

HRVATSKO HIDROLOŠKO DRUŠTVO

ZNANSTVENO - STRUČNA EKSKURZIJA U ČEŠKU REPUBLIKU

7.-10. listopada 2015.

prof. dr. sc. Božena Tušar

Hrvatsko hidrološko društvo i ove je jeseni organiziralo tradicionalno znanstveno-stručno putovanje – u Češku Republiku. Kako je udaljenost nešto veća od prijašnjih destinacija, put je trajao četiri dana, a cilj je bio upoznati se s načinom na koji česi gospodare vodama u području sanitarnog (zdravstvenog) inženjerstva.

Kao i na ostalim stručnim putovanjima pripremljena su četiri pozvana stručna izlaganja, čija je prezentacija i diskusija, nakon izlaganja, obavljena u autobusu tijekom vožnje. Uz dosadnu kišu koja nas je pratila cijelom vožnjom to je bilo dobro iskorišteno vrijeme.

Prvog dana u Pragu obišli smo objekt za pripremu/kondicioniranje vode za piće "Podolsku vodarnu". Podoli je dio Praga u kojem je ovaj veliki objekt lociran, neposredno uz rijeku Vltavu iz koje se zahvaća voda.

Ovaj objekt zahvata i popravljanja kakvoće pitke vode – kondicioniranja vode, postavljen je na mjestu starog praškog vodovoda koji je nekada opskrbljivao Staro Mjesto. Povijest ove nove "vodarne", objekta obrade vode za piće u Pragu –Podoli počinje 1929. godine, djelo je arhitekta Antonina Engela. Te 1929. godine tehnološki proces obrade vode je višestupanjska filtracija, a kapacitet uređaja bio je 405 l/s.

Sve veća potrošnja pitke vode zahtijevala je povećanje, tj. rekonstrukciju i dogradnju postojećeg objekta praktički do današnjeg izgleda. Kapacitet je povećan opremom, filtrima tipa Binar-Belsky, izgrađene su nove crpne stanice sirove i čiste vode i novi laboratoriji, učinak obrade se povećao na 2200 l/s. Rekonstrukciju objekta u 50-im godinama također je projektirao Antonin Engel i tako je dovršio svoje djelo. Na slici 1 prikazani su taložnik i hala filtara koji nisu u radu, ali ipak radi osiguranja eventualne potrebe za vodom četiri se puta godišnje na nekoliko dana provjerava njihov učinak.

Ovaj objekt nakon velike poplave 2002. godine prestaje s radom i danas se koristi kao rezervni pogon u slučaju kvara vodovoda Karanom ili novog vodovoda s rijeke Želivke. Kako smo čuli, jedini razlozi prelaska na

nove vodovode su gospodarski, jer je ovdje skup pogon, dok su novi zahvati vode gravitacijski.

U ovom je objektu, u dijelu hale s filtrima, smješten Muzej praškog vodovoda, kojeg smo posjetili na samom početku našeg obilaska.

Muzej praškog vodovoda prvi put je otvoren 1952. godine, na drugoj lokaciji, a osnovni su eksponati sačuvani s „Jubilarnu izložbe iz 1891. u Pragu“. Nakon zatvaranja izložbe materijali su bili u skladištu, a istovremeno se započinje i prikupljanje novih izložaka. Godine 1937. u Pragu je održana izložba „Plin, voda i sanitarna tehnika“ na kojoj je voda bila najzastupljenija. Dalje 1948. godine održana je izložba „600 godina praškog vodovoda“, zbog velikog interesa izložba je preseljena u prostore Narodnog tehničkog muzeja na Letni, gdje je ostala još pola godine.

Godine 1992. započinje generalna rekonstrukcija stare filtrirnice u Podoli, pa je u prostorima nastalim rušenjem starog kemijskog odjela postavljena izložba ovog Muzeja. Izložbeni prostor je objedinjen i završen 1996. godine na površini od 800 m², realizirana je dvorana za izlaganja za cca 40 ljudi. Nova izložba, ova koju smo imali prilike obići uz stručno vodstvo, svečano je otvorena 19. listopada 1997.

Izložba je sačuvala dijelove povijesnog razvoja praškog vodovoda od prvih privatnih vodovoda iz 12. stoljeća, preko vltavskih vodovoda renesansnog vremena,



Slika 1 Kružni taložnik i filterska hala



Slika 2. Izložbeni eksponati



Slika 3. Obilazak učesnika ekscurzije i razgled eksponata



Slika 4. Prikaz cijevi dijelom ispunjene inkrustacijom (iako kažu da je u Pragu voda „meka“)

te konca 19. stoljeća i današnju opskrbu vodom glavnog grada Praga (slike 2, 3 i 4). Sve je dopunjeno unikatnim izlošcima, npr. crpka klatovskog vodovoda iz 1830., vodovodne cijevi iz antičkog vremena, dio vodovoda iz vremena Rudolfa II. i drugi zanimljivi izlošci.

Samostalno je postavljena i jedinstvena zbirka vodomjera.

Sljedeći dan smo posjetili *Centralni uređaj za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda Praga*. Uređaj za pročišćavanje je sastavni, krajnji dio kanalizacijskog sustava. Kanalizacijski sustav Praga građen je zajedno sa *starim uređajem inženjera W.H. Lindley-a* od 1897.-1906. godine, glavni kanali u funkciji su još i danas, a sustav je tijekom godina narastao do sljedećih vrijednosti:

- ukupna dužina praške kanalizacijske mreže je oko 2900 km, a s priključcima 4700 km;
- kanalizacijsku mrežu koristi oko 1,230.000 stanovnika;
- na mreži je oko 54000 ulaznih šahtova, 132 rasteretne građevine, 230 ispusta u vodotoke, 15 podzemnih retencija, 74 crpne stanice i 32 uređaja za pročišćavanje otpadnih voda;
- najduži pojedinačni kanal je 7 km;
- najširi kanal je promjera 3,6 m;
- najstariji i arhitektonski najcjenjeniji kanal je izgrađen od dva puta paljenih glaziranih cigli;
- većina kanala izvedena je iz cigli u jedinstvenom jajolikom "praškom" presjeku (180/270 cm).

U centralnom području Praga izgrađen je mješoviti sustav odvodnje koji uključuje otpadne vode od stanovnika, industrije i oborinske vode. Više od 90 % ukupne otpadne vode Praga pročišćava se na *centralnom uređaju* kojeg smo posjetili. Ostale otpadne vode prikupljaju se razdjelnim sustavima i pročišćavaju na 21 malih lokalnih uređaja (6 % ukupne otpadne vode), ostali stanovnici koriste septičke jame.

Tehnologija obrade vode na Centralnom uređaju je mehaničko biološka - kapaciteta $Q_{24} = 7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, iako je srednji protok oko $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ otpadne vode.

Linija vode sastavljena je od prihvata šljunka, finih sita, aeriranog pjeskolova, primarnih taložnika, bioloških aeriranih bazena, sekundarnih taložnika i regeneracijskih bazena povratnog mulja.

Obrada mulja obavlja se tako da se ostatak biološkog mulja nakon zgušnjavanja pomiješa s primarnim muljem i odlaže u anaerobne digestore na temperaturi 55 °C. Bioplin koji pri tome nastaje koristi se za proizvodnju električne energije (80 % potrebne energije na uređaju proizvode sami). Muljna voda iz ovih procesa crpkama se odvodi u regeneracijske bazene.

Ovom prilikom zahvaljujem ing. Vaclavu Lorencu na detaljnom trosatnom obilasku i objašnjenju svih tehnoloških procesa i pripadajućih objekata.

Nakon obilaska *Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadne vode Praga* otišli smo i u stari uređaj koji je preuređen u muzej.

Tablica 1: Pokazatelji kakvoće otpadne vode u 2010. godini

a)

Dotok otpadne vode $Q = 3,96 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$		
	Sirova otpadna voda	Očišćena otpadna voda
BPK ₅ (mg l ⁻¹)	262	6,4
KPK (mg l ⁻¹)	618	36,4
N _{ukup} (mg l ⁻¹)	53,3	18,4
P _{ukup} (mg l ⁻¹)	6,2	0,76

b)

Proizvodnja pijeska (t dan ⁻¹)	9,81
Otpad s rešetki (t dan ⁻¹)	8,32
Kruti obrađeni mulj (m ³ dan ⁻¹)	1901
Proizvodnja bioplina (m ³ dan ⁻¹)	51233
Proizvodnja električne energije (MWH dan ⁻¹)	91,44

Lindley-ev uređaj za pročišćavanje -Ekotehnički muzej

Ovaj uređaj za pročišćavanje otpadne vode je dio kanalizacijskog sustava Praga građenog između 1895.-1906. prema projektu inženjera W.H. Lindley-a. Zadaća ovog, pažnje vrijednog objekta, je bila odstraniti nečistoću iz vode, prikupljene kanalizacijom, kako bi se ista voda mogla bez opasnosti ispustiti u rijeku Vltavu. Pročišćavanje se ovdje obavljalo sve do 1966. godine kada je stavljen u pogon "novi" uređaj kojeg smo prethodno obišli.

Tehnološki postupak je riješen sljedećim objektima: rešetke, pjeskolor i taložnik koji su smješteni pod zemljom i u potpunosti građeni ciglom. U svim prostorijama su besprijekorno provedeni radni spojevi, udubine, hodnici, svodovi i kanali. Završni postupak čišćenja vode bio je sedimentacija u deset objekata taložnika dužine 90 metara, volumena 12000 m³, protok 1 cm/s, pri čemu se odvajao primarni mulj. Očišćena voda je otjecala otpadnom galerijom u Vltavu dvjema ispustima presjeka 200×250 cm, u slučaju kvara ili radova na objektu predviđena je i mogućnost bay-pasa.

Iz sedimentacijskih bazena dnevno se prikupljalo oko 100 m³ mulja koji se odstranjivao s dvije pumpe i odlagao na muljnim poljima na Carskom otoku (u zimskom periodu) na lokaciji današnjeg uređaja, odnosno drvenim brodom na sušenje izvan Praga. Učinak procesa čišćenja na Lindley-evu uređaju kretao se oko 70 % uklanjanja netopivih tvari.

Kapacitet uređaja prvotno je projektiran i predviđen za priključenje oko 400.000 stanovnika, ali u 20-im godinama su centru Praga priključena i okolna naselja pa je uređaj morao biti proširen i moderniziran. 1921. godine započela je elektrifikacija pa time i prestaje rad parnih strojeva. Nakon 20 godina uređaj više ne odgovara novim uvjetima, a 1926. godine inspekcijskim pregledom uočen je niz nedostataka. Proveden natječaj za gradnju

novog uređaja iz godine 1933. nije do početka Drugog svjetskog rata bio vrednovan, tako da je stari objekt radio do 1967. godine kada je pušten u pogon novi uređaj na «carskom otoku». Tako je nakon 61 godine rada Lindley-ev objekt ostao neiskorišten.

Koncem 80-ih godina stari uređaj otkrivaju entuzijasti i započinju ponajprije s obnovom postojeće strojarne opreme. Godine 1991. uspijevaju osigurati spomeničku zaštitu objekta uređaja za čišćenje otpadne vode uključivo s postojećom tehnološkom opremom, a nakon toga ostvariti i Ekotehnički muzej u cilju da se ovaj unikatni tehnički spomenik otvori javnosti i izloži muzejska ekspozicija. Muzej o kojem brinu dobrovoljci svečano je otvoren u rujnu 1996. godine prilikom obilježavanja 90 – godišnjice praške kanalizacije. Sastavni dio obilaska, koji smo i mi obavili, je i ulazak u podzemne kanalizacijske prostore i objekte gdje se posjetitelji upoznaju s poviješću kanalizacije i čišćenja otpadnih voda. Na katu iznad smješteni su osim do danas u funkciji crpnih strojeva još i zbirke modela parnih strojeva. Mnoge eksponate je moguće pogledati i izvan objekta uređaja.

Posebno me se dojmilo gospodarenje muzejskim prostorom koji je veliki dio godine dohodovan



Slika 5: Pogled na dio uređaja i parna kotlovnica u objektu

iznajmljivanjem raznim zakupcima, specijalno filmašima, čuli smo koji su filmovi ovdje snimani, ali i drugim prigodama, promocijama, svadbama i slično.

Osim sadržaja opisanih prethodno, svako naše stručno putovanje uvijek uključuje i dio turističkih zanimljivosti. Posebno kod ovog dugog puta prvi smo se dan zaustavili u malom gradiću Telču (slika 6) označenom kao jedno od najljepših mjesta Južne Morave (pod zaštitom UNESCO-a od 1992. godine), nažalost po lošem vremenu, ali smo ipak pogledali glavni trg, crkvu, spomenik na glavnom trgu i požurili na kasni ručak prije nastavka puta za Prag.

Drugi, također zanimljiv grad, Český Krumlov (slika 7), posjetili smo na odlasku. Ovaj povijesni grad još od 1963. godine zaštićen je u Češkoj, a od 1992. godine je u popisu svjetske baštine UNESCO-a. Srednjovjekovni centar okružuje rijeka Vltava, koja tu tvori mnoge meandre, nekoliko zavoja, pa je ime mjesta poteklo od riječi Krumnau, što znači krivi luk.



Slika 6. Detalj iz Telča



Slika 7. Český Krumlov

Osim opisanih Telča i Českog Krumlova, dio dana nakon stručnih pregleda obišli smo, iako po kiši, i najvažnije turističke dijelove Praga, uključujući i Karlov most te kanal Čertovka.

Kao i svako stručno putovanje HHD-a, i ovo je završilo u kasnim večernjim satima, ali svi zadovoljni viđenim i doživljenim, kako u stručnom, tako i turističkom pogledu. ■