

ODBORNO-ŠTUDIJNÁ CESTA NA VODÁRENSKÉ OBJEKTY V ČECHÁCH A ŠVAJČIARSKU

V dňoch 13. až 17.10.2025 zorganizovala Slovenská asociácia vodárenských expertov (SAVE) odbornú študijnú cestu na významné vodárenské objekty a úpravne vôd do Čiech a Švajčiarska. Jej účastníci získali počas návštevy objektov, prezentácií aj diskusií odborné poznatky, skúsenosti a nové inšpirácie pre svoju prácu. Zostáva len veriť, že všetky tieto impulzy a idey z týchto špičkových vodárenských objektov budú mať možnosť pracovníci preniesť aj do vlastnej vodárenskej praxe.

Z nasledujúcich riadkov a bohatej galérie môžu načerpať atmosféru cesty aj Tí, ktorí cestu neabsolvovali. A snáď budú pre Vás inšpiráciou pre účasť na novej pripravovanej ceste v roku 2026.

Prvé kilometre smerovali dňa **13.10.2025** od 7,30 hod z Bratislavy k zaujímavo riešeným vodojemom neďaleko Prahy. Prvou zastávkou bol **Vodojem Jesenice**, ktorý je koncovou stavbou štôľňového privádzača pitnej vody z úpravne vody Želivka (cca 52 km) do hlavného mesta Praha. Okrem časti Prahy sa z nádrže zásobuje aj Benešov, Beroun, Kladno resp. ďalšie obce. Celkovo ide o dodávanie vody pre 1,5 milióna ľudí. Vodojem Jesenice sa skladá z dvoch dvojkomorových vodojemov, celkovo zo štyroch nádrží, pričom jedna nádrž má pôdorysné rozmery 140 x 47,45 m, hĺbkou 7,5 m a objem 50 000 m³ (celková kapacita je tak 200 000 m³). Zemný vodojem bol postavený zo železobetónu. Pri maximálnej kapacite sa hladina vody v nádržiach pohybuje na úrovni 7 m (aktuálne bola 5,1 m). Súčasťou vodojemu sú prítoková a odtoková komora, 4 turbíny na výrobu el. energie, objekty pre stvrdzovanie vody. Na výstupe z vodojemu do potrubí sa na dezinfekciu aktuálne používa chlórnan sodný, ktorý sa vyrába elektrolyzou soli (spotreba soli je cca 200 kg/deň). Čistenie vodojemov sa vykonáva jedenkrát za rok tlakovou vodou (hasičskými hadicami).



Obr. 1. Vodojem Jesenice

Ďalšou zastávkou odborno-študijnej cesty bola **Úpravňa vody Káraný**. Ide o druhý najvýznamnejší zdroj pitnej vody pre Prahu (po Želivke) vo vzdialenosti približne 20 km od mesta. Okrem cca 1/3 Prahy zásobuje aj centrálnu časť Stredočeského kraja. Na rozdiel od ostatných zdrojov využíva surovú podzemnú vodu s kapacitou 900 – 1 100 l/s (možná kapacita je až dvojnásobná). Prvé pokusné čerpanie

z celkovo 220 studní začalo v roku 1912. Na plný výkon bol vodný zdroj uvedený 1.1.1914, kedy sa čerpalo 880 l/s z 567 studní. V roku 1934 prebehla modernizácia objektu a parné stroje boli nahradené elektrickými motormi. V roku 1968 sa k prirodzenej infiltrácii pridala aj umelá infiltrácia predčistenej povrchovej vody (mechanické pieskové filtre) cez vsakovacie nádrže (s celkovou plochou 70.000 m²) z rieky Jizera, ktorých dno pracuje ako pomalý filter. Voda sa odoberá z 24 betónových spúšťaných studní s horizontálnymi zberačmi a 165 vŕtaných studní (v 7 násoskových radoch zaústených do spúšťaných studní) zo sútoku Jizery a Labe, čím sa dokonale využilo priaznivé hydrogeologické štrkopieskové prostredie (horná terasa dosahuje až 20 m). Kvôli zvýšeným koncentráciám železa sa vykonáva odželezovanie vody a nakoľko sú zaznamenávané aj problémy s dusičnanmi a nerelevantnými metabolitmi pesticídov, zdroje vody sa kombinujú. Na dezinfekciu sa na výstupe využíva plyný chlór.



Obr. 2. Úpravňa vody Káraný

Po prenocovaní v Plzni sa začína druhý deň odborno-študijnej cesty **14.10.2025** návštevou **Úpravne vody Plzeň**, ktorá má bohatú históriu a prešla mnohými zmenami. Na jej začiatku bola v roku 1889 prvá úpravňa vody s kapacitou 10 000 m³/deň, ktorá upravovala vodu z povrchového toku rieky Úhlava o objeme 200 l/sek, murovaný vodojem s objemom 6 500 m³ a rozvodné rady v dĺžke 47 km. Už v roku 1904 sa v dôsledku rozvoja a požiadaviek mesta výkon zvýšil na dvojnásobok a v rokoch 1964 – 69 sa po pridaní chemickej úpravy dosiahla kapacita 500 l/sek. V rokoch 1986 až 1999 boli vykonané viaceré úpravy a rozšírenia vodárenských objektov, doplnenie ozonizácie a stvrdzovanie, čím sa navýšila výrobná kapacita na 1000 l/sek. Posledným technologickým postupom, ktorý bol doplnený bola modernizácia z roku 2016, v rámci ktorej bolo doplnené GAU, úpravou prešla filtrácia, v súčasnosti sa ako náplň používa Filtralite a drenážny systém Leopold.

Aktuálne funguje úpravňa na polovičný výkon 450 – 500 l/sek pre cca 260 tisíc obyvateľov. Zdrojom vody je surová voda, odoberaná z rieky cez hrubé a jemné hrablice, je čerpaná do objektu chémie, kde sa vykonáva úprava pH (dávkuje sa vápenné mlieko) a dávkuje sa koagulant síran hlinitý. Po zhomogenizovaní a pomalom miešaní je voda odvádzaná do 12 podzemných dvojposchodových usadzovacích nádrží, ktorých vstupné časti slúžia ako flokulačné nádrže. Po usadení odteká osadená voda do objektu filtrácie, kde prebieha druhý stupeň separácie na vrstve kremičitého filtračného piesku desiatich rýchlofiltrov. Voda pokračuje k objektu ozonizácie (6 ozonizačných jednotiek) a po nasýtení ozónom resp. zdržaní v reakčných nádržiach priteká do objektu akumulácie. Tu prebieha dávkovanie vápennej vody a oxidu uhličitého, ktoré zabezpečuje stvrdzovanie upravenej vody a tiež chlóru, ktorý zabezpečuje hygienickú nezávadnosť vody. Čerpacia stanica zabezpečuje čerpanie upravenej vody do vodojemov, z ktorých sa voda dodáva spotrebiteľom.



Obr. 3. Schéma úpravne vody Plzeň



Obr. 4. ÚV Plzeň – výroba ozónu

V ceste pokračujeme.... v neskorých nočných hodinách a v dobrej nálade prichádzame do Zürichu. Práve vodárenský systém pre zásobovanie Zürichu patrí k najočakávanejším častiam našej študijnej cesty.

Dňa **15.10.2025** začíname na **Vodáreň jazera Lengg (The Lengg Lake Water Plant)**, kde nás privítajú nielen švajčiarski zamestnanci, ale v našom rodnom jazyku aj p. Zuzana Sebök z oddelenia monitorovania kvality spoločnosti Wasserversorgung Stadt Zürich, ktorá pochádza zo Slovenska. To uľahčí našu ďalšiu komunikáciu a vytvorí počas nasledujúcich 2 dní priateľskú a srdečnú atmosféru. Počas exkurzie sa vďaka p. Sebök tak dozvieme nielen mnoho informácií o zásobovaní a vodárenskom systéme pre Zürich, ale všeobecne aj o prístupe k pitnej vode vo Švajčiarsku a tiež navštívime miesta, kam sa iné exkurzie nedostanú.

Pitná voda je vo Švajčiarsku považovaná za potravinu a preto je najkontrolovanejším produktom v krajine. Základnou premisou pri výrobe a dodávaní pitnej vody v švajčiarskej spoločnosti je, že VODA JE PRE VŠETKÝCH a od nej sa odráža aj správanie jej výrobcov a dodávateľov. Nakoľko ide o verejný záujem, nesmú tvoriť súkromný zisk. Povolenie na odber vydáva samospráva / kantón, pričom všetky prostriedky získané v rámci dodávok vody, musia byť spätne investované do rozvoja systémov. Obnova a údržba vodovodov prebieha tak permanentne a v prípade, ak sa zarobí viac ako sa minie na opravy a rozvoj, dochádza k znižovaniu ceny za vodu. Z maximálnej ceny 2,5 CHF sa dnes cena vody pohybuje na úrovni 1,75 CHF/m³, teda za 1 l vody platí 0,0017 CHF a plánovaný je ďalší pokles ceny vody. Spotreba na osobu na deň a osobu je cca 160 l. Vo Švajčiarsku sú vysoko nastavené štandardy pre kvalitu pitnej vody.

Infraštruktúra zásobovania Zürichu pitnou vodou zahŕňa 29 čerpacích staníc, 3 úpravne vody, 19 rezervoárov, 1 200 studní, systém vodovodných sietí dlhý 1 600 km s 8 000 hydrantmi, 1 200 fontán, čo predstavuje 42 000 analýz ročne. Na výrobu pitnej vody sa využívajú 3 zdroje: 70 % predstavuje povrchová voda/ jazero (odber sa vykonáva z hĺbky 30 m vo vzdialenosti cca 620 m od brehu; potrubie pokračuje v hĺbke 16 m. Voda z jazera je kvalitná v dôsledku stabilnej teploty 4 – 8 °C; maximálna hĺbka jazera je 136 m), 15 % zdrojov zastupujú pramene a 15 % podzemná voda zo studní. Zürišské jazero má rozlohu 88,17 km², dĺžku 42 km a maximálnu šírku 3,85 km. Kvalita vody v jazere sa kontroluje v rôznych hĺbkach s rôznou frekvenciou vzorkovacou loďou „Hydra“. Kontinuálne sa sledujú: pH, zákal, UV absorbanca a ekotoxická. Vodu z úpravne je zásobovaných viac ako 1 mil. obyvateľov na ploche 660 km² (Zürich + 67 oblastí).

Po úvodnej prezentácii absolvujeme 15.10.2026 prehliadku **The Lengg Lake Water Plant**. V úpravni vody **Das Seewasserwerk Lengg** sa upravuje voda z Zürišského jazera v množstve cca 250 000 m³/deň. Dĺžka prírodného potrubia s priemerom 1 600 mm je 585 m, na konci má zbernú nádrž. Systém zásobovania vodou využíva na úpravu vody z jazera tzv. viacbariérový systém. Prebiehajú nasledovné procesy – predozonizácia, rýchlofiltrácia (každé 2 týždne pranie), ozonizácia (oxidácia Fe, Mn a organ. látok), filtrácia cez aktívne uhlie, úprava pH a pomalá filtrácia / pomalé filtre – používa sa piesok z jazera. Od 70 rokov minulého storočia nepoužívajú na dezinfekciu chlór. V noci sa čerpá do 29 vodojemov, cez deň gravitačne nateká do siete a 21 vodojemov v meste. V oblasti je 400 studní pre núdzové zásobovanie. Od odberu cez úpravňu po akumuláciu trvá celý proces od 8 do 10 hod. Kvalita pitnej vody je zaručená na obdobie 3 dní - preto sa každú noc dopĺňajú vodojemy. Na distribučné vodovodné systémy sa používajú potrubia z liatiny.



Obr. 5. Úpravňa vody Das Seewasserwerk Lengg – otvorené pieskové filtre



Obr. 6. Úpravňa vody Das Seewasserwerk Lengg – filtrácia cez aktívne uhlie

Vo štvrtok **16.10.2025** pokračujeme prehliadkou **The Hardhof Groundwater Plant**, ktorá má výbornú polohu, pokiaľ ide o zásobovanie vodou. Pitná voda sa z podzemnej vody získava pomocou studní už od stredoveku. V úpravni vody **Das Grundwasserwerk Hardhof** je dnes možné upraviť podzemnú vodu o objeme 20 000 až 150 000 m³/deň, ale aktuálne je to 60 000 m³/deň.

Podzemná voda sa čerpá z „toku“ podzemnej vody Hardhof v Zürichu-Altstetten, ktorá dnes pokrýva 25 hektárov. Má rovnakú výbornu kvalitu ako jazerná a pramenitá voda. Podzemná voda je dotovaná infiltrovanou vodou z riek Limmat a Sihl, ako aj dažďovou vodou, ktorá vsakuje do neutesnených povrchov. Pri prúdení cez pôdu prebieha prirodzený proces filtrácie, po ktorom nie sú potrebné žiadne ďalšie čistiace procesy. Odtiaľ sa prečerpáva do nádrží nachádzajúcich sa v rôznych nadmorských výškach. Pitná voda sa potom do domov dostáva rozvodným potrubím – výlučne samospádom. Ochranná zóna, v ktorej platia prísne obmedzenia využívania, chráni podzemnú vodu pred znečistením. Podzemná voda prúdi ako mohutná rieka cez hlbšie vrstvy pôdy.

Štyri radiálne studne zachytávajú podzemnú vodu v hĺbke 20 až 25 metrov, pričom vnútorný priemer vertikálnej šachty studne je 4 m. V spodnej časti týchto studní sú v radiálnom smere horizontálne dierované potrubia, ktoré umožňujú väčší odber vody zo studní, z každej 230 l/s. Dĺžka horizontálnych potrubí je 14 - 34 m. Tri ponorné čerpadlá prepravujú podzemnú vodu zo studne do čerpacej stanice Hardhof, odkiaľ sa čerpá do nádrží. Aby sa z podpovrchového podlažia získalo viac vody, ako umožňuje prirodzená zásoba podzemnej vody, dopĺňa sa. Na tento účel sa filtrát z brehov pozdĺž rieky Limmat zhromažďuje v 19 vertikálnych filtračných studniach a odvádza sa do 3 nádrží, každá s rozlohou 4 000 m² a dvanástich vsakovacích studní, kde sa môže vsakovať do zeme. Cílené umiestnenie týchto vsakovacieho systému zabezpečuje, že zložky podzemnej vody so zníženou kvalitou (napr. z priemyselnej oblasti mesta) sa nedostanú do povodia studní. Vytvára sa tak „hydraulická bariéra“. Pracovníci úprave podľa Numerical groundwater modelu zisťujú, koľko vody je potrebné infiltrovať (aby sa do studni nedostala podzemná voda zo zastavanej časti mesta). Úpravňu majú nastavenú tak, že ak niektorý stupeň úpravy nefunguje, stále sú schopní zabezpečiť kvalitnú pitnú vodu. Atraktívna poloha pozdĺž Limmatu je zelený priestor Hardhofu, ktorý je napr. uzavretý pre motorové vozidlá.

Úpravňa zabezpečuje spoľahlivé zásobovanie aj počas výpadkov prúdu. Je vybavená núdzovými generátormi na preklenutie prípadných prerušení dodávky elektriny. To by umožnilo čistiarni Hardhof

zásobovať celé mesto 100 000 m³ pitnej vody denne v krízových situáciách. Na tento účel sa skladujú zásoby motorovej nafty postačujúce na viac ako dva týždne.

Na upozornenie na toxické kontaminanty sú v Hardhofe v prevádzke systémy využívajúce Daphnie. Vlastný druh, ktorý si chovajú na ekotoxikologické testy po 3 dňoch dávajú do vody na 7 dní a každých 7 dní ich vymieňajú. Biosenzory sú citlivé na znečisťujúce látky vo vode: ak zmenia svoje správanie, systémy je možné okamžite vypnúť.



Obr. 7.: Úpravňa vody Das Grundwasserwerk Hardhof – infiltračná nádrž

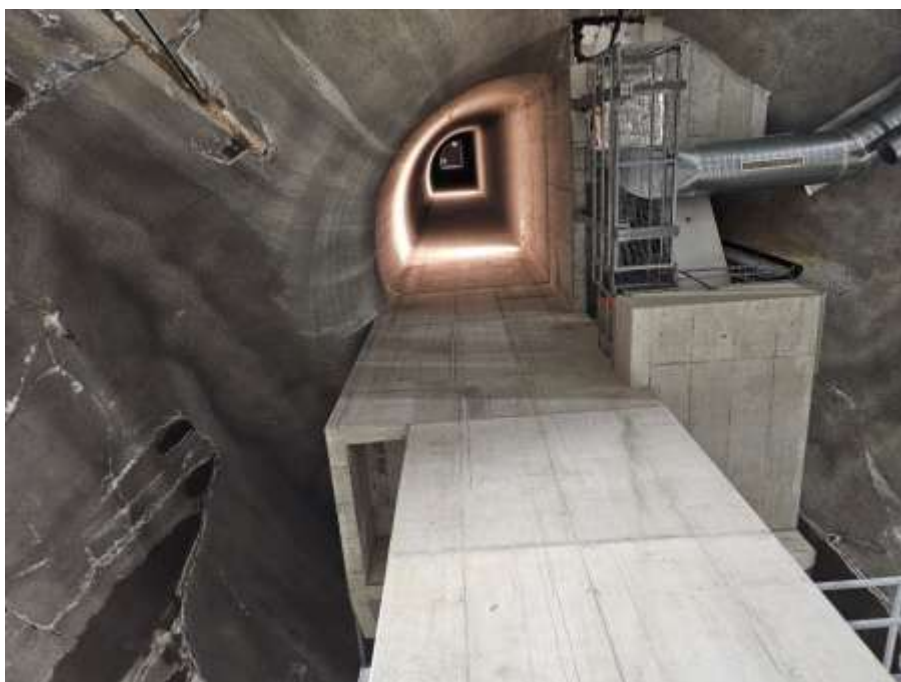


Obr. 8.: Úpravňa vody Das Grundwasserwerk Hardhof - dispečing

Do **Vodojemu Lyren** sme sa dostali vďaka našej rodáčke p. Sebök. Ide o najväčší rezervoár pitnej vody vo Švajčiarsku, ktorý tvoria 4 nezávislé komory ($2 \times 10\,000\text{ m}^3$ / 70-te roky) + $2 \times 20\,000\text{ m}^3$ / 90-te roky) s celkovou kapacitou $60\,000\text{ m}^3$. Komory sa čistia raz ročne tlakovou vodou. Výťah vás vyvezie do jaskyne 123 metrov pod zemou, čo je najhlbšie dostupné miesto v Zürichu, konkrétne jaskyňa, ktorá leží 34 metrov pod hladinou Zürišského jazera. Tu sa nachádza aj kaverna, ktorou vedie tunel na pitnú vodu z vodárne na jazere Moos v hĺbke 100 m k Hardhofu (priemer potrubia o celkovej dĺžke 14 km je 2,20 m).



Obr. 9.: Vodojem Lyren



Obr. 10.: Vodojem Lyren – šachta hlboká 123 m



Obr. 9.: Vodojem Lyren – armatúrna komora na dne šachty

Tí zdatnejší cestu naspäť absolvujú po vlastných a exkurziu v Zürichu končíme priateľským posedením v lyrenskej kuchynke pri milom súkromnom pohostení p. Sebök.

Po ukončení odborného programu cestujeme ešte v ten deň do Innsbrucku, kde prespíme a v piatok **16.10.2025** ráno sa vydáme na cestu na Slovensko. V autobuse je počas cesty domov nezvyčajne ticho. Každý ešte spracúva informácie a atmosféru, ktorú sme zažili. Na všetkých účastníkov cesty zapôsobili nielen objekty a technológie, ale aj úcta a veľká hrdosť švajčiarskych vodárenských kolegov k profesii, ktorú vykonávajú. A z toho, čo sme videli, je určite opodstatnená. Ich srdečnosť, ako aj otvorenosť a ochota hovoriť o všetkých témach a nič nezakrývať, bola pre nás mnohých inšpiráciou.