) se utilizaban cascadas, cuando estaban formadas por varios desbordamientos. La energía obtenida por el rebosadero ayuda a mezclar el agua con el aire, enriqueciéndola así con oxígeno. Otras soluciones técnicas son los aireadores Bubla y Fuka, que son columnas horizontales o verticales donde se inyecta aire mediante ventiladores.

Sobre todo, las aguas subterráneas son ricas en manganeso y hierro, contienen mayores concentraciones de dióxido de carbono y menores concentraciones de oxígeno disuelto en comparación con las aguas superficiales. En algunas zonas de la República Checa también se registran concentraciones más altas de radón debido al subsuelo geológico. Por estas razones, el proceso de aireación es particularmente importante para el tratamiento de aguas subterráneas (aunque también se encuentra en algunas plantas de tratamiento de aguas superficiales, donde no se utiliza debido a la eliminación de radón).

ZŠ: Definitivamente no es necesario entrar en grandes detalles técnicos; una descripción completamente suficiente es que, gracias a soplar aire en el agua, se expulsan los gases que están presentes en el agua.

SŠ: Si ventilamos el radón, podemos mencionar como un punto interesante su vida media relativamente corta, alrededor de 3,6 días, y como método de eliminación también se puede utilizar una larga acumulación de agua, donde el radón se descompone naturalmente. Sin embargo, esto no elimina la radiactividad como tal, ya que el radón se desintegra aún más en isótopos inestables de polonio y plomo (la llamada serie de transformación de uranio-radio).

Curioso: podemos referirnos a la Ley de Henry (ver ecuación a continuación) y decir que diferentes gases tienen diferente disposición a transferirse entre agua y aire. Por ejemplo, el radón está muy bien ventilado. En el caso del dióxido de carbono, depende de la composición global del agua.

$$p_1 = K_1 \cdot x_1$$

En la ecuación descrita anteriormente, p es la presión de vapor del soluto sobre la solución, x es la fracción molar del soluto en la solución y K es la constante de Henry que realiza la función de la constante de proporcionalidad.

Es interesante que la liberación de este radón a la atmósfera no está sujeta a ningún permiso de las autoridades estatales (en este caso, la Oficina Estatal de Seguridad Nuclear), ya que ocurre de forma natural.

3.3 Sedimentación

Importancia	eliminación de impurezas sedimentables
Principio	Los sólidos suspendidos más pesados caen hacia el fondo del tanque debido a la gravedad.
Material capturado	eliminación de una proporción significativa de sustancias insolubles

El principio de la mayoría de los métodos para eliminar contaminantes comunes del agua es su conversión a una forma no disuelta y su posterior separación. Este paso de separación suele ser la filtración. Sin embargo, la filtración exige la superficie del dispositivo, el filtro debe lavarse y controlarse. Dar prioridad a la sedimentación antes de la filtración puede reducir significativamente el coste de la filtración, o incluso el tamaño del filtro; por otro lado, aumenta significativamente el tiempo necesario para que el agua pase por la tecnología de tratamiento.

En el funcionamiento de las plantas de tratamiento, la sedimentación va precedida de la coagulación y las escamas formadas se sedimentan posteriormente. A medida que se forman escamas de diferentes tamaños, se depositan en el fondo a diferentes velocidades. La tecnología a menudo no proporciona el tiempo ni la longitud del recipiente para sedimentar todas las sustancias sedimentables y, por lo tanto, a la sedimentación siempre le sigue la filtración, gracias a la cual se pueden eliminar incluso las escamas más pequeñas.

La sedimentación también se utiliza en parte para la sedimentación de sustancias no disueltas en las aguas residuales del proceso de tratamiento de agua en la llamada gestión de lodos (ver uno de los otros subcapítulos de este documento), o en el proceso de tratamiento de aguas residuales (ver otros documentos creados como parte de este proyecto).

ZŠ: *El agua cruda contiene muchas sustancias no disueltas, que podemos eliminar con o sin el uso previo de productos químicos, y sólo con la ayuda de tiempo y calma. Gravity funciona de forma fiable y gratuita. Las partículas de suciedad caen lentamente hacia el fondo, donde se depositan. El agua libre de impurezas se desborda desde la parte superior del tanque y continúa al siguiente nivel de tratamiento, generalmente la filtración.*

SŠ: *Debido a la acción del campo de fuerza, como consecuencia de las diferentes densidades y tamaños de las partículas, las partículas se hunden hasta el fondo. Las partículas más grandes se hunden más rápido hasta el fondo. Un factor muy importante es calmar el agua lo máximo posible antes de que entre al tanque.*

Curioso: *la eficiencia de la sedimentación debe rondar el 80-90% para que la etapa de separación por sedimentación sea declarada funcional. Para mejorar la eficiencia se pueden utilizar, por ejemplo, paredes perforadas, tabiques adicionales (la llamada sedimentación de láminas) o la adición de lechada de cal (suspensión de hidróxido de calcio), que arrastra las partículas no disueltas hacia abajo.*

3.4 Flotación

Importancia

Principio

Material capturado

Separación de partículas en suspensión y recuperación biológica.

Las burbujas de aire disuelto llevan la contaminación a la superficie.

contaminación hidrobiológica, en segundo lugar también otras sustancias

La flotación es otro paso de separación en el tratamiento del agua, que en la gran mayoría de los casos precede a la filtración, y que sirve para separar partículas u organismos en suspensión o floculantes del líquido (es decir, agua potable tratada) mediante burbujas de aire. Según el método de creación de burbujas, podemos dividir la flotación en electrolítica, mecánica o por presión, mientras que en la cuenca checa sólo encontramos la última variante.

El principio del método es que las partículas (por ejemplo, formadas por coagulación) se combinan con burbujas de aire sopladas, que como resultado son más ligeras que el agua y se elevan hacia arriba. Esto crea una capa de lodo en la superficie, que se arrastra hacia los desechos y el agua se drena desde el fondo del tanque para realizar otros pasos tecnológicos (principalmente filtración), es decir, lo opuesto a la sedimentación.

Es importante tener en cuenta que la flotación en sí sólo funciona con sustancias no disueltas, pero no con sustancias disueltas; en este caso, la coagulación debe preceder, cuando se forman escamas, que luego se llevan a cabo y se eliminan. Por tanto, la coagulación prácticamente siempre va precedida de la flotación.

La flotación como tal no es una tecnología muy extendida en la República Checa y se utiliza principalmente en grandes plantas de procesamiento, donde se supone que un tecnólogo le ayudará con la descripción química y técnica; por lo tanto, en esta página solo se proporciona información básica simplificada.

ZŠ: Los copos formados con impurezas adheridas, posiblemente cianobacterias, algas y otros componentes biológicos del agua, son transportados a la superficie con la ayuda de muchos millones de burbujas de aire, donde se recogen como desechos. Luego se recoge en el fondo el agua para su posterior tratamiento. Muchas burbujas parecen de color lechoso en el agua desde la distancia.

SŠ: El aire comprimido se disuelve en agua según la ley de Henry (ver ficha técnica sobre aireación). Cuando el agua se satura en un volumen cerrado, se forman muchas microburbujas de 30 y 100 micrómetros de tamaño, que luego se descargan en el espacio de flotación, que luego lleva las sustancias no disueltas a la superficie.

La flotación como tal no sólo se utiliza en el tratamiento de agua potable, sino también, por ejemplo, en el tratamiento de aguas residuales o en el tratamiento de minerales, donde funciona según el mismo principio.

Curioso: En la literatura se puede encontrar la abreviatura DAF, que proviene del inglés disuelto air flotation, que significa flotación por presión. En las condiciones

checas, sólo se utilizó para el tratamiento del agua potable a principios del siglo XXI (en 2005).

En lugar de oxígeno disuelto, esta tecnología también puede utilizar petróleo (método histórico, ya no utilizado hoy en día) u ozono (muy poco extendido, más bien una posibilidad teórica).

3.5 Clarificación / coagulación / floculación

Importancia	acelerar la eliminación de sustancias finas suspendidas y coloidales (normalmente difíciles de sedimentar)
Principio	Las partículas finas se convierten en grupos más grandes. Las partículas más grandes formadas se sedimentan más rápido.
Material capturado	agente aglutinante – coagulante y floculante sustancias coloidales, microorganismos

Se trata de un proceso tecnológico importante que se utiliza principalmente para el tratamiento de aguas superficiales, donde, junto con la posterior filtración, se eliminan sustancias disueltas (normalmente sustancias orgánicas de alto peso molecular, como sustancias húmicas) y coloidales, que no pueden eliminarse por sí solas mediante sedimentación o flotación. La clarificación es un proceso exigente en cuanto a gestión y diseño, ya que está influenciado por muchos parámetros tanto del agua tratada (pH, temperatura) como de parámetros tecnológicos (velocidad de mezcla, forma de los agitadores, dosis de agente coagulante).

Con el uso de partículas cargadas positivamente de metales de hierro o aluminio (normalmente sulfatos o cloruros en forma de hidratos) se forman grupos más grandes de las llamadas escamas, que luego pueden eliminarse mediante sedimentación, flotación o filtración. Las partículas positivas atraen entonces las impurezas como un imán.

ZŠ: *Añadimos un reactivo al agua, lo que hace que las sustancias que no queremos en el agua comiencen a precipitar y acumularse en forma de escamas. Las escamas resultantes, que son significativamente más grandes que las propias impurezas, pueden eliminarse fácilmente mediante filtración y sedimentación. Consejo de demostración: Podemos mostrar estas escamas y comparar el agua antes y después de la coagulación.*

SS: *La coagulación o clarificación es un proceso importante que puede convertir sustancias disueltas en agua en sustancias no disueltas. La adición del agente hace que sustancias disueltas que de otro modo serían estables, como las huminas, comiencen a agruparse para formar un precipitado con el coagulante. El proceso requiere el uso de un reactivo adecuado, el ajuste de la dosis correcta del reactivo y las condiciones correctas, como el pH en particular. Estas cosas no se pueden diseñar de forma fiable "a partir de la mesa" y antes de cualquier cambio importante, se deben realizar en el laboratorio las llamadas pruebas de coagulación del vidrio.*

Curioso: *las sustancias coloidales se estabilizan en el agua mediante la carga eléctrica de su superficie. Agregar un reactivo cambia la carga y, por lo tanto, los desestabiliza y les permite agruparse (como imanes).*

Sustancias húmicas: *las sustancias húmicas u otras sustancias de origen natural a menudo se eliminan mediante coagulación. Estos por sí solos no son perjudiciales para la salud humana, pero causan problemas sensoriales, especialmente una coloración marrón. Otra razón para su eliminación es*

garantizar la estabilidad a largo plazo del agua, cuando estas sustancias podrían servir como sustrato para el crecimiento de bacterias. Otra razón es su posible reacción con el cloro utilizado para garantizar un agua higiénica. Se podrían producir sustancias cloradas potencialmente peligrosas (los llamados subproductos de la desinfección, por ejemplo cloroformo).

En la práctica se pueden encontrar los términos floculación, coagulación y clarificación, términos que a menudo se confunden (incorrectamente). La coagulación es la formación de grupos de partículas (también podría describirse como desestabilización), la floculación (también agregación) es la formación de escamas visibles a partir de estos grupos; La clarificación se realiza generalmente después de la mezcla sin seguir hasta la formación de escamas. La coagulación, a diferencia de la floculación, no es reversible.

3.6 Filtración

Importancia**Principio****Material capturado**

un paso clave en la eliminación de sólidos suspendidos en el agua
captura de partículas grandes (oxidadas, floculadas) en partículas de arena
Sustancias disueltas oxidadas, partículas coaguladas.
(por ejemplo, sustancias coloidales, microorganismos, óxidos hidratados de hierro y manganeso, partículas de arcilla)

El filtro es probablemente la tecnología más tradicional utilizada en el tratamiento del agua y probablemente se pueda encontrar en todas las plantas de tratamiento de la República Checa. Existen varios tipos de filtros según el relleno. Varios filtros de tela o de vela que atrapan material en su superficie (como los estudiantes de secundaria pueden saber por, por ejemplo, ejercicios de laboratorio químico), no se usan mucho en la industria del agua y es más probable que se usen en otros campos, o en piscinas domésticas, por ejemplo. En la industria del agua está muy extendida la filtración a través de una capa de material granular, cuando el material es capturado en el volumen del relleno del filtro; Por lo general, es arena o arena modificada químicamente que tiene diferentes capas modificadas.

A primera vista, también se puede ver la diferencia entre un filtro a presión y un filtro abierto. El tipo adecuado se elige principalmente teniendo en cuenta el resto de requisitos tecnológicos y de espacio: las bombas de presión son mucho más pequeñas que las abiertas, pero también consumen energía eléctrica de las bombas.

En principio, se trata de la misma filtración que los niños probablemente imaginarán: las partículas son guiadas por una capa de material granular en la que quedan atrapadas. A medida que el filtro se obstruye gradualmente, la caída de presión aumenta y pasa menos agua, o es necesario aumentar la presión para mantener el flujo (a costa de un mayor consumo de energía y al mismo tiempo de un mayor estrés para la tecnología). Cuando la pérdida de presión es demasiado alta o la suspensión suspendida comienza a penetrar el filtro, es necesario lavarlo. El lavado utiliza invertir el flujo de agua a través del filtro y aumentar el flujo para causar la expansión del cartucho (el cartucho está "esponjoso"). El lavado a menudo se intensifica con aire comprimido, lo que facilita la liberación del material atrapado en el filtro.

El material filtrante puede ser arena con un tamaño de grano de aprox. 0,6 a 1,8 mm (existen diferentes granulometrías con distintos rangos). U otros materiales, como la antracita, o materiales filtrantes industriales con propiedades especiales. Una forma especial de filtro es el llamado filtro de desacidificación. Sin embargo, su finalidad no es la filtración, sino el ajuste del equilibrio de carbonatos, por lo que se describirá en otro capítulo.

Consejo guía: prepare un cartucho de filtro en un vaso de precipitados u otro recipiente y envíelo a los niños para que lo toquen (algunas empresas de tecnología ofrecen directamente estos kits de muestra como artículos promocionales). Una demostración tan ilustrativa renovará la atención de los participantes de la excursión.

3.7 intercambiadores de iones

Importancia	Eliminación de cationes o aniones no deseados del agua.
Principio	Sustancias de alto peso molecular (ionex) que contienen grupos funcionales capaces de capturar un ion con carga opuesta.
Material capturado	Sustancias disueltas en estado ionizado (carga positiva o negativa).

El tratamiento del agua con intercambio iónico es muy eficaz. Los Ionex, o intercambiadores de iones, apuntan principalmente a la contaminación inorgánica del agua, pero si las sustancias orgánicas llevan una carga, también pueden ser capturadas. Los Ionex se suelen encontrar en forma de bolitas. En general, se trata de sustancias de alto peso molecular que llevan en su estructura grupos funcionales. Estos grupos tienen una carga determinada, que determina qué grupo de sustancias atraerá. Distinguimos dos tipos de ionex, negativos y positivos. Las personas a menudo confunden sus nombres, pero al igual que los electrodos, los ionex siempre se nombran según el tipo de carga que atraen: catex intercambia cationes y anex intercambia aniones. Toda una gama de sustancias naturales y sintéticas tienen la capacidad de intercambiar iones. Las zeolitas pertenecen a los intercambiadores de iones de origen natural más conocidos. Sin embargo, hoy en día se utilizan con mayor frecuencia sustancias de origen sintético, principalmente a base de polímeros.

De manera análoga a la sorción en carbón granular, solo hay una cantidad limitada de grupos funcionales en ionex. Por lo tanto, si se llenan todas las plazas, la regeneración es necesaria. El mayor obstáculo en el funcionamiento de los intercambiadores de iones es la eliminación de las soluciones de regeneración. La eliminación de residuos suele ser el factor limitante a la hora de decidir si se introducirá o no este tipo de tecnología de tratamiento. Debido a la cantidad y naturaleza de los residuos (contenido importante de sal), la tecnología se utiliza más para plantas de tratamiento pequeñas.

Escuela primaria: muestre a los niños una muestra de cómo es un ionex de este tipo. Déjelo andar y cuando regrese, pregúntele a los niños cómo era: ¿cómo lo describirían? Enfatice que el principio de la tecnología es el intercambio iónico. ¿Saben los niños qué es un ion? Ahora que comprende el concepto, ¿cómo podría funcionar el intercambio iónico? De ello se deduce que las bolas (ionex) que vieron llevarán algún tipo de carga. ¿Qué hacen las mismas cargas, se repelen o atraen? Puedes mostrárselo con imanes. Cuando llegue al hecho de que los opuestos se atraen, explique por qué las catexias y los anexos se llaman así. En conclusión, resumir que ionex nos ayuda a captar un determinado tipo de iones según la carga que llevan. De vez en cuando es necesario lavar el ionex para que se deshaga de todo lo que pescó anteriormente y pueda seguir haciendo su trabajo nuevamente.

Inquisitivo: el grado de capacidad para retener la sustancia depende de las propiedades del ionex utilizado y del ion mismo. Ciertos tipos de sustancias también pueden unirse irreversiblemente al ionex y, por lo tanto, inutilizarlo. Estos ionex ya no pueden regenerarse y se tratan como residuos.

3.8 Sorción

Importancia

método eficaz para atrapar microcontaminantes, efecto positivo sobre el sabor del agua, protección después de la aplicación de ozono

Principio Material capturado

captura de sustancias en una gran superficie (adsorción) de gránulos
Sustancias orgánicas que causan sabor y olor. Microcontaminantes orgánicos e inorgánicos (pesticidas y medicamentos).

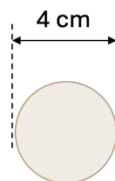
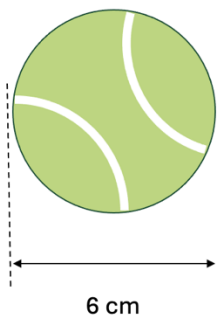
El carbón activado se elabora a partir de carbón, madera o turba y tiene una estructura porosa con una gran superficie interna. La superficie específica del carbón activado suele rondar los 1000 m² por gramo, pero puede alcanzar hasta 3500 m² por gramo. Para que te hagas una idea, el estadio de fútbol Eden de Praga tiene unos 7.000 m², lo que corresponde a 7 gramos de carbón activado. Podrás averiguar cuánto tiene el campo de fútbol de tu zona, o mejor aún, el campo de la ciudad/pueblo de donde vinieron los visitantes y comparar la cantidad de carbón activado. Puedes pesar la cantidad y guardarla en un recipiente para las excursiones; los niños verán cómo se ve el carbón activado y se imaginarán mejor la cantidad de la que estás hablando.

La absorción sobre carbón activado es el medio más utilizado para eliminar sustancias orgánicas del agua, especialmente microcontaminantes como los pesticidas. Para los pesticidas, la eficiencia de eliminación generalmente oscila entre el 50 y el 95%, dependiendo del tipo de carbón activado y del tipo de sustancia adsorbida. El carbón activado se utiliza principalmente por su alta eficiencia y fácil aplicación. En la industria del agua, encontramos con mayor frecuencia su forma granular, pero también se utiliza a menudo carbón activado en polvo. Las plantas de tratamiento más grandes mantienen una reserva de carbón activado en polvo en caso de que surjan problemas con el funcionamiento de los filtros con carbón activado granular o si la calidad del agua se deteriora repentinamente. En general, se puede decir que el carbón activado en polvo se utiliza principalmente para el deterioro estacional de la calidad del agua (sabor, olor, escorrentía de los campos) y la aplicación suele clasificarse antes de la filtración. La desventaja de la forma en polvo es que se lava después de la aplicación, por lo que esta forma es más cara y menos utilizada para el funcionamiento normal. Si la calidad del agua bruta continúa deteriorándose, las plantas de tratamiento utilizan filtración con carbón activado granulado. Es importante mencionar que con el tiempo la capacidad de adsorción del carbón disminuye y con el tiempo es necesario regenerarlo, es decir restaurar su eficiencia.

ZŠ: Las sustancias nocivas se captan en la superficie, no sólo en la exterior. El esfuerzo es hacer que esta superficie sea lo más grande posible. La apariencia puede engañar, porque la superficie que reúne el interior del material en carbón activado es muchas veces mayor que la exterior, que solemos notar. Pregunte a los niños si alguna vez leyeron la hormiga Ferda con sus padres o si vieron un hormiguero detrás de un cristal: muchos caminos, diferentes longitudes y curvas. Probablemente así es como podría verse en un gránulo de carbón activado. Las

sustancias penetran entonces profundamente en el interior del grano y luego son capturadas por todos estos caminos.

SŠ: Nos atrevemos a decir que el concepto de superficie específica (medida) no es del todo fácil de introducir. Por este motivo, es importante que se preste más atención a su explicación. Es el área superficial de una sustancia sólida por unidad de masa. Es decir, ¿cuánta superficie en metros cuadrados tiene un gramo de sustancia? ¿Por qué nos interesa esto, qué hace que la superficie sea tan importante para nosotros y por qué nos tomamos la molestia de determinarla? En pocas palabras, este es uno de los parámetros más importantes de la adsorción, porque la adsorción es el proceso de acumulación de una sustancia en una superficie. En pocas palabras, cuanto mayor sea la superficie, más espacio habrá para atrapar sustancias. ¡Veo! Pero ¿cómo consigo una superficie específica mayor? Por favor permita que los niños piensen por un momento. Por ejemplo, puedes mostrarles una pelota de tenis y demostrarles cuál es su superficie. Pero, ¿cómo puedo aumentar la relación entre superficie y peso? Contrariamente a la intuición, se diría que se utilizan partículas más grandes, porque entonces la superficie es más grande. La superficie de la partícula es sí, pero no específica, porque esto también aumenta la masa de la partícula. Una opción es tener partículas más pequeñas (pelota de ping-pong). Si no te creen, puedes mostrarles un cálculo sencillo:



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

Tenisový míček

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

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

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

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

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

Ping-pongový míček

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

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

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

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

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

El segundo cambio más fundamental es la porosidad de la partícula. ¿Saben los niños qué son los poros? Que imaginen un cubito de queso que les guste, por ejemplo edamame. Y ahora, al lado de ese cubito de Emmental que gotea. ¿Cuál tiene mayor superficie específica? Los poros pueden aumentar la superficie específica. El carbón activado es un excelente adsorbente precisamente por su alta porosidad, que se crea durante su producción.

Curioso: en general, distinguimos entre dos tipos de adsorción: la física y la química. Las sustancias se pueden unir en toda la superficie mediante adsorción física, la fuerza de unión suele ser débil y la desorción se produce con mayor facilidad. La adsorción física ocurre con mayor frecuencia debido a fuerzas de van

der Waals, y también se puede observar adsorción multicapa. Por el contrario, la adsorción química funciona con la ayuda de los llamados sitios activos y muchos factores influyen en el curso de la captura de sustancias. La mezcla de sustancias en agua también provocará una competencia de sustancias por los sitios activos, ya que algunas sustancias tendrán una mayor afinidad, un deseo, de unirse a los sitios del adsorbente. El adsorbente también tiene una cantidad limitada de estos sitios y cuando están llenos, la adsorción adicional no puede funcionar. Afortunadamente, el proceso no termina con el agotamiento de la capacidad de sorción, el carbón no tiene por qué desecharse una vez agotado, pero es posible regenerarlo (en el caso de procesos de unión reversible). En otras palabras, es posible restaurar la capacidad de sorción del carbón activado. Al igual que con la adsorción (unión de una sustancia a una superficie), también funciona el proceso opuesto, es decir, el desprendimiento de la sustancia de la superficie del sorbente. Para ello se utiliza con mayor frecuencia la desorción térmica. El material se calienta a una temperatura muy alta (hasta 1200 grados Celsius), cuando las sustancias adsorbidas se eliminan del carbón. Sin embargo, no debemos olvidar que también se produce oxidación y abrasión del propio carbón, lo que puede provocar hasta un 15% de pérdida de material.

3.9 Suministro higiénico de agua

Importancia	suministro higiénico de agua en términos de microorganismos
Principio	efectos de oxidación y cloración que limitan o desactivan procesos importantes de las células microbianas, que como resultado destruyen microorganismos
Material "capturado"	microorganismos

El suministro higiénico de agua es a menudo un tema controvertido, pero es necesario comprender que encontrar una conexión entre algunas enfermedades y la calidad del agua y, posteriormente, garantizar la calidad microbiológica del agua, ha ampliado significativamente la edad promedio de la población.

ZŠ: Las aguas naturales contienen bacterias. Incluso el agua tratada no está completamente libre de bacterias. La mayoría de las bacterias no son peligrosas para los humanos y el cuerpo humano puede combatirlos. Sin embargo, es importante mantener su número bajo y, sobre todo, asegurarse de que las bacterias presentes en el agua no sean peligrosas. La mejor tecnología de tratamiento no puede garantizar la eliminación absoluta de las bacterias, pero lo más importante es que no puede garantizar que las bacterias no se multipliquen en la red de agua. Por este motivo, se añaden desinfectantes al agua. Se añade una cantidad mínima de estos, principalmente por su precio y limitando el efecto sobre el olor y sabor del agua. Desde el punto de vista del consumidor de agua, es mucho mejor que el agua contenga una determinada cantidad mínima de desinfectante que microorganismos peligrosos.

Curioso: es posible contar la historia de cómo se descubrió la conexión entre la calidad del agua y la propagación de enfermedades. John Snow estaba realizando una investigación sobre la conexión entre las enfermedades infecciosas y las fuentes de agua en 1854 en Broad Street, Londres, y descubrió que las personas que padecían un brote a menudo estaban vinculadas por una fuente de agua común. Registró los casos de enfermedades en un mapa y la conexión con la fuente de agua era bastante obvia. Un dato interesante fue que también había un monasterio en el centro de la epidemia, pero en él no se registró ninguna enfermedad. Pregunte si alguien sabe por qué fue esto. La respuesta correcta es que los monjes no bebían agua, sino cerveza sometida a un tratamiento térmico.

3.9.1 cloración

La cloración del agua es un proceso en el que se utiliza cloro elemental o sus compuestos para asegurar la higiene del agua. Se utilizan varios tipos de desinfectantes a base de cloro. Sin embargo, la dosis más utilizada es cloro gaseoso, hipoclorito de sodio o dióxido de cloro. La cloración es uno de los métodos de desinfección más extendidos en la industria del agua.



Consejo de interpretación: Cloración no es el término correcto desde el punto de vista químico. La cloración significa que el cloro está químicamente ligado a alguna parte. Dado que el objetivo es no unir cloro al agua, un término mucho más correcto es desinfección del agua. Además, no

todos los agentes a base de cloro tienen un efecto clorante sobre las sustancias presentes en el agua. Por ejemplo, el dióxido de cloro sólo es oxidante.

La cloración ayuda principalmente con la actividad microbiana en el agua. La mayor ventaja de la cloración es la llamada desinfección secundaria. Esto significa que protege la calidad del agua incluso durante su distribución a través de las redes hasta el consumidor final. Además, es una forma sencilla de garantizar la desinfección incluso en los depósitos de agua, manteniendo así la calidad del agua a largo plazo. Una gran desventaja son los subproductos de la cloración y el efecto negativo sobre las propiedades sensoriales del agua. Estas son las razones por las que muchos estados finalmente abandonaron la cloración. Las plantas de tratamiento más grandes utilizan cloro gaseoso, que se introduce en el agua. El hipoclorito de sodio se usa con mayor frecuencia en los pequeños.

En el agua se distinguen tres formas básicas: cloro total, cloro activo libre y ligado. Sumando el ligado y el libre obtenemos la concentración de cloro total. El cloro unido o combinado se hace reaccionar con amoníaco para formar cloraminas. La cloramina es particularmente importante para la desinfección secundaria porque tiene una vida media larga y, por lo tanto, protege la calidad del agua de la contaminación por microorganismos que ingresan a la red de tuberías. El cloro libre se mide en todas las plantas de tratamiento, ya sean grandes o pequeñas. Protege el agua de la contaminación y es un excelente indicador de si el agua sigue siendo higiénicamente segura. Cuando se habla de cloro libre, conviene demostrar su determinación a los niños. También se sugiere tener preparadas muestras con diferentes valores de cloro libre para que los niños vean cómo se relaciona la saturación del color con la concentración de cloro.

Primaria: Pregunte a los niños qué saben sobre el cloro. ¿Conocen su estado y color? Probablemente lo conocerán como gas de combate, o recordarán la piscina. Si recuerdan la piscina, puedes decirles que intenten recordar su olor.

Este gas y algunos de sus compuestos químicos tienen importantes efectos desinfectantes. Después de mezclarse con agua, estas sustancias destruyen eficazmente los microorganismos que nos amenazan en el agua. Los niños seguramente conocerán el hipoclorito de sodio con el nombre de SAVO.

SÑ: El cloro del agua también lo consumen las sustancias orgánicas residuales, por lo que es necesario clorar el agua lo más limpia posible. Como ocurre con otros métodos de desinfección, es aconsejable clorar sólo en la última etapa del tratamiento del agua. El motivo del uso frecuente del cloro es su gran eficacia bactericida, que conserva incluso en pequeñas concentraciones. La cantidad de dosis de productos químicos siempre depende de la calidad del agua entrante y de los límites de desinfección. La eficacia de la cloración depende en gran medida del pH del agua. En las depuradoras siempre intentamos mantener un cierto nivel de cloro libre en el agua.

Curiosidad: Los desinfectantes a base de cloro también son adecuados para eliminar hierro, manganeso, ácido sulfhídrico y algunas sustancias orgánicas, especialmente olorosas y sabrosas, gracias a su efecto oxidante.

3.9.2 radiación ultravioleta

Importancia

Principio

suministro higiénico de agua se basa en el efecto biocida natural de la luz solar. Las lámparas de mercurio emiten radiación ultravioleta con longitudes de onda nocivas, provocando un cambio en la estructura con la posterior destrucción de las células microbianas.

Material "capturado"

Microorganismos (bacterias, virus) y los suyos.

Se trata de una forma física de asegurar el agua para los consumidores. La ventaja de utilizar lámparas UV es la prevención de la formación de subproductos y al mismo tiempo es un método de desinfección muy eficaz. Además, es un método respetuoso con el medio ambiente. Otra ventaja es la facilidad de operación y mantenimiento en comparación con otras tecnologías. La desventaja, por el contrario, es el consumo energético de las lámparas, su propensión al sobrecalentamiento, pero sobre todo la influencia de la calidad del agua sobre la eficacia de la desinfección. La eficiencia de la radiación se ve muy afectada por la turbidez del agua, porque provoca una permeabilidad reducida de la radiación en el volumen de agua. Por tanto, el agua debe ser completamente transparente y, además, una fina capa de agua debe ser transparente. Sin embargo, la mayor desventaja en comparación con la cloración es que el agua no permanecerá higiénicamente asegurada en la red de suministro de agua. En otras palabras, la radiación ultravioleta sólo actúa en el punto de exposición. Tampoco es posible medir directamente la dosis de radiación UV.

Las lámparas UV se utilizan principalmente para la desinfección del agua potable en zonas de mayor consumo. También se utiliza cada vez más para el tratamiento de agua descentralizado. P.ej. en pensiones, casas particulares. Sin embargo, en algunos países la radiación ultravioleta también se utiliza para desinfectar el agua de trenes y barcos.

Primaria: Pregunte a los niños en qué piensan cuando dicen olas. Probablemente pensará en el mar. Indíqueles que existen otras ondas, concretamente las ondas de luz. El sol emite ondas de diferentes longitudes de onda: longitudes de onda cortas de radiación ultravioleta, ondas de luz visible (color) y longitudes de onda largas de radiación infrarroja. No podemos ver las longitudes cortas mencionadas, pero son las más fuertes en la lucha contra los microorganismos. Seguramente los niños han visto a sus abuelos o padres tendiendo la ropa lavada afuera. La luz del sol no sólo seca la ropa, sino que también la elimina de bacterias y olores (sustancias orgánicas). Las lámparas UV emiten exactamente esa radiación y nos ayudan a garantizar que el agua sea biológicamente segura. Sin embargo, siempre depende de la intensidad de la radiación y de la duración de la exposición. Los niños seguramente conocen la sensación en la piel cuando el sol calienta mucho; esto está relacionado con la intensidad de la radiación. Y si el sol calienta tanto y corren mucho tiempo afuera, es decir, estarán mucho tiempo expuestos a sus efectos, arderán muy bien. Cuando los microorganismos del agua se exponen a radiación de alta intensidad y durante mucho tiempo, no sobrevivirán.

Bueno, y como la radiación ultravioleta no sólo es peligrosa para los microorganismos del agua, sino también para los humanos (aunque no somos tan pequeños y podemos tolerar una dosis de radiación significativamente mayor), los padres a menudo nos piden que nos apliquemos cremas protectoras solares con honestidad.

SÑ: *La radiación ultravioleta es un componente natural de la luz, es decir, longitudes de onda cortas. Por tanto, la fuente natural de radiación ultravioleta es el sol. Aquí su fuente son las lámparas de cuarzo de mercurio, en las que hay lámparas de descarga de mercurio (de alta o baja presión). Cuando escuchamos lámparas de descarga probablemente imaginamos que necesitan una mayor dosis de energía y al mismo tiempo se calentarán rápidamente. Por lo tanto, el agua debe fluir constantemente a su alrededor para enfriarlos. Las lámparas también deben manipularse con cuidado durante el mantenimiento porque contienen mercurio, que es peligroso para la salud.*

En cuanto a los efectos contra los microorganismos, la radiación UV muestra los mayores efectos germicidas en una longitud de onda de 200-300 nm, siendo más eficaz en una longitud de onda de 254 nm. Los rayos UV penetran en sus células, cambian su estructura y así las destruyen. Otras sustancias que absorben fuertemente la radiación UV son las sustancias orgánicas. Por lo tanto, para que la desinfección sea lo más efectiva posible, las radiaciones se aplican como último paso del tratamiento, cuando el agua contiene la menor cantidad de ellas y la dosis completa es captada por los microorganismos que estamos tratando de eliminar en el agua.

Curioso: Historia - *Las propiedades germicidas de la luz solar fueron descubiertas por Downes y Blunt en 1887. Aunque se lograron avances importantes en la primera mitad del siglo pasado, el bajo costo del cloro y los problemas operativos de los primeros sistemas de desinfección UV limitaron el uso de la radiación UV para la desinfección del agua potable. La radiación se utilizó por primera vez para la desinfección en la ciudad francesa de Marsella, pero la primera aplicación fiable para la desinfección del agua potable urbana no se produjo hasta 1955 en Suiza y Austria. Con el descubrimiento de subproductos clorados de la desinfección, la desinfección UV se hizo popular, especialmente en Noruega y los Países Bajos.*

Técnico: *la radiación UV con una longitud de onda de 200 a 300 nm destruye no sólo las bacterias, sino también sus esporas, que normalmente son formas de bacterias muy resistentes. La más eficaz es la radiación UV con una longitud de onda de 254 nm a una dosis mínima eficaz de 400 J por m². La longitud de onda mencionada está relacionada con el máximo de absorción de los ácidos nucleónicos, que descompone la radiación UV. El vidrio común absorbe la radiación ultravioleta, por lo que es necesario utilizar vidrio de sílice puro. Las lámparas de descarga de alta presión emiten radiación UV más eficaz, pero también consumen más energía. Las lámparas UV suelen estar orientadas perpendicularmente al flujo de agua, lo que tiene la ventaja de una distribución mucho más uniforme de la intensidad de la radiación UV dentro del dispositivo.*

3.9.2.1 Ozonización

Importancia

Principio

suministro higiénico de agua, oxidación de sustancias orgánicas
ozono = "oxígeno activo" un agente oxidante fuerte

Material "capturado"

Sustancias que afectan negativamente el olor y el sabor de los
microorganismos del agua.

La ozonización es una de las formas más eficaces de seguridad higiénica del agua y un breve tiempo de contacto con el agua es suficiente. Una gran ventaja es que no se forman subproductos de desinfección halogenados (a excepción del bromo). Otra ventaja es su capacidad para descomponer en el agua sustancias que de otro modo serían problemáticas, como medicamentos y pesticidas. A diferencia del cloro, tampoco cambia el sabor del agua. Debido a su baja estabilidad en la atmósfera inferior, el ozono debe generarse directamente en una planta de tratamiento de agua y se produce a partir de aire u oxígeno puro expuesto a una alta descarga eléctrica. La desventaja es su producción que consume mucha energía, su distribución en agua, la baja estabilidad del gas resultante y sus efectos corrosivos y agresivos. Además, no es un desinfectante adecuado para aguas con alto contenido en aniones bromuro (formación de bromatos cancerígenos).

Curioso: Funcionamiento del sistema de suministro de agua sin dispensar desinfectante. Especialmente en Europa occidental, pero también en algunos sistemas de abastecimiento de agua de la República Checa, empieza a aparecer el funcionamiento sin desinfectante. Este enfoque es posible y requerido por los clientes. Sin embargo, requiere un cierto cambio de enfoque. La planta de tratamiento, red de abastecimiento y almacenamiento de agua deberán estar en perfecto estado técnico, dotadas de filtración de aire y demás medidas para evitar la contaminación del agua. Al mismo tiempo, es aconsejable aumentar la intensidad del control del tráfico. La mayoría de las tuberías de agua en la República Checa se construyeron hace más de treinta años y su nivel técnico corresponde a aquella época. Esto no significa que el agua sea de ningún modo objetable, pero para un funcionamiento "sin cloro" es necesario un nivel ligeramente superior. Aquí es necesario comprender que el agua potable no es un ambiente estéril y si los microorganismos encuentran las condiciones adecuadas para su crecimiento, por ejemplo, un material de tubería adecuado, un lugar donde el agua se estanca, un lugar con sedimentos, comenzarán a multiplicarse y pueden reducir la calidad del agua. La desinfección lo evitará de forma fiable. La segunda opción es una renovación completa de la red y su adaptación a los estándares actuales.

3.10 Estabilización (equilibrio de carbonato de calcio)

Importancia	Estabilización de agua en tuberías.
Principio	Dosificación de calcio para lograr el equilibrio de carbonato de calcio.
Parámetro afectado	calcio, dureza, KNK

Esta parte del tratamiento suele ser sólo una parte de las grandes plantas depuradoras de agua y no es muy conocida entre el público no especializado, aunque es uno de los pasos más fundamentales desde el punto de vista técnico. El equilibrio de carbonato de calcio determina qué tan agresiva será el agua hacia la tubería (puede producirse una contaminación secundaria del agua con hierro procedente del material disuelto de la tubería) o, por el contrario, cómo se incrustará CaCO_3 (carbonato de calcio, piedra caliza) en la tubería. Este es el ajuste final de la calidad del agua, por lo que este paso sólo se encuentra al final de la línea tecnológica.

El cálculo de este equilibrio en sí es bastante exigente, ya que consta de 6 ecuaciones independientes y los tecnólogos utilizan principalmente programas informáticos. Si se alcanza el equilibrio, se dice que el agua es estable.

En este punto de la excursión también podrás contar información sobre la dureza del agua y su influencia, por ejemplo, en el sabor y la suciedad en aparatos tecnológicos, como se menciona en los capítulos anteriores.

ZŠ: *En el agua hay calcio, dióxido de carbono y sus formas, que deben estar en equilibrio: si se altera el equilibrio, o el agua disuelve las tuberías o, por el contrario, la piedra caliza precipita en las paredes de las tuberías, lo que provoca problemas técnicos en las tuberías.*

SS: *En las plantas de tratamiento de agua se pueden encontrar dos métodos de dosificación de cal: lechada de cal y agua de cal. Ambas son soluciones de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pero la primera está en forma de suspensión (no es una verdadera solución, sino partículas coloidales de hidróxido no disueltas en agua, el agua de cal es en realidad una solución (se produce en los llamados chokes). La diferencia entre estos dos términos se puede utilizar como pregunta para los participantes de la excursión. También podemos encontrarnos con un simple ajuste del pH utilizando sales de sodio, o incluso hidróxido de sodio.*

Curiosidad: *La lechada de cal también se puede dosificar al inicio de la tecnología, ya que puede ayudar con la sedimentación (gracias a las partículas coloidales pesadas, otras partículas insolubles se vuelven más pesadas y luego sedimentan más rápido y más eficientemente).*

3.11 Tecnología de membrana

Importancia

Método de separación moderno y altamente eficiente

Principio

Dependiendo del tamaño de los poros de la membrana: eliminación de una amplia variedad de sustancias (coloides, iones, microorganismos)

Filtración mecánica, donde una membrana semipermeable sirve como barrera física.

La diferencia de presión a través de la membrana (arriba y abajo) es la fuerza impulsora detrás de la separación.

Parámetro afectado

Torta de filtración que contiene impurezas que no atravesaron los poros de la membrana.

Los procesos de membrana se pueden dividir en muchas categorías, pero los procesos de membrana a presión son particularmente importantes para el tratamiento de agua potable. Por regla general, existen cuatro tipos de tecnologías: microfiltración (MF), ultrafiltración (UF), nanofiltración (NF) y ósmosis inversa (RO). El principio es el mismo para todas las tecnologías, lo que difiere es el tamaño de los poros, que también está relacionado con el tamaño de la presión aplicada. Un tamaño de poro más pequeño significa una mayor calidad del agua. Sin embargo, cuanto más pequeños son los poros, más fuerza (presión) hay que aplicar y, sobre todo, la membrana se obstruye más rápidamente (se retiene la mayor parte de la suciedad). Cuando la membrana se ensucia, se hace necesario un retrolavado. La frecuencia de lavado está influenciada por varios factores, principalmente la calidad del agua de entrada y la edad de la membrana. Las separaciones de membranas suelen ir precedidas de otros pretratamientos mecánicos que ayudan a mejorar la calidad del agua antes de entrar en la membrana, además de protegerla contra daños mecánicos.

ZŠ: *¿Qué imaginan los niños bajo la palabra membrana? ¿Dónde han oído este término? ¿Cómo funciona nuestra piel? Intente elaborar una definición de membrana (un material que forma una interfaz entre ambientes y, por lo tanto, los separa: una barrera física). Pensemos más en la piel, ¿los niños han oído hablar de los poros? ¿Qué son exactamente los poros? La membrana utilizada aquí también tiene poros, gracias a los cuales pueden pasar determinadas sustancias. En concreto, sustancias que son más pequeñas que los poros. Cuanto más pequeños sean los poros, más tiempo tardará el agua en fluir a través de la membrana. Pero usamos una fuerza de presión que nos ayuda a empujar el agua más rápido. La membrana funciona como un colador y lo que no pasa se acumula sobre él. Para que la membrana funcione correctamente, es necesario lavarla con frecuencia para eliminar las sustancias adheridas.*

SŠ: *¿Qué imaginan los niños bajo la palabra membrana? ¿Qué saben los niños sobre la membrana celular? ¿Qué pasa con nuestra piel? De manera análoga a lo que se aprende en biología, también aquí la membrana sólo deja pasar determinadas sustancias. Intente elaborar una definición de membrana (un material que forma una interfaz entre ambientes y, por lo tanto, los separa: una barrera física). Pensemos más en la piel, ¿los niños han oído hablar de los poros? ¿Qué son exactamente los poros? Diviértete pensando en qué sustancias dejan pasar los poros de las membranas.*

Curioso: Las membranas pueden ser inorgánicas (cerámicas) u orgánicas (sintéticas). Las membranas orgánicas son las más utilizadas y no todas las membranas son porosas. También se propone enfatizar la importancia de las tecnologías de membranas utilizando el ejemplo de la desalinización de agua de mar mediante ósmosis inversa. Uno de los países que depende de la tecnología mencionada es Israel. Israel obtiene aproximadamente 3/4 de su agua potable del mar.

3.12 Gestión de lodos

Importancia

Espesamiento de lodos (impurezas) del proceso de tratamiento de agua

Principio

Eliminación de lodos

Eliminación de agua de lodos por gravedad (sedimentación) o mecánica (máquina).

Parámetro afectado

Lodo de agua espesado

No es necesario dedicar mucho tiempo al tema del procesamiento de lodos como parte de la excursión, ya que se trata más bien de la Cenicienta de los procesos de abastecimiento de agua. Sin embargo, sería oportuno subrayar que incluso el tratamiento del agua no está exento de residuos, que luego deben eliminarse adecuadamente. Además, es bueno destacar que el carácter de los lodos es significativamente diferente al de una planta depuradora, algo que tal vez conocerán en otra excursión. Entonces no es lodo como lodo.

En los lodos acuosos predominan los componentes inorgánicos. Además, los lodos de agua contienen hasta un 99% de agua y, por lo tanto, el esfuerzo es eliminar al menos una parte proporcional del agua antes de seguir manipulando los lodos. Los lodos se procesan directamente en la planta de tratamiento de agua o se descargan junto con las aguas residuales a través del sistema de alcantarillado. Si se utilizan aguas residuales, se eliminan en la planta de tratamiento de aguas residuales más cercana.

Las lagunas de lodos son una solución generalmente utilizada para el procesamiento de lodos directamente en las plantas de tratamiento. Se trata de depósitos con un largo tiempo de residencia, donde sedimentan los lodos. La mayoría de las plantas de tratamiento utilizan dos de estos tanques en modo de espera, es decir, uno está lleno y en el otro se produce la sedimentación sin perturbaciones. El agua después de la sedimentación en las lagunas de lodos se vierte al curso de agua y los lodos se procesan posteriormente. Hoy en día, la necesidad de productos químicos para el tratamiento es mucho mayor, y con ello se genera una mayor cantidad de residuos: lodos. Como gran parte de las plantas de tratamiento tienen una larga historia, los tanques muchas veces no están dimensionados para este cambio. Por este motivo, era necesario encontrar soluciones nuevas y más creativas. En relación con ÚV Želivka, nuestra planta de procesamiento más grande en la República Checa, surgió el concepto de los llamados tanques de almacenamiento. Y en los casos en los que no es posible elegir una solución más sencilla, se utiliza el drenaje mecánico.

4 Después de la excursión

Cómo trabajar con la información de la excursión. Evaluación de tareas, repetición de algunos conocimientos y revitalización de hallazgos, situando la excursión y la información en un contexto más amplio.

La realización de otras actividades escolares después de la excursión es muy exigente: los planes de estudio escolares y otras actividades extracurriculares están tan completos que cualquier programa de seguimiento es prácticamente imposible. Aún así, en algunos colegios, parte de la excursión incluye un posterior "Registro de Excursión", donde los alumnos anotan información básica. En las escuelas secundarias es posible continuar ofreciendo seminarios y trabajos de graduación en el campo de la gestión del agua (recomendamos preguntar directamente al profesorado; hay muy pocos temas significativos, especialmente en las regiones fuera de Praga), en el caso de las escuelas vocacionales, la posibilidad de realizar prácticas o realizar prácticas (en muchos casos obligatorias).

El resumen de la información básica que los estudiantes deben llevarse de la excursión se debe realizar al final de la excursión, mientras los participantes son orientados y tienen la oportunidad de hacer preguntas. Sin embargo, esto no se aplica sólo a los profesores. Lo que los proveedores de excursiones pueden contribuir a consolidar nueva información es una breve repetición al final. El uso del esquema de tratamiento se propone aquí para repetir la historia del agua y qué se elimina, en qué etapa y por qué es necesario deshacerse de estas sustancias. Durante la repetición pueden surgir más preguntas y ambigüedades de los participantes. También es una buena idea hacer preguntas de seguimiento a los participantes para asegurarse de que hayan entendido lo que quieren decir.

Si completar las hojas de trabajo fue parte de la excursión, por supuesto es necesario evaluarlas; sin embargo, esta parte depende más del personal docente de la escuela, a quienes usted proporcionará las respuestas correctas para su operación específica.

Sin embargo, no debe olvidarse su reflexión sobre la excursión en sí y su posible mejora. Recibirá los primeros comentarios en el acto: ¿están prestando atención los participantes? ¿Disfrutan alguna parte más que otras? ¿Les gustaría ver la fuente de agua, incluso si está bastante lejos y usted no quería ir allí en primer lugar? Es necesario comprender que el programa está implementado principalmente para los participantes, e incluso si no les transmite tanta información como quisieras, pero les resultará más divertido, es necesario modificar el programa. Cada grupo es diverso y es bueno trabajar con él, percibirlo y reaccionar adecuadamente. A veces no podemos evitar la improvisación.

Por supuesto, el uso de cuestionarios de retroalimentación clásicos también es una posibilidad cierta, aunque su uso para este propósito puede ser discutible. Es mejor dirigir la pregunta directamente al pedagógico que estará presente en la excursión, porque es él quien mejor conoce a este grupo objetivo. Es necesario darse cuenta y posiblemente cambiar lo que los estudiantes sabían, lo que no sabían, lo que les sorprendió y lo que más les interesó, si las historias divertidas de la práctica fueron interesantes o no.

Al mismo tiempo, recomendamos cooperar con el departamento de relaciones públicas de su empresa, si existe: un artículo en el sitio web y en las redes sociales sobre la excursión no sólo mejorará la opinión de la empresa, sino que también puede inspirar a otras escuelas cercanas a interesarse por la posibilidad de realizar una excursión.

5 Enlaces e información adicional

Aunque hemos intentado escribir este material de una manera tan completa que no es necesario buscar más información general, es posible que debido a la variedad de tecnologías posibles no hayamos explicado algunas con todo detalle, o quizás quieras aprender algo más sobre alguna parte. En esta página queremos brindarle una guía para otras fuentes de información.

Recursos generales

- Diccionario de gestión del agua (por ejemplo <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/> o en cualquier otro lugar de Internet)
- Mínimo higiénico para trabajadores de la industria del agua (versión vigente en el sitio web del Instituto Estatal de Salud)

Fuentes de información experta sobre tecnologías y sustancias en el agua.

- Hidroquímica, autor: Pavel Pitter (en muchas ediciones), disponible en la Biblioteca Digital
- Recomendaciones metodológicas y opiniones del Instituto Estatal de Salud (Centro Nacional de Referencia de Agua Potable)

Fuentes de información sobre sistemas específicos.

Sabemos por experiencia propia que en muchos casos no hay suficiente información sobre fuentes de agua, plantas de tratamiento o embalses y tuberías de agua, y los guías no pueden informar a los participantes sobre las particularidades del lugar en cuestión. Por razones comprensibles, no podemos proporcionarle una lista de recursos para cada municipio de la República Checa, pero a continuación presentamos documentos que puede consultar y utilizar:

- Reglamento de funcionamiento del sistema de suministro de agua (documento obligatorio para cada sistema).
- reglamento de funcionamiento de la planta potabilizadora de agua
- información dentro de los sistemas PRVaK, PRVAK y PRVK (Plan para el desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado), que es procesada por cada región autónoma y está disponible gratuitamente en Internet
- información sobre el geoportal de la región localmente relevante (para zonas de protección de recursos hídricos), alternativamente puede utilizar los servicios de mapas de VÚV TGM, v. v. i. o Portal del Agricultor
- documentos en el archivo del distrito estatal localmente relevante (principalmente el Fondo de Gestión del Agua)
- Crónicas de relevancia local (¡atención a la fusión y división de municipios a lo largo de la historia, especialmente en los años 70 y 80 del siglo pasado!), que en muchos casos son accesibles en Internet.

6 Adjunto: Formulario para conocer información sobre la planta potabilizadora de agua

Este formulario puede ayudarle a preparar información para la excursión y contiene campos para toda la información que debe escucharse durante la excursión o que probablemente estará en las preguntas de los participantes.

nombre de la planta de tratamiento de agua				
año de construcción / reconstrucción de la Oficina Central	producción de agua por segundo	producción de agua por día	producción de agua por año	porcentaje de pérdidas de agua en la red
el número de habitantes abastecidos		municipios abastecidos		
el número de empleados en la oficina central	número de empleados de la empresa	consumo de electricidad por 1 m3	consumo de electricidad por día	consumo de electricidad por año
precio del agua por 1m3		Longitud de la red de suministro de agua y material.		
Parámetros problemáticos del agua cruda y pasos tecnológicos para resolverlos.				
		descripción de recursos (para pozos, profundidad, tipo, zonas de protección declaradas)		
		Lista y concentración de productos químicos dispensados.		
Estilo de solución de gestión de lodos (lagunas, alcantarillas, recipiente...)				número de suscripciones un de muestras de agua por año
información sobre el propietario y operador de la planta de tratamiento de agua y de la red de suministro de agua, en el caso de empresas, el país de origen de la empresa				

En el otro lado de la hoja, prepare un diagrama tecnológico de la planta de tratamiento de agua y un diagrama de todo el sistema de suministro de agua (incluido el tamaño de los embalses), posiblemente también un croquis de la ruta por donde realizará la excursión, incluyendo el cronograma y cualquier información importante.