

# Objedinjavanje kanalizacijskog sustava zapadnog dijela Siska

Mladen Kardum

## Ključne riječi

kanalizacijski sustav,  
Sisak,  
bakteriološko zagađenje,  
otpadne vode,  
odvodni kolektor,  
uređaj za pročišćavanje

## Key words

sewerage system,  
Sisak,  
bacteriological pollution,  
waste water,  
drainage sewer,  
purification device

## Mots clés

système d'égouts,  
Sisak,  
pollution bactériologique,  
eaux usées,  
égout collecteur,  
usine de traitement

## Ключевые слова

канализационная  
система,  
Сисак,  
бактериологическое  
загрязнение,  
сточные воды,  
отводной коллектор,  
очистное сооружение

## Schlüsselworte

Kanalisationssystem,  
Sisak,  
bakteriologische  
Verunreinigung,  
Abwässer,  
Abwässersammler,  
Reinigungsanlage

M. Kardum

Stručni rad

## Objedinjavanje kanalizacijskog sustava zapadnog dijela Siska

Sisak nema jedinstven kanalizacijski sustav s pročišćavanjem pa se otpadne vode na više mjesta izravno ispuštaju u Odru, Kupu i Savu. To je uzrokovalo česta bakteriološka zagađenja Kupe u gradskom središtu. U pokušaju poboljšanja kanalizacijskog sustava zasad su izgrađeni odvodni kolektori koji prikupljaju otpadne vode područja Sisak Novi i odvode ih nizvodno od središta grada. Ti će kolektori u budućnosti odvoditi otpadne vode cijeloga grada prema uređaju za pročišćavanje.

M. Kardum

Professional paper

## Unification of the west Sisak sewerage system

Sisak does not have an integrated sewerage system that would include a treatment facility, and so the effluent is directly discharged, at several points, into the Odra, Kupa and Sava rivers. This has resulted in frequent bacteriological pollution of the Kupa River in the very centre of the town. In an attempt to improve the current sewerage system, the authorities have so far built drainage sewers that collect waste water in the Sisak Novi zone and carry it downstream, away from the centre of the town. In the future, these sewers will carry the entire town's waste water towards the purification plant.

M. Kardum

Ouvrage professionnel

## Unification du système d'égouts de la partie ouest de Sisak

Sisak n'est pas muni d'un système d'égouts intégral qui serait équipé d'une usine de traitement des eaux usées, et c'est pour cette raison que à présent les eaux usées sont déversées, à plusieurs points, directement dans les rivières d'Odra, Kupa et Sava. Au cours de temps, cela a résulté en des pollutions bactériologiques fréquentes de la rivière de Kupa dans le centre même de la ville. Dans l'effort d'améliorer le système d'égouts existant, les autorités ont jusqu'à présent construit les égouts qui collectent les eaux usées de la zone de Sisak Novi et les transportent à l'aval du centre de la ville. A l'avenir, ces égouts transporteront les eaux usées de la ville entière vers l'usine de traitement.

M. Kardum

Отраслевая работа

## Объединение канализационной системы западной части г. Сиска

Г. Сисак не имеет единой канализационной системы с очисткой, и сточные воды в нескольких местах непосредственно спускаются в Одру, Купу и Саву, что является причиной частых бактериологических загрязнений Купы в центре города. В целях улучшения канализационной системы до настоящего времени осуществлено строительство отводных коллекторов, в которых производится сбор сточных вод района Сисак Нови и отвод их вниз по течению от центра города. В будущем эти коллекторы будут производить отвод сточных вод целого города в очистное сооружение.

M. Kardum

Fachbericht

## Vereinigung des Kanalisationssystems des Westteils von Sisak

Sisak besitzt kein einheitliches Kanalisationssystem mit Reinigung, so werden die Abwässer an mehreren Stellen direkt in die Odra, Kupa oder Sava abgelassen. Das verursacht ofte bakteriologische Verunreinigungen der Kupa im Stadtzentrum. Im Streben nach Verbesserung des Kanalisationssystems sind vorläufig Abwässersammler erbaut welche die Abwässer des Gebiets Sisak Novi ansammeln und sie stromabwärts vom Stadtzentrum ablassen. Zukünftig werden diese Sammler die Abwässer der ganzen Stadt zur Reinigungsanlage leiten.

Autor: Mladen Kardum, ing. građ., Urbanistički institut Hrvatske d.d., F. Petrića 4, Zagreb

## 1 Uvod

Grad Sisak glavno je središte Sisačko-moslavačke županije i jedno od najstarijih naselja središnje Hrvatske jer se njegova povijest može pratiti od 4. st. pr. Krista kada se pojavljuje kao ilirsko-keltska Segesta, odnosno Segestica, a potom rimska Siscia. Grad se kroz povijest razvijao kao jako vojno uporište s iznimnim prometnim i upravnim značajkama te razvijenom trgovinom i obrtom. U razdoblju između dvaju svjetskih ratova snažno se razvio riječni i željeznički promet pa su izgrađena veća industrijska postrojenja, uglavnom metalurške, kemijske, drvne i prehrambene industrije. Industrijski su se pogoni gradili izvan gradskog središta i tu su nastajala industrijska predgrađa i nova stambena naselja. Takav je izgled grad zadržao do danas.

Sisak se nalazi na prosječnoj nadmorskoj visini od 98 m n.v. i smješten je uz obale Save, Kupe i Odre. Obuhvaća područje od 422 km<sup>2</sup> sa 35 naselja u kojima, zajedno s užim područjem grada (s ukupno 37.000), živi približno 52.000 stanovnika. Od značajnijih su industrijskih postrojenja danas aktivni *Segestica*, *Herbos*, *Ljudevit Posavski*, *Ina-Rafinerija nafte*, *Termoelektrana* i *Željezara Sisak*. Grad muče problemi onečišćenja zraka (*Ina-Rafinerija nafte*) te ispuštanje nepročišćenih komunalnih i industrijskih otpadnih voda u njegove rijeke. Sisak namime nema jedinstven kanalizacijski sustav s uređajem za pročišćavanje, pa se vode na više mjesta izravno ispuštaju u Odru, Kupu i Savu. Rezultat su povremena zagađenja, najčešće fekalnim bakterijama, posebno kupališta nadomak Pogoreleca i gradskih kupališta Zibel i Vrbina. Stanje se nastoji poboljšati odgovarajućim mjerama koje zahtijevaju znatna ulaganja u sustav odvodnje.

Prve su kanalizacijske cijevi u Sisku položene 1946., a do danas je izvedeno 77 km kanalizacijske mreže, od čega 22 km pripada glavnim kolektorskim pravcima. Kanalizacijom je danas pokriveno 75 posto uže površine grada, a tamo gdje je nema otpadne vode uglavnom završavaju u propusnim septičkim jamama. Najveći je dio kanalizacijskog sustava mješovitog tipa s više podsustava koji gravitiraju prema postojećim ispustima.

## 2 Kanalizacijski sustav grada Siska

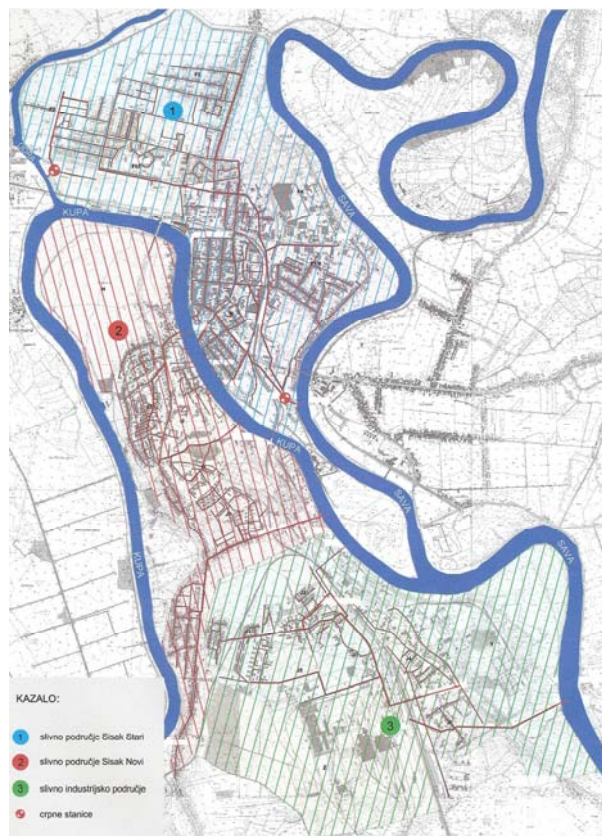
### 2.1 Stupanj izgrađenosti kanalizacijske mreže

Prema podacima za 2002., isporučena količina pitke vode potrošačima na području grada Siska iznosi prosječno 10.148 m<sup>3</sup>/dan, a u to nisu ubrojani neutvrđeni gubici u mreži, potrošnja komunalnog poduzeća, količine za požarne potrebe i sl. Procijenjeno je da neubrojene količine iznose 5110 m<sup>3</sup>/dan, što daje ukupnu količinu od 15.258 m<sup>3</sup>/dan pitke vode. Od ukupno registrirane količine isporučene pitke vode, 54 posto odnosi se na gospodarski sektor, a 46 posto iskorištava se u kućanstvima.

Prema tim se podacima sustavom javne kanalizacije odvodi ukupno 64 posto uporabljene vode, a 36 posto preko internih kanalizacija i septičkih jama. Sustavom javne kanalizacije na području grada Siska obuhvaćeno je približno 55 posto kućanstava, a za vodoopskrbu pitkom vodom, odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda odgovoran je *Sisački vodovod d.o.o.* *Sisački vodovod* inače postoji pedesetak godina, a pod tim imenom djeluje od 1955. godine. Osnivači i vlasnici sadašnjega trgovačkog društva su grad Sisak te općine Sunja i Martinska Ves.

Kanalizacijski se sustav grada Siska temelji na mješovitom sustavu odvodnje, a podijeljen je na tri podsustava (slika 1.):

1. slijevno područje Sisak Stari
2. slijevno područje Sisak Novi
3. slijevno industrijsko područje.



Slika 1. Kanalizacijski sustav grada Siska

Slijevno područje Sisak Stari obuhvaća sjeverni prostor grada između rijeka Save, Kupe i Odre s ispustima otpadnih voda u Savu i Odru. Na tom području živi 17.937 stanovnika, a mjesni su odbori *Zeleni brijeg*, *Galdovo Kaptolsko*, *22 lipanj* i *Vrbina*. Glavne su postojeće građevine crpne stanice CS *Odra* i CS *Galdovo* preko kojih se za visokih vodostaja ispuštaju otpadne vode. Pripadajući sljevovi nose nazive F1/I, F2, F3, F4 (sljevovi mjesnog

odbora *Zeleni brijeg*), F1/II (slijev mjesnog odbora *Galdovo Kaptolsko*) i G (slijev mjesnih odbora *22 lipanj* i *Vrbina*). Otpadne se vode sa slijeva F3 (gdje živi 1300 stanovnika) preko glavnog kolektora u Šiprakovoj ulici odvođe prema crpnoj stanici *Odra* i ispuštaju u rijeku Odru nadomak Odranskog mosta. Svi ostali sljevovi glavnim kolektorom G gravitiraju prema crpnoj stanici *Galdovo* preko koje se miješane komunalne i industrijske otpadne vode ispuštaju u rijeku Savu. Na CS *Odra* u rijeku se Odru ispuštaju otpadne vode u količini od 156 m<sup>3</sup>/dan, a preko CS *Galdovo* u rijeku Savu 3120 m<sup>3</sup>/dan.

Na području koje obuhvaćaju slijevna područja Sisak Novi i industrijsko područje živi ukupno 21.702 stanovnika. Slijevno područje Sisak Novi obuhvaća urbanizirani dio u meandru rijeke Kupe i manji zapadni industrijski dio u prostoru između Save i Kupe. Mjesni su odbori tog područja *Viktorovac* i *Eugen Kvaternik*, a pripadajući sljevovi imaju nazive H, I1, I2, I3 (sljevovi mjesnog odbora *Viktorovac*) i J1 (slijev mjesnog odbora *Eugen Kvaternik*). Svi ti sljevovi preko 6 ispusta otpadne vode izljevaju u rijeku Kupu. Najzapadniji je isput Novo Pračno koji se nalazi sjeveroistočno od naselja Mošćenica, a to je ujedno i uzvodno najudaljeniji isput kanalizacije grada Siska koji u Kupu otpadne vode ispušta znatno prije ispusta pokraj Odranskog mosta. Najviše se ispusta u Kupu nalazi između Staroga zidanog mosta i Željezničkog mosta, a to su ispusti u Žitnoj, Mažuranićevoj i Pedišićevoj ulici te Viktorovac, dok se isput u Školskoj ulici nalazi jugoistočno i nizvodno. Na tim se ispustima u Kupu ispušta ukupno 1106 m<sup>3</sup>/dan komunalnih i 2636 m<sup>3</sup>/dan industrijskih otpadnih voda.

Slijevno industrijsko područje obuhvaćaju industrijske i komunalne otpadne vode koje se izljevaju u rijeku Savu. Ti sljevovi nose nazive J2, J3, J4, J5 (sljevovi mjesnog odbora *Caprag*), Ž (slijev *Željezare*) i Y (slijev *Ina-Rafinerija nafte*). Jedini isput, zvan *Željezara*, nalazi se nešto južnije od *Termoelektrane Sisak*. U Savu se na ispustu *Željezara* ispušta 1739 m<sup>3</sup>/dan industrijskih i 968 m<sup>3</sup>/dan komunalnih otpadnih voda. Inače se sve otpadne vode industrijskih postrojenja prije ispuštanja u recipijente prethodno pročišćavaju, a to se obavlja na uređajima i separatorima ulja kod *Ina-Rafinerija nafte*, uređaju za neutralizaciju i detoksikaciju i separatorima ulja kod otpadnih voda *Termoelektrane* i prethodnom pročišćavanju otpadnih voda *Željezare Sisak* [1].

Valja također istaknuti da između područja koje obuhvaćaju sljevovi Sisak Stari i Sisak Novi ima cijeli niz manjih i pojedinačnih izravnih ispusta u rijeku Kupu.

## 2.2 Projektna dokumentacija za spajanje kanalizacijskog sustava

Projekt kojim se prvi put pokušalo spojiti kanalizaciju cijelog Siska i prigradskih naselja u jedinstvenu cjelinu bio je idejno rješenje [2] iz 1981. koje je izradio *Hidro-*

*projekt* iz Zagreba. Tu su zacrtane osnovne postavke cjelovitoga kanalizacijskog sustava sa slijevnim površinama i uređajem za pročišćavanje otpadnih voda. Međutim, izmjenama Generalnoga urbanističkog plana iz 1992. znatno je promijenjena namjena površina i gustoća stanovnika na području Siska. Također je zbog rata došlo do smanjivanja industrijskih kapaciteta, pa su to bile pretpostavke za novelaciju projektnog rješenja iz 1981. Novelacijom je smanjen predviđeni kapacitet uređaja za pročišćavanje otpadnih voda i ukinut je sifonski prijelaz preko Kupe na području Pogorelca. Time je ujedno skraćen predviđeni glavni odvodni kolektor, a odvodnja otpadnih voda prigradskih naselja riješena je razdjelnim sustavom odvodnje.

U *Novelaciji idejnog rješenja odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda grada Siska* [3] projektirani su glavni odvodni kolektori s pripadajućim sadržajima (retencijski bazeni i crpne stanice) kojima se otpadne vode Siska i okolnih prigradskih naselja odvođe prema planiranoj lokaciji uređaja za pročišćavanje na području Čret-Crnac. *Novelacija* stoga predstavlja tehnološku podlogu cjelovitoga sustava odvodnje grada Siska i pročišćavanja otpadnih voda grada Siska.

Ukupno su razmatrane tri varijante, a prihvaćena je ona kojom je obuhvaćena slijevna površina od približno 2900 ha. Usvojen je razdjelni sustav odvodnje za naselja Odra, Selo, Stupno, Žabno, Hrastelnica, Budaševo, Topolovac i Galdovo, a mješoviti za dijelove grada – Sisak Stari i Sisak Novi. Hidrauličkim su proračunom određene količine otpadnih voda u sušnom razdoblju od 659 l/s kada je predviđeni oborinski protok 1318 l/s. Konceptijom razrađenom u spomenutoj *Novelaciji* predviđena su tri glavna odvodna kolektora koji se nastavljaju na retencijske bazene s taložnicama. Glavnim se odvodnim kolektorima 1 i 3 sve otpadne vode u sušnom razdoblju s desne obale Kupe (Sisak Novi i industrijska zona južno od grada) odvođe prema uređaju, a glavnim se odvodnim kolektorom 2 otpadne vode područja Sisak Stari prebacuju s lijeve na desnu obalu Kupe i spajaju na glavni odvodni kolektor 3.

Također su analizirane varijante rješenja za moguće smještaj i kapacitet uređaja za pročišćavanje, pa je ukupno organsko opterećenje uređaja (stanovništvo i industrija) procijenjeno na 90.000 ES (ekvivalentnih stanovnika). Lokacija je budućega uređaja određena nizvodno uz desnu obalu rijeke Save, 350 m prije mosta u Crncu. Za takvo su rješenje izdani vodopravni uvjeti od *Hrvatskih voda* i određene smjernice za daljnju razradu usvojenoga varijantnog rješenja u glavnim i izvedbenim projektima.

## 2.3 Planirane faze za dovršetak kanalizacijskog sustava

Za unapređenje i bolje funkcioniranje kanalizacijskog sustava grada Siska izrađen je program gradnje kanali-

zacijske mreže radi spajanja svih slijevni područja i odvođenja otpadnih voda prema uređaju za pročišćavanje na lokaciji Čret-Crnac. Za to je određeno 6 faza izgradnje pojedinih dijelova kanalizacijskog sustava:

- 1. faza predviđala je gradnju glavnoga odvodnog kolektora 1 i dio glavnoga odvodnog kolektora 3 do ispusta u Školskoj ulici s pripadajućim sadržajima (retencijski bazeni i crpna stanica) te gradnju crpno-ga retencijskog kolektora *Kolodvor* na području Zelenog brijega
- 2. faza predviđala je gradnju retencijskih bazena i rasteretnih kolektora u Odranskoj ulici i na Zelenom brijegu te gradnju tlačnih kolektora i retencijskog bazena uz postojeću crpnu stanicu *Odra*
- 3. faza predviđa gradnju nastavka glavnoga odvodnog kolektora 3 s pripadajućim sadržajima (retencijski bazeni i crpne stanice) na potezu od ispusta u Školskoj ulici do uređaja za pročišćavanje
- 4. faza predviđa gradnju crpne stanice i tlačnog dijela glavnoga odvodnog kolektora 2 i njihov spoj na glavni odvodni kolektor 3 u zoni željezničkog mosta i gradnju razdjelnog sustava odvodnje područja *Galdovo* i okolnih naselja
- 5. faza predviđa gradnju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na lokaciji Čret-Crnac
- 6. faza predviđa gradnju glavnog kolektora naselja *Željezara*.

U ovom će radu biti detaljno opisana 1. faza izgradnje kanalizacijskog sustava koja obuhvaća područje zapadnog dijela grada Siska.

Valja reći da su u posljednjih nekoliko godina (osobito tijekom 2006. i 2007.) u odvodnju uložena znatna financijska sredstva, pa je utrošeno 50 milijuna kuna u gradnju kanalizacijske mreže u Hrastelnicu te u sanaciju dotrajale kanalizacijske mreže u Sisku. Renovirani su propusni kolektori iz kojih su se procjeđivale otpadne vode u okolni teren i tako zagađivale podzemne vode. Također se pregovara s Europskom bankom za obnovu i razvoj za dobivanje nepovratnih sredstava za gradnju kanalizacijske mreže i uređaja za pročišćavanje. Projekt je već načelno odobren i postoji mogućnost dobivanja nepovratne svote od 30 milijuna kuna.

### 3 Gradnja kanalizacijskog sustava (1. faza)

#### 3.1 Karakteristike 1. faze izgradnje

Nakon usvojene koncepcije odvodnje [3], *Sisački vodovod* d.o.o. naručio je izradu glavnoga i izvedbenog projekta *Transportni kolektor 1- Lađarska i dio transportnog kolektora 3 s pripadajućim objektima* [4] kojim je

obuhvaćeno područje između rijeke Kupe i prostor od Pogorelca na sjeveru do Školske ulice na jugu. Projektom su analizirani i razrađeni sljevovi s nazivima H, I i J za koje je predviđen mješoviti sustav odvodnje. To je ujedno 1. faza spajanja sljevni područja zapadnog dijela grada Siska i ukidanje postojećih ispusta u rijeku Kupu.

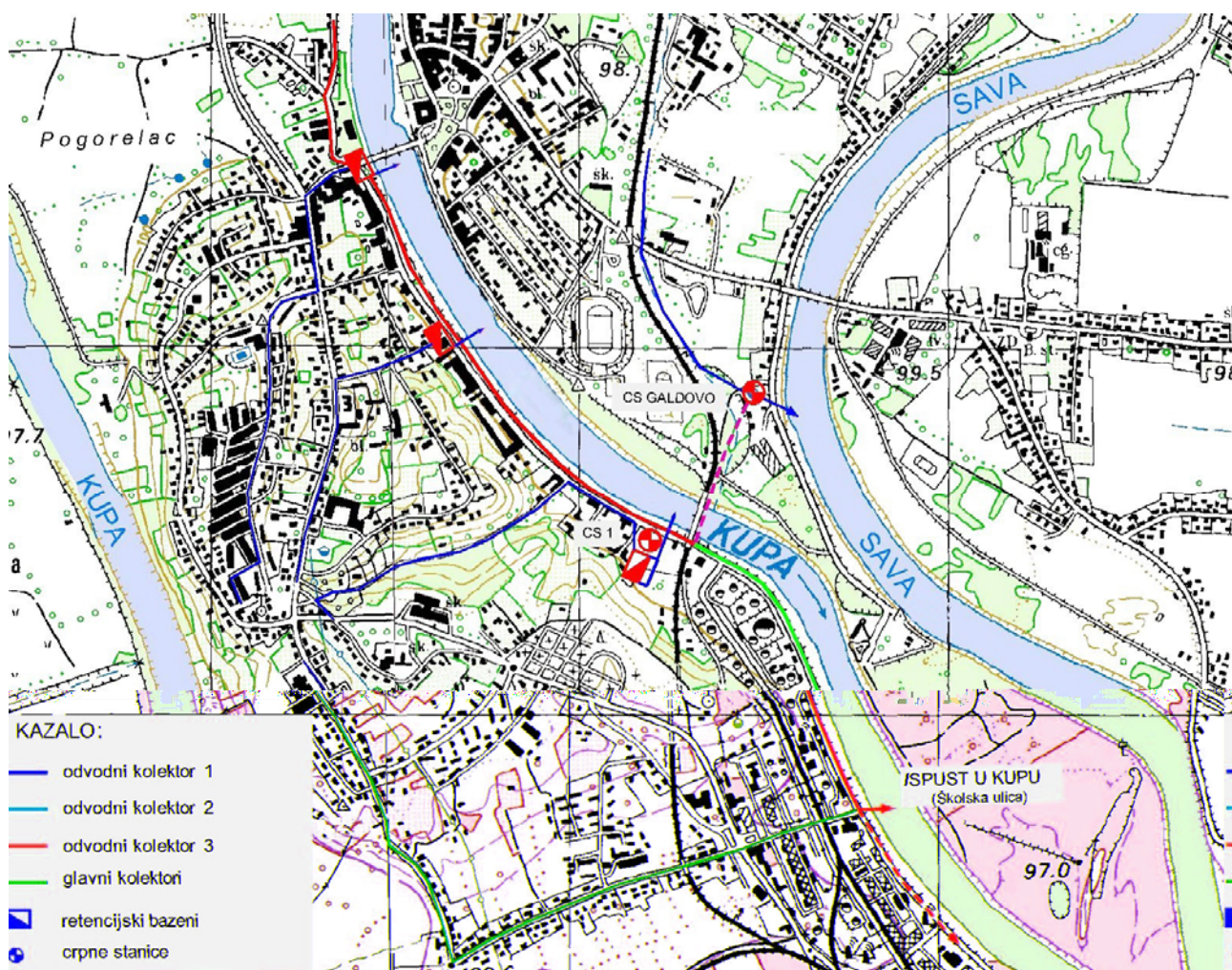
Izgradnja kanalizacijskog sustava zapadnog dijela grada Siska započela je 2005., a završena početkom 2006. Radove je izvodio *Sisački vodovod*. U tom su razdoblju izvedeni dijelovi glavnih odvodnih kolektora 1 i 3, retencijski bazeni kod Staroga zidanog mosta na početku Pedišičeve ulice i bazen u blizini Željezničkog mosta uz koji je izgrađena i crpna stanica. Također je uređena i privremena ispusna građevina (ispust u Kupu) odvodnog kolektora 3 u Školskoj ulici.

Problem odvodnje tih sljevova riješen je gradnjom glavnih odvodnih kolektora 1 i 3 s pripadajućim sadržajima (retencijski bazeni i crpna stanica), čime su sanirani svi postojeći ispusti u rijeku Kupu između Staroga zidanog mosta i Željezničkog mosta, a otpadne su vode privremeno odvedene nizvodno prema postojećem ispustu u Školskoj ulici. Svi su ostali ispusti ukinuti gradnjom retencijskih bazena i sekundarnih kolektora u koridoru Lađarske ulice pa je time spriječeno daljnje zagađivanje rijeke Kupe. Retencijski su bazeni izvedeni na završnim točkama postojećih glavnih kolektora i oni sada prihvaćaju otpadne vode sljevova H i I.

Dio glavnoga odvodnog kolektora 3, položenog uz obalu Kupe kao nastavak glavnoga odvodnog kolektora 1, prolazi područjem *Rafinerije* i treba prihvatiti sve otpadne vode u sušnom razdoblju iz vlastitoga sljeva, a u buđnosti i glavnoga odvodnog kolektora 2. Glavnim odvodnim kolektorom 2, za koji još nije izrađen izvedbeni projekt, namjeravaju se odvesti otpadne vode u sušnom razdoblju sa sljevnog područja Sisak Stari (mješovit sustav odvodnje) i naselja Odra, Sela, Stupno i Žabno (razdjelni sustav odvodnje) na desnu obalu Kupe. Za sada su sve te otpadne vode spojene na postojeću crpnu stanicu CS *Galdovo* i u rijeku se Savu ispuštaju bez pročišćavanja. U projektu [3] je, naime, predviđena crpna stanica i tlačni cjevovod kao dio glavnoga odvodnog kolektora 2 kojim bi se otpadne vode s tog područja prebacivale u glavni odvodni kolektor 3 i potom odvodile prema planiranoj lokaciji uređaja za pročišćavanje Čret-Crnac.

S obzirom da su se sve otpadne vode zapadnog dijela Siska ispuštale u rijeku Kupu u užem gradskom području namijenjenom stanovanju i rekreaciji, bilo je nužno projektirati i izgraditi glavne odvodne kolektore kako bi se komunalne otpadne vode, s dijelom najzagađenijih oborinskih voda, odvodile nizvodno prema industrijskoj zoni, a poslije i prema uređaju za pročišćavanje.





Slika 2. Pregledna situacija kanalizacijskog sustava zapadnog dijela grada Siska (Sisak Novi)

Projektom su obuhvaćeni sljevovi s nazivima H, I1, I2, I3 i J1 i njihovi glavni kolektori, glavni odvodni kolektori, sekundarni kolektori, retencijski bazeni i crpna stanica (slika 2.).

Veličine slijevnog područja koje su poslužile za dimenzioniranje građevina za rasterećenje oborinskih voda i broj stanovnika kojim je određen protok u sušnom razdoblju za dimenzioniranje glavnih odvodnih kolektora 1 i 3 prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Veličina slijevnih područja s pripadajućim brojem stanovnika

Slijev	Glavni kolektor	Broj stanov.	Veličina slijeva (ha)
H	-	2405	56,0
I1	kolektor Žitna ul.	2600	60,5
I2	kolektor Bolnica	1100	32,8
I3	kolektor Viktorovac	1615	35,4
J1	kolektor Školska ul.	8580	148,2

### 3.2 Glavni odvodni kolektori

Oborinski je protok u kanalizaciji utvrđen racionalnom metodom koja ovisi o veličini slijeva, koeficijentu otjecanja i mjerodavnom intenzitetu oborina prema općoj formuli:

$$Q = i \cdot \Psi \cdot F$$

gdje je:

Q - protok (l/s)

i - mjerodavni intenzitet oborina (l/s/ha)

Ψ - vršni koeficijent otjecanja

F - veličina slijeva (ha)

Pod mjerodavnim intenzitetom oborina ( $i = \text{l/s/ha}$ ) u racionalnoj metodi podrazumijevamo kišni intenzitet određenoga povratnog perioda ( $P_{\text{god.}}$ ) trajanja jednakog vremenu koncentracije slijeva u obrađenom profilu kanalske mreže.

Mjerodavni je intenzitet oborina u konkretnom slučaju određen na osnovi odnosa intenzitet-trajanje-ponavlja-

nje, a trajanje mjerodavnih oborina usvojeno je s 15 minuta za povratno razdoblje od jedne godine ( $P = 1$  godina). Vrijeme koncentracije slijeva usvojeno je s 15 min, a pogonski koeficijent hrapavosti cjevovoda usvojena je kao 1,5 mm [5]. Učvršćene su površine na pojedinim lokacijama iznosile od 30-60 posto pa su na temelju toga određeni vršni koeficijenti otjecanja u svakom slijevu.

Na osnovi provedenoga hidrauličkog proračuna utvrđene su količine oborinskih voda i volumeni retencijskih bazena, kao i potrebni profili ( $\varnothing$ ), uzdužni padovi ( $I$ ), duljine ( $L$ ) i mjerodavni protok ( $Q_{mj}$ ) pojedinih dionica glavnih odvodnih kolektora, a ti su podaci prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Dimenzije glavnih odvodnih kolektora 1 i 3

Glavni odvodni kolektor 1	Duljina	Profil	Uzdužni pad	Mjerodavni protok
Dotok s uzvodnog slijeva H na retencijski bazen u Žitnoj ulici	L = 366 m	$\varnothing$ 400 mm	I = 2 ‰	$Q_{mj} = 39$ l/s
Retencijski bazen u Žitnoj ulici - retencijski u Pedišičevoj ulici	L = 539 m	$\varnothing$ 400 mm	I = 2 ‰	$Q_{mj} = 87$ l/s
Retencijski bazen u Pedišičevoj ulici - retencijski blizu Željezničkog mosta	L = 835m	$\varnothing$ 500 mm	I = 1,8 ‰	$Q_{mj} = 138$ l/s
Dotok iz CS <i>Galdovo</i> s glavnoga odvodnog kolektora 2	-	-	-	$Q_{mj} = 450$ l/s
<b>Glavni odvodni kolektor 3</b>				
Željeznički most – ispust u Kupu u Školskoj ulici	L = 895 m	$\varnothing$ 900 mm	I = 1,2 ‰	$Q_{mj} = 588$ l/s

Za proračun hidrauličkog dotoka u glavne odvodne kolektore i određivanje komunalnih otpadnih voda uporabljen je specifični dotok prema ekvivalentnom stanovniku u iznosu  $Q_n = 0,005$  l/s/ES, a strane su vode predviđene kao 0,15 l/s/ha slijevne površine prema ATV smjernici A-118 (*Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen*) iz 1999. Ukupna duljina glavnoga odvodnog kolektora 1 iznosi 1740 m, a glavnoga odvodnog kolektora 3 ukupno 895 m [4], [6], [7].

### 3.3 Kolektori slijevnih područja i sekundarni kolektori

Svi su glavni kolektori pojedinih slijevnih područja prije izgrađeni dijelovi gravitacijske kanalizacijske mreže područja Sisak Novi. To su kolektori u Žitnoj ulici te kolektori Bolnica i Viktorovac koji završavaju ispustom u Kupu između Staroga zidanog mosta i Željezničkog mosta. Glavni kolektor u Žitnoj ulici prolazi najprije ulicama A. Cesarca, I. Gundulića i J. J. Strossmayera, a odvodi otpadne vode sjeverozapadnog područja Sisak Novi. Otpadne su se vode iz tog kolektora ispuštale u Kupu pokraj Staroga zidanog mosta.

Glavni kolektor Bolnica prolazi ulicama J. J. Strossmayera i dr. Ive Pedišića, a prihvaća otpadne vode iz Bolnice i područja između ulica J. J. Strossmayera i A. Cesarca te dio slijeva južno od Bolnice. U tom su slijevnom području individualne i kolektivne stambene zgrade te manji broj trgovinskih, ugostiteljskih i zanatskih radnji.

Glavni kolektor Viktorovac strmo se spušta perivojem Viktorovac prema Lađarskoj ulici, a preuzima otpadne vode širega područja ulica Hrvatskih domobrana, A. Kovačića, J. Kaštelana i dr.

Na završnim su točkama glavnih kolektora, gdje su ispuštane otpadne vode iz mješovite kanalizacije u rijeku

Kupu, kao zaštita recipienta izvedeni kišni retencijski bazeni čija je svrha prihvaćanje najzagađenijih oborinskih voda iz tih slijevova u kišnom razdoblju. Da bi takav sustav mogao funkcionirati trebalo je prethodno sve otpadne vode iz lokalnih ispusta prikupiti novim sekundarnim kolektorima i odvesti prema retencijskim bazenima. Time su glavni odvodni kolektori stavljeni u funkciju transporta komunalnih otpadnih

voda u sušnom razdoblju, dok se rasterećenje oborina u kišnom razdoblju obavlja preko preljeva retencijskih bazena i bazenskih ispusta za preljevne vode (slika 2.).



Slika 3. Sekundarni kolektor u Lađarskoj ulici

Ukupno su paralelno s trasom glavnoga odvodnog kolektora 1 izvedena četiri sekundarna kolektora u koridoru Lađarske ulice. To su zapravo paralelni kolektori u



koridoru Lađarske ulice čija je funkcija bila prekidanje ilegalnih pojedinačnih ispusta koji su svoje otpadne vode izravno ispuštali u Kupu i usmjeravanje tih otpadnih voda prema retencijskim bazenima. Nije se, naime, smjelo ništa izravno priključivati na glavne odvodne kolektore, a sekundarni su kolektori ujedno prikupljali i oborinske vode s površina uz Lađarsku ulicu. Ti su kolektori izvedeni od poliesterskih cijevi, a promjeri su iznosili  $\varnothing$  400 mm za duljine od 474 m,  $\varnothing$  500 mm za duljine od 201 m,  $\varnothing$  600 mm za duljine od 356 m i  $\varnothing$  900 mm za duljine od 359 m. Prosječna je dubina ukopavanja bila približno 3 m (slika 3.).

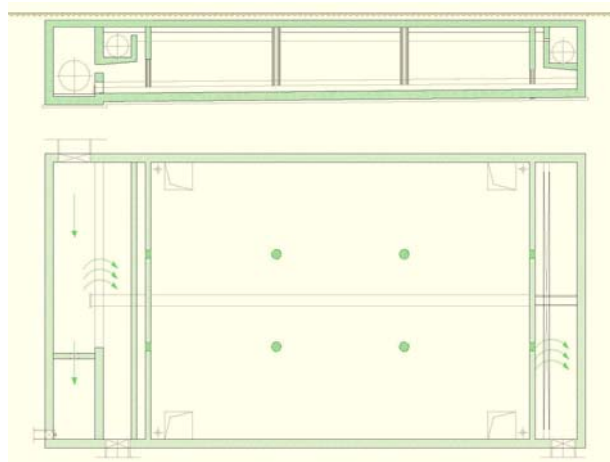
### 3.4 Osnovne građevine na glavnim odvodnim kolektorima

#### 3.4.1 Retencijski bazeni

Retencijski bazeni su glavne građevine na kanalizacijskoj mreži za prihvat onečišćenih oborinskih voda, taloženje i ispuštanje izbistrenih voda u rijeku Kupu. Dimenzioniranje je kišnih retencijskih bazena provedeno prema njemačkim smjernicama ATV A-128 za dimenzioniranje rasteretnih građevina.

Bazeni su projektirani tako da se sve oborinske vode većeg intenziteta od 10 l/s/h prelijevaju preko bazenskog preljeva i preljeva taložnice u rijeku Kupu.

Početnim se kišnim valom uvijek dovodi najveće zagađenje, a ono nastaje ispiranjem onečišćenja s prometnih i drugih površina. To se zagađenje prihvaća u kanalizacijski sustav i odvodi glavnim kolektorima prema retencijskim bazenima pa se zagađene plivajuće čestice u otpadnoj vodi zadržavaju u retencijskim bazenima. U retencijskom se bazenu takvo zagađenje mora istaložiti, a preko preljeva taložnice izbistrena se voda ispušta u recipijent. Da bi se osiguralo kvalitetno taloženje čestica u bazenu potrebno je postići horizontalnu brzinu tečenja otpadne vode kroz bazen od 0,05 m/h (slike 4. i 5.).



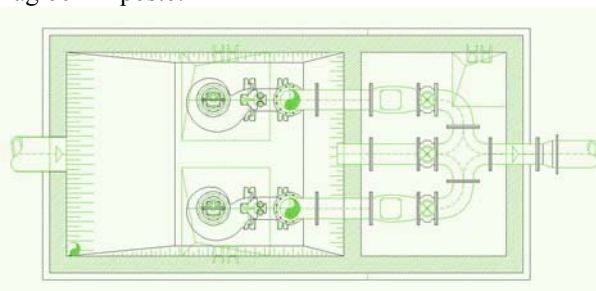
Slika 4. Uzdužni presjek i tlocrt retencijskog bazena



Slika 5. Betonski radovi na retencijskom bazenu u Pedišičevoj ulici

Istodobno se u glavni odvodni kolektor nizvodno kontrolirano ispušta samo dvostruki, a kad se radi o novim kolektorima trostruki sušni protok koji na kraju dolazi na uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Stoga se na bazen ugrađuje prigušnica preko koje se kontrolira istjecanje otpadnih voda iz retencijskog bazena u glavni odvodni kolektor. U projektu je usvojeno dimenzioniranje na trostruki sušni protok ( $Q_s$ ) s obzirom da se radi o novim glavnim odvodnim kolektorima.

Retencijski je bazen Žitne ulice obujma  $V=300 \text{ m}^3$ , a tlocrtne su dimenzije bazena 17 x 10 m s prosječnom dubinom 1,8 m. Proračunati kritični protok kod kojeg se aktivira bazenski preljev iznosi  $Q_{\text{krit}}=182 \text{ l/s}$ , a u bazenu se prikupljaju oborinske vode iz slijeva I1 u iznosu  $Q_m=1562 \text{ l/s}$ . Bazeni su izvedeni kao armiranobetonske komore s poprečnim nagibima od 5 posto i uzdužnim nagibom 1 posto.



Slika 6. Tlocrt crpne stanice CSI

Retencijski su bazeni u Pedišičevoj ulici i pokraj Željezničkog mosta dimenzionirani s istim kapacitetima, s obzirom na približno jednake slijevne površine koje prema njima gravitiraju (slika 6.). Korisni je obujam bazena  $V=200 \text{ m}^3$ , a tlocrtne su dimenzije 15 x 7 m s prosječnom dubinom 1,9 m. Kritični protok na bazenima iznosi  $Q_{\text{krit}}=104 \text{ l/s}$ , a mješoviti dotok iz pojedinog slijeva je  $Q_m=916 \text{ l/s}$ .

Pri projektiranju retencijskih bazena vodilo se računa o vodnim razinama rijeke Kupe (dvogodišnje velike vode

rijeke Kupe s izmjerenim vodostajem od 98,27 m) pa su u skladu s tim preljevni pragovi na retencijskim bazenima trebali osigurati gravitacijsko istjecanje preljevnih voda i tako izbjegnuti ugradnju skupih crpnih postrojenja za prebacivanje oborinskih voda. Prema količini preljevnih voda oblikovane su ispusne građevine i obaloutvrda Kupe.

### 3.4.2 Crpna stanica

Crpna je stanica CS 1 izvedena u neposrednoj blizini retencijskog bazena uz Željeznički most radi izbjegavanja predebokog ukopavanja glavnoga odvodnog kolektora 3 te smanjivanja cijene zemljanih radova (slike 6. i 7.).



Slika 7. Završni radovi na crpnoj stanici CS1

Dodatni je razlog za gradnju crpne stanice bilo spajanje nivelete kolektora 3 na zadanu kotu postojećega ispusta u Školskoj ulici. Crpna je stanica dimenzionirana za najveći sušni protok s uzvodnih sljevova od 138 l/s, a odabrane su crpke s kapacitetom od 165 l/s. Predviđene su dva

je crpke, jedna rezervna i jedna radna, a trebaju se naizmjerno uključivati kako bi se ravnomjernije trošile.

Retencijski je volumen crpne stanice dimenzioniran na ukupni kapacitet od 13,5 m<sup>3</sup>, a manometarska visina dizanja pojedine crpke procijenjena je na 6,40 m. Korisna tlocrtna ploština crpne stanice jest 12,3 m<sup>2</sup>. Tlačni je vod od crpne stanice do početnog okna na glavnome odvodnom kolektoru 3 promjera (Ø) 400 mm u duljini 59 m [4], [6], [7].

## 4 Zaključak

Izgradnjom glavnih odvodnih kolektora 1 i 3 smanjeno je zagađivanje Kupe jer se zatvaranjem pet ispusta postiglo nešto kvalitetnije odvođenje otpadnih i oborinskih voda u užem gradskom središtu. Tim je radovima omogućeno da se ubuduće sve otpadne vode slijevog područja Sisak Stari, koje se danas ispuštaju preko crpne stanice Galdovo u Savu, za visokoga vodostaja prebacuju u glavne odvodne kolektore 1 i 3 i odvođe južno od središta grada. Stoga je iznimno važno dovršiti kanalizacijski sustav grada Siska na lijevoj obali Kupe i tako riješiti odvođenje otpadnih voda na predviđeni uređaj za pročišćavanje. Također se radovima na završnim dijelovima kanalizacije zapadnoga dijela Siska postiglo kvalitetnije uređivanje obaloutvrde na Kupi i tu više nisu potrebni veći zahvati osim redovitoga održavanja i obaloutvrde i ispusnih građevina iz retencijskih bazena.

Budući će uređaj omogućiti mehaničko-biološko pročišćavanje komunalnih otpadnih voda i otpadnih voda industrijskih postrojenja. To će ujedno biti i završna faza gradnje jedinstvenoga kanalizacijskog sustava i rješavanje svih problema s otpadnim vodama u gradu Sisku.

## IZVORI

- [1] Program izgradnje sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda grada Siska, Hidroelektra-projekt d.o.o., Zagreb, 2004.
- [2] Idejno rješenje sustava odvodnje Siska, Hidroprojekt, Zagreb, 1981.
- [3] Novelacija idejnog rješenja odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda grada Siska, Aqua consult d.o.o. Zagreb, 1996.
- [4] Transportni kolektor 1 – Ladarska i dio transportnog kolektora 3 s pripadajućim objektima, glavni i izvedbeni projekt, Aquacon d.o.o., Zagreb, 2002./2005.
- [5] Vuković, Ž.: *Osnove hidrotehnike*, Akvamarine, Zagreb, 1996.
- [6] Margeta, J.: *Kanalizacija naselja*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 1998.
- [7] Hosang, W.; Bischof, W.: *Abwassertechnik*, B. G. Teubner Verlag, Stuttgart-Leipzig, 1998.