

KANALIZACIJA GRADA PARIZA

Josip Rubeša, mag. ing. aedif.

1. UVOD

Pariz, tada pod imenom Lutecija, je osnovan oko 3. stoljeća p. n. e. kada su Gali nastanili to područje. Njegov razvoj i širenje prvenstveno su vezani granicama utvrđenih zidova kojima je bio okružen, a te su granice diktirale i razvoj kanalizacije u Parizu, kao i njen oblik kakav je danas. Za kompletno razumijevanje tog razvoja, koji nije tekao kao razvoj kanalizacije u drugim velikim gradovima, važno je razmotriti sve okolnosti pod okriljem kojih je ona napredovala. Velike količine pariškog otpada – smeće iz domaćinstava i proizvodnih pogona, ljudske i životinjske fekalije, pa čak i ljudski i životinjski leševi – godinama su se polako dezintegrirali u septičkim jamama, slivnicima, cijevima, fontanama, kantama za otpad, kupeljima, privatnim i javnim toaletima, kompostanama, grobnicama, grobljima i katakombama, sve pod utjecajima raznih sociopolitičkih, filozofskih, pa čak i umjetničkih ideja. S vremenom se napustio koncept kanalizacije na ulici, u korist kanalizacije ispod ulice, i to kroz nekoliko stoljeća. Iz tog je razloga razvoj kanalizacije grada Pariza najpraktičnije podijeliti na šest velikih povijesnih razdoblja: Galsko-rimski period (3. st. pr. n. e. – 5. st.), Srednji vijek (486. – 1453.), razdoblje od renesanse do francuske revolucije (1453. – 1789.), razdoblje od Napoleonovog carstva do Srpanjske Monarhije (1804. – 1848.), moderni Pariz (1850. – 1914.) i suvremeni Pariz (1914. – danas), u kojima su se događale značajnije promjene u konceptu kanalizacije, kao i u sustavu pročišćavanja otpadnih voda.

2. POVIJESNI PREGLED RAZVOJA PARIŠKE KANALIZACIJE

2.1. Galsko-rimski period (3. st. pr. n. e. – 5. st.)

Nakon osnutka grada, Gali su se počeli sve više doseljavati. Oko prvog stoljeća p. n. e., nastanjivali su uglavnom otočić Ile de la Cité na rijeci Seini (slika 1). U to vrijeme Lutecija se prostranjivala na području od oko 8 ha, a mali je otok bio okružen močvarama i šumom. Pod galsko-rimskom vladavinom, Lutecija je reorganizirana prema standardnim rimskim pravilima struke: podijeljena je na pravilne kvadrate duž osi sjevera i juga (cardo) te osi istoka i zapada (decumanus). Grad se polako širio prema zapadu i padinama brda Sv. Genevieve, pokrivajući oko 52 ha, a močvarni dio na istoku ostao

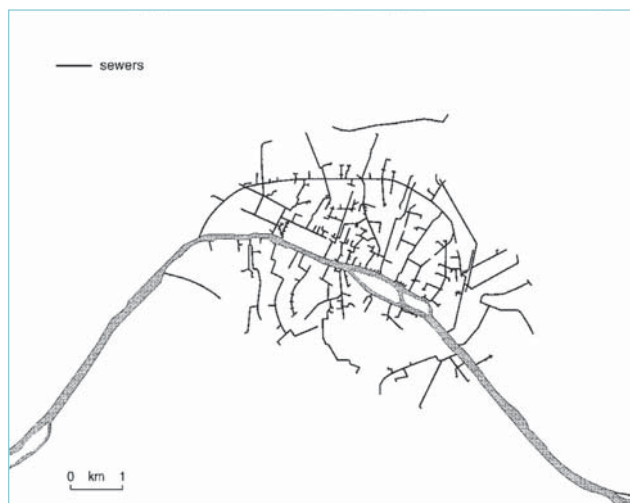
je nenaseljen. S populacijom od oko 6000 stanovnika, grad nije predstavljao prijetnju onečišćenju rijeke Seine. Prije nego li su Rimljani prapočetke kanalizacije, koja je završavala u rijeci Seini na mjestu današnjeg trga Place Saint-Michel, postavili duž današnjeg bulevarda Saint Michel otpadna voda prirodno se upuštala u okolna polja ili na cestu. Tlo je ovdje bilo u funkciji prirodnog filtera, a Seine je završavala proces biološkog pročišćavanja. S obzirom na mali broj stanovnika i zanemarive količine otpadnih voda u odnosu na golemi prijemnik, ekološki sustav je bio i ostao u ravnoteži.

2.2. Srednji vijek (486. – 1453.)

Nakon razdoblja invazija na Normandiju, Pariz je postao glavni grad francuskog kraljevstva i kao takav počeo se širiti, i to uglavnom na desnoj obali Seine u četvrtima Louvre, Les Halles i Le Marais pokrivajući područje od oko 480 ha. Mnoge industrije u tom su se razdoblju vrlo strateški pozicionirale tik uz rijeku kako bi imale koristi jedne od drugih, upotrebljavajući kemikalije koje bi se našle u vodi. Količina ispuštenih kemikalija nije bila dovoljna da bi predstavila prijetnju ekosustavu, ali je pomogla u pročišćavanju otpadnih voda koje bi se našle u rijeci. Otpadna voda iz domaćinstava se u to doba, kao i u ostatku svijeta, bacala na ulice, čime su se stvarale lokve nepodnošljivog smrada, što je pogodovalo razvoju i širenju bolesti uslijed čega je ubrzo izbilala epidemija



Slika 1: Plan Lutecije i okolnog područja s fokusom na otočić Ile de la Cité na Seini, a moguće je primijetiti i rijeku Bièvre (fotografirao: Josip Rubeša).



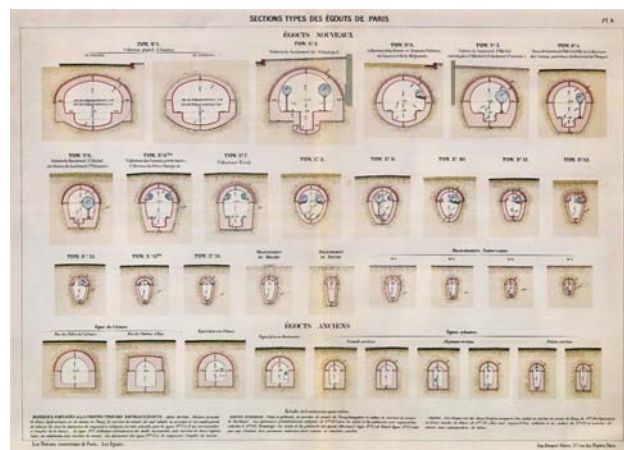
Slika 2: Mreža kanalizacije Pariza oko 1837. godine (Belgrand, 1887.)

kuge koju su širili štakori i koja je značajno smanjila broj stanovnika.

Jarak koji je iskopan na desnoj obali Seine služio je kao otvorena kanalizacija. Putem njega je otpadna voda transportirana neposredno do rijeke ili posredno putem opkopa duž utvrđenog bedema, izgrađenog oko 1190. godine po nadležnosti Filipa II. Augusta, tadašnjeg francuskog kralja, koji su utjecali u Seineu u podnožju brda Chaillot. Drugim riječima, navedeni sustav činio je glavnu kanalizaciju. No nezadovoljan takvim stanjem odvodnje, kralj Filip naredio je sljedeće: dao je popločiti ulice u sredini kojih je postavljen slivnik za odvodnju, čime su dobile naziv „podvojene ulice“ (Krupa, 1991. i Belgrand, 1887.). Tim izumom ulice nisu više predstavljale nepregledne potoke blata i otpada, a ujedno je olakšan prolaz kolima i konjima, no to je tek djelomično riješilo pitanje odvodnje.

U 14. st. broj stanovnika premašio je 200000, čime je grad dobio titulu najbrojnijeg grada u Europi. Neugodni mirisi i dalje su bili prisutni u zraku zbog neriješenog pitanja kvalitetne odvodnje i gomilanja otpada, budući da legislativa odlaganja nije postojala. Srećom, 1348. godine kralj Filip VI. izdao je naredbu prema kojoj su svi građani bili obvezni čistiti smeće ispred svojih ulaza i odnositi ga na za to predviđena odlagališta. Među ostalim, on je zaslužan i za osnivanje prve grupe radnika održavanja koji su čistili ulice (Krupa, 1991.). No, uz sva nastojanja da se količina otpada na ulicama smanji, to nije uzrokovalo očekivane pozitivne pomake, iako je količina neugodnih mirisa u zraku ipak reducirana.

Hugues Aubriot, upravitelj zajednice trgovaca, dao je izgraditi prvu zatvorenu kanalizaciju oko 1370. godine ispod brda Montmartre u dužini od 300 m, pod nazivom Fosse de St. Opportune, koja je istjecala u Seineu kod Louvrea. Na lijevoj obali, rijeka Bièvre se koristila kao otvorena kanalizacija, a siromašniji slojevi građanstva dobivali su prihod za njeno pražnjenje. Osim toga, kožarska i mesarska industrija su se strateški pozicionirale tik uz rijeku Bièvre kako bi iz nje mogli crpiti vodu



Slika 3: Poprečni presjeci starih (posljednji red) i novih kanala koji su bili ovalnog oblika za lakše održavanje, ali jači i jeftiniji za ugradnju. Belgrand ih je učinio obaveznima za izgradnju 1851. godine (Belgrand, 1887.)

i ispuštati onu otpadnu, što je s vremenom dovelo do ozbiljnog onečišćenja. Ista industrija koja je bila locirana uzvodno na Seini bila je prisiljena preseliti se nizvodnije, jer je u rijeku postalo zabranjeno odlagati lešine, krv i ostale nusprodukte u proizvodnji (Reid, 1993.). Iako se u rijeku Seineu upuštala otpadna voda Pariza i okolnih naselja, ona ju je još uvijek uspijevala biološki pročistiti, ekološka ravnoteža bila je kako-tako održana, a Parižani su još uvijek iz nje crpili vodu za piće.

2.3. Razdoblje od renesanse do francuske revolucije (1453. – 1789.)

Veličina Pariza ostala je ista do kraja 16. st., s populacijom nešto manjom od 250000 stanovnika. Početkom 17. st. populacija je naglo narasla na 500000 stanovnika, a grad je pokrivao više od 1100 ha površine. To je dovelo do povećanja potrošnje vode koja je narasla do oko 10000 m³ po danu, a sve veći problem predstavljala je odvodnja iste. Tome se pribjeglo dekretom izdanim od kralja Franje I. u kojem je naredio obaveznu izgradnju septičkih jama ispod novoizgrađenih zgrada (Reid, 1993.). Te se septičke jame bile sagrađene tako da propuštaju vodu kako ih se ne bi moralo prečesto prazniti, a sakupljači otpada bili su odgovorni za njihovo pražnjenje i odvoz do opkopa i smetlišta u okolici. Septičke jame ostale su najčešća metoda eliminiranja fekalija sve do sredine 19. stoljeća, a dekretom iz 1674. godine naredilo se da se životinjski izmet mora separirati od ostalog otpada na odlagalištu kako bi se iz njega moglo izrađivati gnojivo (Reid, 1993.).

Glavni konstrukcijski materijal kanala bili su kameni blokovi koji su se zbog agresivnog medija jako trusili, što je rezultiralo brzim taloženjem pijeska na dnu kanala, čime su se stvarala začepjenja. Godine 1636. istraživanjima se pokazalo da je kompletna kanalizacija u Parizu začepljena i da joj je potrebna hitna restauracija (Bertrand-Krajewski, 2008.). No, u to vrijeme još nije postojala služba

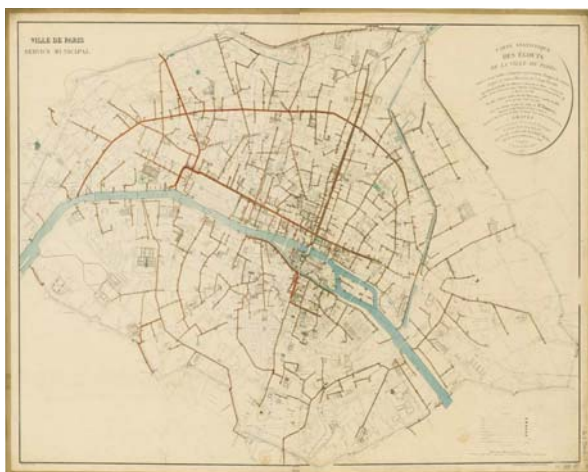
održavanja zatvorenih kanala, već su se unajmljivale tvrtke koje su mogle očistiti samo otvorene kanale. Problem je predstavljalo nepoznavanje točne lokacije kanalizacije, a podaci o tome se nisu još vodili pa je, uz ilegalne priključke koji su dodatno opterećivali ionako začepljenu kanalizaciju, lociranje tih začepljenja postala gotovo nemoguća misija. Kako bi se ublažila ta česta začepljenja kanalizacije, Michel-Étienne Turgot, tadašnji gradonačelnik Pariza, dao je 1737. godine izgraditi veliki rezervoar vode kako bi omogućio konstantni dovod vode u kanalizaciju u svrhu periodičnog ispiranja, što se pokazalo učinkovitim (Bertrand-Krajewski, 2008.).

Stanovnici su i dalje bili nezadovoljni općim stanjem odvodnje i gospodarenja otpadom, uspoređujući se s Rimljanima koji su vodili brigu o svojoj kanalizaciji i akvaduktima. S druge strane, pojam sanitarne ispravnosti i higijene tada još nije bio u potpunosti prihvaćen, a javnost nije zanimalo nikakvo osvježivanje o okolišu, upravljanje vodama i otpadom. Sredinom 18. st. pokušalo se raznim propisima i naknadama bezuspješno onemogućiti ilegalno odlaganje otpada, a tada je i definirano da se glavno odlagalište otpada u Parizu, Montfaucon, mora nalaziti izvan grada. Nakon 1781. to postaje i jedino odlagalište otpada, s 270000 m³ otpada godišnje uklonjenog s pariških ulica.

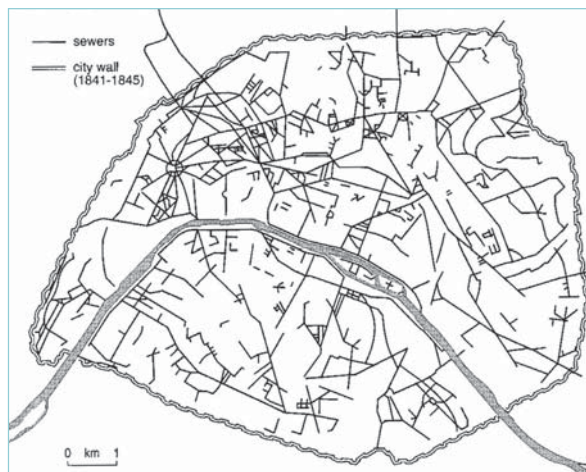


Slika 4: Neki od strojeva za čišćenje kanalizacije koji su bili u upotrebi od vremena Belgranda izloženi u Muzeju kanalizacije:

- a) K. P., "Strojica" – svoj naziv duguje svojim izumiteljima, Kleinu i Pujolu, te zbog buke koju proizvodi kamenje udarajući u konstrukciju uređaja
- b) Kola za jaružanje – u upotrebi od 1858. godine, a služe za čišćenje kanalizacijskih cijevi užih od 1.2 m, koristeći strujanje vode u cijevima kao jedini izvor energije.
- c) Brod za jaružanje - veliki strojevi kojima je iznimno teško i opasno upravljati, a služe za čišćenje kanalizacijskih cijevi svijetlog profila većeg od 1.2 m



Slika 5: Mreža kanalizacije Pariza u prvoj polovici 19. st. izrađena po naredbi prefekta Rambuteaua, u ukupnoj duljini od oko 100 km (Gaspard, 1821.)



Slika 6: Mreža kanalizacije Pariza izgrađena u razdoblju od 1856. do 1878. godine s prikazom zidina oko grada (Belgrand, 1887.)

Zbog bojazni širenja raznih bolesti, uspostavljala se groblja van Pariza, no zbog pojačanja neugodnih mirisa počeli su se uklanjati ljudski ostatci iz tih grobnica. To je napravljeno preko zime u razdoblju od dvije godine, od 1785. do 1787. Ti su ostatci preseljeni u katacombe ispod grada (Reid, 1993.). Selidba ostalih urbanih groblja vršila se sve do 1870.-ih, a danas se u katakombama, koje su jedna su od najpoznatijih pariških turističkih atrakcija, nalaze ostatci od nevjerojatnih šest milijuna Parižana.

Zbog navedenih razloga, ekološka ravnoteža se konstantno pogoršavala. Neugodni mirisi toliko su se širili da je Hôtel des Tournelles u Le Marais okrugu morao biti napušten. Povezani kanalizacijski sustav smanjio je ovu smetnju, ali ulijevanje sve većih količina otpadne vode u rijeku rezultiralo je pogoršanjem njenog ekosustava. Okus i kvaliteta vode za upotrebu koja se iz nje vadila postala je sve gora i sve manje povoljna za ljudsko zdravlje, a ekološka ravnoteža postala je znatno ugrožena.

2.4. Razdoblje od Napoleonovog carstva do Srpanjske Monarhije (1804. – 1848.)

U 19. stoljeću grad je progresivno rastao pokrivajući više od 3000 ha površine, a broj stanovnika prešao je milijun – Pariz je ulazio u moderno doba.

Car Napoleon I. je riješio problem opskrbe vodom, ali i dalje je bio prisutan problem odvodnje otpadnih voda. Dvije važne osobe doprinijele su njegovom rješavanju. Prva osoba bila je Emmanuel Bruneseau – kanalizacijski inspektor koji je između 1805. i 1812. izradio kompletan pregled postojećeg kanalizacijskog sustava. U tom se razdoblju smatralo da je nenadzirana kanalizacija opasno mjesto u kojoj se zbivao kriminal i odvijala prostitucija. Bruneseau je stanovnicima Pariza htio dokazati kako je se nemaju razloga bojati ako se njome pravilno upravlja, u čemu je djelomično i uspio.

Druga važna ličnost u ovom razdoblju bio je Alphonse Duleau, inženjer koji je ukupnu duljinu povezanog

kanalizacijskog sustava povećao na preko 30 km. U *Uspomenama sa Sv. Helene* (Las Cases, 1823.) istaknuto je kako je upravo produljenje kanalizacijske mreže koje je izradio Duleau za Napoleonove vladavine jedan od njegovih najvećih doprinosa carstvu. Tako je 1824. godine mreža kanalizacije obuhvaćala 25 km kanala na desnoj obali, 10 km na lijevoj obali i manje od 500 m na otocima na Seini, uz postojećih 2 km otvorenih kanala, ne uključujući rijeku Bièvre koja je već tada služila kao kanalizacija. Kako navodi Reid u svom djelu (Reid, 1993.), ispiranje kanala više nije bilo toliko učinkovito zbog raznih nadogradnji kanalizacije, pa su do 1826. godine 24 radnika održavala kompletnu kanalizaciju i ručno ekstrahirala nakupljeni otpad i pijesak u kanalima koji ju je začepljivao. Rijeka Seina primala je oko 100000 m³ otpadne vode dnevno, a prirodni procesi pročišćavanja više nisu mogli pomoći u održavanju ekološke ravnoteže. Rezultat takvog stanja bila je epidemija kolere 1832. godine koja je podigla razinu svijesti u javnosti o potrebi izgradnje glavnih kanala za odvodnju kroz Pariz i pravilnom pročišćavanju ispuštene otpadne vode. Tako je u naredne dvije godine, između 1832. i 1834., položeno ukupno 14 km nove kanalizacije građene od cementnog morta i kamena čiji su kanali imali ovalno dno kako bi se olakšalo ispiranje, a ta se metoda gradnje pokazala jeftinijom, lakšom i bržom od prijašnje. Glavni kanali su se gradili brzinom od 8 km na godinu pa je do 1840. godine kanalizacijska mreža bila dugačka gotovo 100 km (slika 2).

Tadašnji prefekt Seinskog odjela od 1833. do 1848. godine, grof de Rambuteau, eliminirao je neugledan otpad s ulica izgradnjom fontana, kanala, javnih toaleta i hidranata koji su opskrbljivali grad vodom, a često su bili i lijepo dizajnirani, čime su doprinosili ljepšoj vizuri gradskog prostora. Prema Loyeru (Loyer, 1988.), do 1832. godine postojalo je 39 km glavnih vodovodnih cijevi i 217 hidranata koji su dovodili vodu za ispiranje kanalizacije. Do 1850. taj se broj povećao na 358, odnosno 1837. To je dovelo do uvođenja uzdignutih nogostupa i ugradnje krovnih žlijebova, a uslijedilo je uvođenje cijevi za dovod

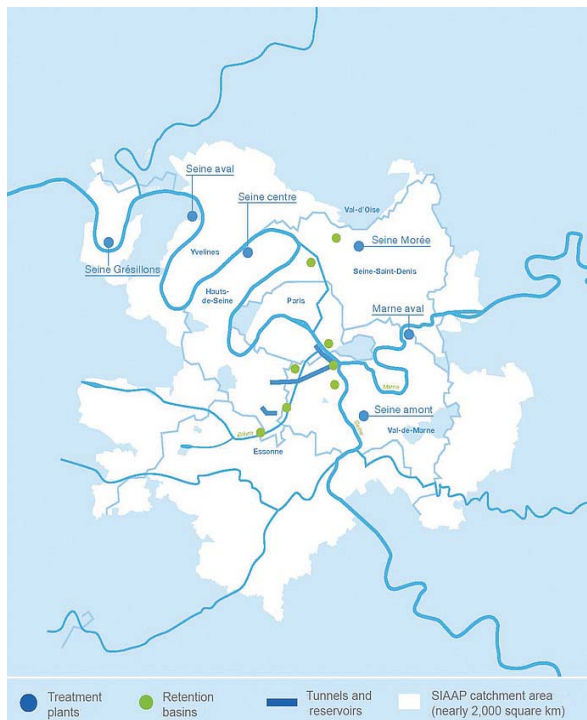
vode u prostorije stanova i razvoj toaletnih školjki, kasnije i vodokotlića.

2.5. Moderni Pariz (1850. – 1914.)

Pariz se u drugoj polovici 19. st. proširio i na prigradska područja u površini od oko 8000 ha, sastojao se od 20 arondismana i imao populaciju od 1850000 stanovnika. U ovom razdoblju kanalizacija je pretrpjela najznačajnije promjene i najveći napredak, prvenstveno zahvaljujući caru Napoleonu III. koji je uspio provesti u djelo plan njenog razvoja uz pomoć trojice stručnjaka: Georges-Eugène Haussmanna (prefekta Seinskog odjela), Eugène Belgranda (inženjera hidraulike za vodoopskrbu i odvodnju) i Jean-Charles Alphanda (inženjera zaduženog za razvoj grada i otvorenih prostora).

Haussmann i Belgrand su zajedno surađivali. Haussmann nije imao inženjerskih znanja, ali je bio svjestan da širenje Pariza sa sobom povlači i pitanje opskrbe vodom i kanalizacije. Smatrao je da postoji analogija između ljudskog tijela i grada, odnosno da je mreža kanala i objekata koji se nalaze ispod grada ništa drugo nego njegove žile kojima teče krv, organi, tekućine koje se kreću po tijelu, a koje nisu vidljive sve dok se dublje ne zaviri u tijelo. Taj proces poistovjećivanja, a prema tome i razvoja u pogledu odvodnje otpadnih voda i dovoda pitke vode u povijesti je poznat pod nazivom „hausmanizacija“. Tim je konceptom za njegove vladavine dvostruko povećan dovod pitke vode izgradnjom akvadukata, čime je smanjena vjerojatnost izbijanja epidemije kolere.

Pregledom kanalizacije, Haussmann i Belgrand utvrdili su niz propusta i grešaka u postojećem sustavu, primjerice nerazmjer veličine cijevi u odnosu na realnu propusnost otpadne vode i pogrešan raspored, visinu i nagib kanala koji u takvom stanju nisu mogli spriječiti poplavljanja ulica uslijed velikih padalina, kao i činjenicu da velika većina brzorastućeg grada nije čak ni bila integrirana u postojeći sustav kanalizacije (Soppelsa, 2009. i Wickner, 2017.). Iz tog je razloga, 1852. godine izdano naređenje da svaki dom mora biti priključen na kanalizaciju, a Belgrand je osmislio da otpadna voda gravitacijski teče kolektorima postavljenima u nagibu od 3% kako ne bi bili preskliski za radnike u kanalizaciji. Osim što je dizajnirao nove poprečne oblike kanala koji su se pokazali efikasnijima u pogledu protjecanja otpadne vode (slika 3), kako bi očistio kanale i uklonio krute tvari koje su se nakupljale u cijevima, Belgrand je osmislio razne tehnike čišćenja kanalizacije od kojih je mnogo i danas u upotrebi, iako u ponešto modernijim inačicama poput K. P. „Strojnice“, kola i broda za jaružanje te kugle za čišćenje, koji slično funkcioniraju na principu strujanja i potiskivanja vode uz istovremeno guranje pijeska i drugog otpadnog materijala u suprotnom smjeru (slika 4). Osim toga, osmislio je i spremnike za ispiranje ugrađene duž kanala u kojim je pohranjena voda i koja bi se otpuštala za povremeno ispiranje kanalizacije, kao i pjeskolove ugrađene u kanale kako bi prihvatili otpadne tvari za kasnije otklanjanje i odlaganje na posebna odlagališta. U to se vrijeme kanalizacija sastojala od 150 km kanala – svaka ulica u Parizu imala je kanalizaciju, a one širine



Slika 7: Područje pod nadzorom SIAAP-a i šest uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (izvor: <http://siaap.fr>)



Slika 8: Tipičan jajoliki presjek kanala kao dio Muzeja kanalizacije (fotografirao: Josip Rubeša).



Slika 9: Bista E. Belgranda koja se nalazi u Muzeju kanalizacije (snimio J. Rubeša)

preko 20 m čak i dvije. Kanali su bili toliko veliki da je čovjek prosječne visine mogao u njima normalno stajati i raditi (Wickner, 2017.). Belgrand je riješio problem odvodnje otpadnih voda u Parizu, ali onečišćenje se nastavilo stvarati nizvodno pored okruga Clichy, zbog čega su ga tamošnji stanovnici počeli napuštati. Zanimljivo je da je na tom dijelu zabilježena pojava ogromnih mjehura metana kao nusprodukta onečišćenja čiji je promjer dosezao čak jedan metar. Prema tome, nametala se potreba postupanja s otpadnom vodom prije nego li je ona dosegla Seinu. Oko 5000 ha zemlje u Achères-u te ravninama Carrières-Triel i Méry-Pierrelaye se pretvorilo u odlagalište otpada kako bi se otpadna voda Pariza mogla prirodno pročistiti prije istjecanja u prirodno okruženje. Tlo na tom području bogato vodom i gnojivom s vremenom je pretvoreno u vrtove raznog aromatičnog bilja za proizvodnju parfema i povrća izvanrednih veličina, što je tada predstavljalo kuriozitet. Otpadna voda grijala je zemlju zimi i nije se smrzavala po hladnoći, produžujući tako sezonu rasta (Wickner, 2017.). Dovodeći svježju vodu Parižanima, kao i odvođeci otpadnu vodu, Belgrand je uravnotežio ekološki balans i spriječio veće epidemije, ali ne i poplavlivanja.

Do 1870., Haussmann je uz pomoć Belgranda u izradu kompletne mape grada po naredbi Napoleona III. i nadogradnju kanalizacijskog i vodoopskrbnog sustava utrošio oko 2.5 milijarde franaka kroz inovativan

način financiranja, odnosno 44 puta više od ukupnog gradskog utroška na sve usluge 1851. godine. U vrhuncu rekonstrukcije, svaki peti Parižanin je bio zaposlen u građevinarstvu i jedna petina svih ulica je bila rekonstruirana. Do 1878. godine, ukupna duljina svih kanala iznosila je oko 600 km, a nakon što je ovaj veliki sustav kanalizacije završen 1894., zakonom je postala obvezna gradnja glavnih kanala (Gandy, 1998.). Krajem stoljeća, mreža sekundarnih kolektora spajala se u pet glavnih kolektora koji su odvodili otpadne vode na sjever (slike 5 i 6). Ta je kanalizacija odvodila samo oborinsku vodu i vodu iz domaćinstava, no ne i fekalnu.

U drugoj polovici 19. st. čistači kanalizacije na ulicama više nisu bili dozvoljeni. Podijelila su se mišljenja oko toga treba li sav otpad završavati na ulici (tzv. „*tout-à-la-rue*“) ili u kanalizaciji (tzv. „*tout-a-l'égout*“). Čak je i Louis Pasteur zagovarao odlaganje otpada u vode, jer je smatrao da iza postupka pročišćavanja još uvijek ostaju nepoželjni mikroorganizmi koji štetno djeluju na čovjekov organizam. U jednu je ruku bio u pravu, međutim, ekološki balans bio je toliko izvan ravnoteže da je „*tout-a-l'égout*“ princip ipak prevladao, a samo će vrijeme pokazati kada će se ljudi osvijestiti o potrebi pročišćavanja otpadnih voda i pristupiti rješavanju tog problema u praktičnom smislu. U narednom razdoblju preciznije su definirani zakoni kojima se reguliralo sakupljanje smeća, zabranilo se odlaganje građevinskog, industrijskog i vrtnog otpada i propisalo se čišćenje ulica, čak je i propisano sortiranje staklenog otpada (Strasser, 1992.), a u neznatno promijenjenom obliku prisutni su i danas, kako u svijetu, tako i kod nas. Krajem stoljeća javila se posljednja velika epidemija kolere zbog koje je propisano da svi vlasnici kuća moraju imati svoj spoj na kanalizaciju i da moraju plaćati tu uslugu. Zatvorila se i sporedna kanalizacija koja je okruživala Pariz, čime se završilo ilegalno odlaganje nepročišćenog otpada u rijeku Seinu (Reid, 1993.). To su prvi veći pokazatelji da su Parižani počeli vrednovati prostor oko sebe i da su spremni očuvati ekološku ravnotežu za buduće naraštaje.



Slika 10: Nadzemni ulaz u Muzej kanalizacije (fotografirao: Josip Rubeša).

Nakon poplava 1910., kanalizacijski sustav je doveden u pitanje. Od tada, svi incidentni preljevi su opremljeni nepovratnim ventilom na strani rijeke Seine i tijekom poplava se višak vode u sustavu pumpa natrag u Seinu. Već godinu nakon velikih poplava, 1911., zatvorio se i posljednji otvoreni kanal – rijeka Bièvre koja je tekla kroz 13. i 14. arondisman i utjecala u Seinu blizu današnje stanice Gare d'Austerlitz. Danas, Bièvre služi odvodnji oborinskih voda koje se tako ispuštaju izravno u Seinu, što u konačnici znatno smanjuje troškove obrade otpadne vode na uređaju za pročišćavanje.

2.6. Suvremeni Pariz (1914. – danas)

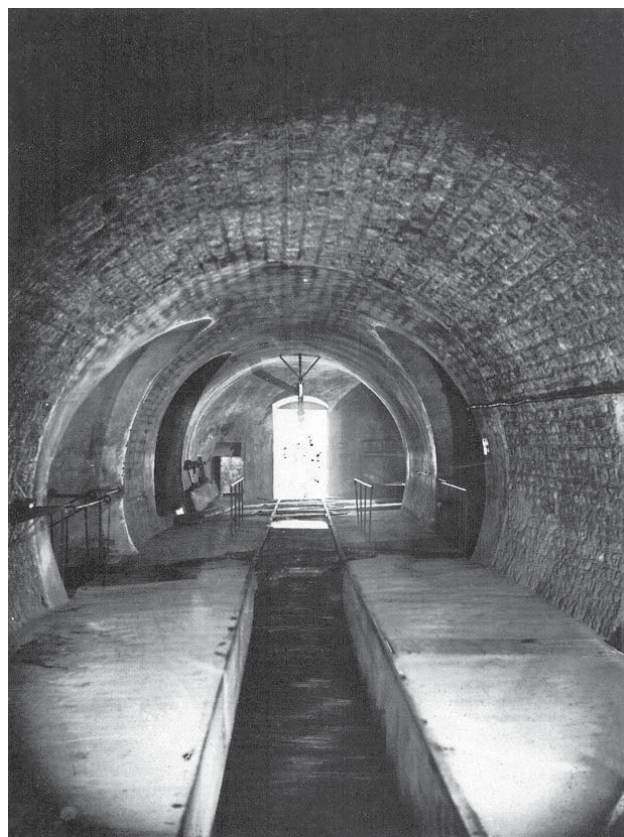
Do 1914. godine 68% svih zgrada u Parizu imale su direktan priključak na kanalizaciju. Belgrandovi sljedbenici po njegovim su uputama nastavili rad na poboljšavanju infrastrukture kanalizacijske mreže Pariza. Tehnike su sve više napredovale, a konačan rezultat bio je jedinstveni kanalizacijski sustav u svijetu s preko 2100 km kanala koji se mogu vizualno pregledati.

Nakon 1. svjetskog rata, 5000 ha zemlje za odlaganje otpada više nije bilo dovoljno za potrebe brzo rastućeg grada. Inženjeri grada Pariza tako su započeli razdoblje izgradnje jedinstvenog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda koje će se protezati sljedećih 50 godina. Primarni cilj je bio izgradnja mreže koja bi svu otpadnu vodu iz grada odvodila do lokacije u Achèresu (u Yvelines departmanu) i izgradnja postrojenja na toj lokaciji koje će ju tretirati. Program je započeo 1935. godine, a od tada se postrojenje konstantno nadograđuje da bi danas pokrivalo područje od oko 250 ha. U razdoblju između dva svjetska rata najviše se posvetilo tretmanu pročišćavanja otpadnih voda u uređajima za pročišćavanje iz razloga što su, zahvaljujući Belgrandu, problemi dovoda vode i odvodnje otpadne vode već bili riješeni. No ipak, uz sav uloženi trud u pročišćavanje, zagađenje rijeke Seine je bilo vrlo visoko.

Godine 1977. grad je pokrivaio područje od oko 10000 ha i imao je preko dva milijuna stanovnika, dok je predgrađe prekrivalo još 76000 ha s oko 8 milijuna stanovnika. Još više se nametnulo pitanje gospodarenja vodama.

Danas, četiri glavna kanala ukupne duljine 120 km i svijetlog promjera do 4 m, odvođe otpadnu vodu sa sjevernih okruga putem crpne stanice Clichy, a jedan glavni kanal odvodi otpadne vode s juga do prije spomenutog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Achèresu, Seine Aval (franc. *aval* – *nizvodno*, op.a.) – najvećeg u Europi.

Izgradnjom još pet uređaja u okolini grada kojima upravlja Međudepartmansko udruženje za pročišćavanje otpadnih voda u pariškoj aglomeraciji (op.a.) (franc. *SIAAP – Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne*) – Seine Gresillons u okrugu Triel-sur-Seine (Yvelines departman), Marne Aval u okrugu Noisy-le-Grand i Seine Moree u okrugu Le Blanc-Mesnil (Seine-Saint-Denis departman),



Slika 11: Kanalizacija Pariza (fotografija iz zbirke Félix Nadara, 19. st.)

Seine Amont (franc. *amont* – *uzvodno*, op.a.) u okrugu Valenton (Val-de-Marne departman) te Seine Centre na povijesnoj lokaciji u Colombesu u departmanu Hauts-de-Seine, završen je ovaj dugogodišnji program investiranja u pročišćavanje otpadnih voda (slika 7). Navedenih 6 uređaja za pročišćavanje ukupno tretiraju preko 2.5 milijuna m³ otpadnih voda dnevno¹.

Kanalizacija grada Pariza postala je visokotehnološka građevina: kroz 2300 km kanala prolazi mreža dovodne pitke i nepitke vode, mreža cijevi za komprimirani zrak, telefonski kablovi, pneumatske cijevi i električni kablovi. Mreža evakuira 1.2 milijuna m³ otpadne vode dnevno, ili 35000 35-tonskih kamiona koji bi formirali kolonu od Pariza do Lyona. Svake se godine iz kanalizacije izvadi 15000 m³ krutog otpada, što odgovara veličini šesterokatne zgrade.

3. BUDUĆNOST

U tijeku je projekt transformiranja pariške kanalizacije u obnovljivi izvor energije. Procjenjuje se da otpadna voda iz domaćinstava podiže ukupnu temperaturu otpadnih voda do 20°C, a ta se toplina tada rasipa. U uspješno realiziranom pilot projektu u kojem se ta toplina prenosila u sustav grijanja

1 <http://www.siaap.fr>

sudjelovala je jedna pariška škola. Cilj ove 400000 eura vrijedne instalacije je tek mali djelić plana da se na takav način generira 30% potrebne energije grada Pariza iz obnovljivih izvora. Nedostatak je taj što se ovakva tehnologija može koristiti samo u slučaju da se izvor topline iz kanalizacije ne nalazi više od 200 m od ciljanog grijanog objekta zbog neučinkovitosti transporta topline, međutim i na taj se način smatra da bi se time pokrilo 10% potreba grada (Kaminski, 2011.). Za sada je u projekt uključena i Elizejska palača, a kasnije će biti i gradska vijećnica te jedan bazen. Slični sustavi uspješno su testirani u Norveškoj i Japanu, kao i na ZOI 2010. godine u Vancouveru. To je vrlo veliki napredak od onog početka s otpadnim tvarima zasićenim ulicama kojima su se širile bolesti i neugodni mirisi.

4. PARIŠKI MUZEJ KANALIZACIJE

Pariška kanalizacija otvorena je za javnost tijekom Svjetske izložbe 1867. godine. Popularna tura po kanalizaciji u prošlosti se odvijala u luksuznim vozilima i plovilima koje su gurali radnici u kanalizaciji, dok je danas takva praksa gotovo nezamisliva.

Kroz djelić pariške kanalizacije danas je moguće proći putem Muzeja kanalizacije, čijom je inspiracijom i napisan ovaj članak. Svatko koga interesira gospodarenje vodama može se uvjeriti u velebnost ove građevine, i to za cijenu nižu od cijene jedne kave.

U Muzeju je, ukratko, u nekoliko prostorija dan pregled razvoja kompletnog pariškog komunalnog sustava – odvodnje, vodoopskrbe, ekologije, kao i tehnologije u predmetnoj domeni. Izložen je manji broj eksponata, a cijela tura zapravo se nalazi na platoima iznad same kanalizacije pa je moguće pratiti smjer toka i promotriti različite cijevi koje kroz nju prolaze (slike 8-10).

Muzej kanalizacije zapravo je posveta svim radnicima i Parižanima koji su na neki način s njom povezani te kao takav zasigurno je jedan od rijetkih muzeja takve prirode u svijetu kojeg, uz najpopularnije pariške turističke atrakcije, autor ovih redaka definitivno preporučuje svim ljubiteljima hidrotehnike koji se prilikom posjeta Parizu žele malo maknuti iz gužve i vidjeti nešto neuobičajeno.

5. UMJESTO ZAKLJUČKA

Kanalizacija grada Pariza od početaka je pretrpjela značajne promjene. Postepen razvoj ulica pretvorio je skromne potoke, jarke i opkope, koji su služili kao recipijenti otpadnih voda, u regulirane kanale. Najevidentnija promjena odnosila se na prekrivanje kanalizacije. Kako je grad rastao, širila se i mreža koja je do 20. st. poprimila takve goleme razmjere da je predstavljala tada još neviđeno čudo. Kanalizacija je bila metafora za skriveni svijet kriminala, prostitucije, siromaštva i političkih ustanaka, sve dok nije postala temom umjetničkih vizija u drugoj polovici 19. st. Tada postaje turistička atrakcija, jedinstveni građevinski objekt koji je privlačio mnoge zainteresirane međunarodne stručnjake, inženjere i arhitekte i tema koja je opjevana na različite načine. Možda najpoznatiji primjer navedenog je skrivanje glavnog lika Hugoovog romana *Jadnici*, Jeana Valjeana, po bespućima kanalizacije, od inspektora Javerta. I sam Hugo ju izvrsno opisuje, kao grad unutar grada, sa svojim trgovima, ulicama, čvorištima i kanalima. U drugoj polovici 19. st., poznati fotograf Félix Nadar izradio je seriju fotografija pariške kanalizacije (slika 11) – grotesknih tunela, tužnih čvorišta i prolaza, koristeći brojne inovacije ne bi li dočarao skrivenu i ružnu „ljepotu“ svijeta ispod ulica. ■

LITERATURA

- Belgrand, E. (1887.): *Les travaux souterrains de Paris V: les egouts et les vidanges*, Dunod, Libraire des corps des ponts et chaussees, des mines et des telegraphes, Paris, France.
- Bertrand-Krajewski, J.-L. (2008.): *Flushing urban sewers until the beginning of the 20th century, 11th International Conference on Urban Drainage*, Edinburgh, Scotland, UK.
- Gandy, M. (1998.): *The Paris sewers and the rationalization of urban space*, University College London, London.
- Gaspard, G. J. (1821.): *Recherches statistiques sur la Ville de Paris et le Département de la Seine*, Imprimerie Royale, Paris.
- Kaminski, I. (2011.): *Eau de toilette*, *Green Futures*, no. 81, p. 9.
- Krupa, F. (1991.): *Paris: Urban Sanitation Before the 20th Century*.
- Las Cases, E. (1823.): *Le Mémorial de Sainte-Hélène*, London
- Loyer, F. (1988.): *Paris Nineteenth Century: Architecture and Urbanism*, Abbeville Pr, New York City, New York, United States.
- Reid, D. (1993.): *Paris Sewers and Sewermen*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, United States.
- Soppelsa, P. S. (2009.): *The Fragility of Modernity: Infrastructure and Everyday Life in Paris, 1870-1914*, Disertacija, The University of Michigan, Michigan.
- Strasser, S. (1992.): *Waste and Want: The Other Side of Consumption*, Berg Publishers, Providence, Oxford.
- Wickner, A. (2017.): *Waste, remediation, and maintenance in the 19th-century Paris sewer*, University of Maryland, College Park.