Regionalni komunalni sistemi

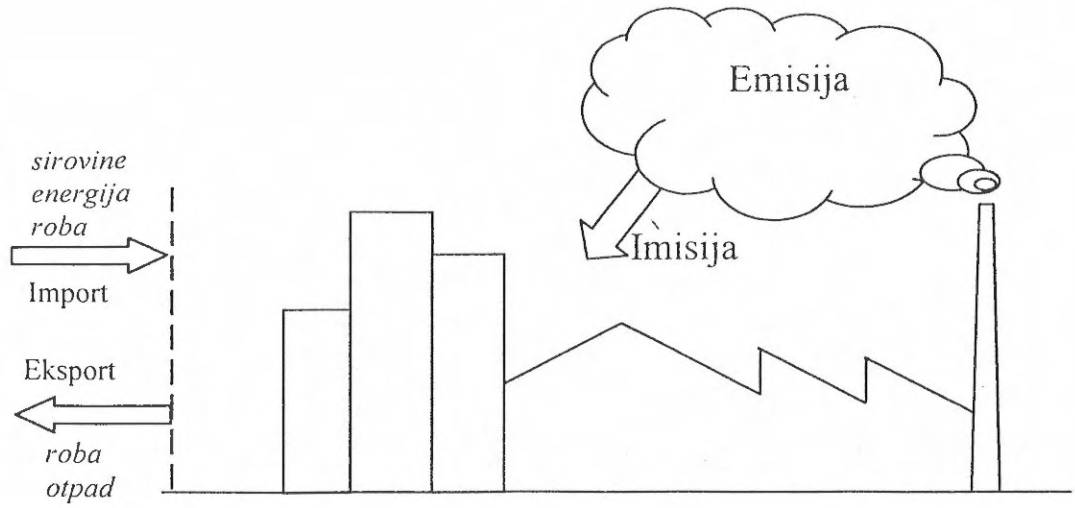
1 UVOD

Danas u svijetu u urbanim sredinama živi i djeluje preko 50 % stanovništva. U našoj državi to je manje izraženo, ali svakim danom poprima sve značajnije razmjere. Paralelno s tim raste i potreba za **gradskom tehničkom ili komunalnom infrastrukturom**, u kojoj dominantnu ulogu imaju, radi sanitarno-higijenskih razloga, **objekti za snabdijevanje vodom, evakuaciju i tretman tečnog i čvrstog otpada, odnosno objekti tzv. sanitarnog inženjerstva.**

Urbani vodovodni sistemi, urbani kanalizacioni sistemi i sistemi za upravljanje čvrstim otpadom međusobno su usko povezani radi održavanja **urbane higijene**.

Sanitarno inženjerstvo ima veoma važnu ulogu i u zaštiti čovjekove okoline, pogotovo što gradska područja čine specifičan ekosistem, koji ima svoju lokaciju i svoj areal [23].

Zbog življenja i djelovanja čovjeka u gradskom ekosistemu, često se govori da se, ustvari, radi o specifičnom, tzv. modificiranom ekosistemu, budući da je grad veliki potrošač različitih sirovina, energije, vode itd., ali i proizvođač, odnosno producent roba, informacija i sl., u okviru čega i tečnog i čvrstog otpada (sl. 1.1.).



Slika 1.1. *Uprošteni model gradskog ekosistema*

Na bazi ulaza i prerade različitih roba može se za jedan grad postaviti bilansna jednačina produkcije otpada općeg oblika:

$$\sum_i Input_i = \sum_j Output_j + \Delta Otpada \qquad (1.1.)$$

u kojoj je Δotpada promjenljiva vrijednost unutar procesa gradskog življenja i djelovanja, gdje pozitivan znak Δ vrijednosti znači povećanje količine otpada, a negativan znak njegovo smanjenje, za čim, ustvari, treba težiti, što se postiže kompleksnim upravljanjem čvrstim otpadom.

Upravljanje čvrstim otpadom nezamislivo je bez korištenja vode, što dalje utiče na formiranje zagađenih voda. Na taj način voda i njena cirkulacija u urbanom ekosistemu značajno je pod uticajem čovjeka. U prosjeku, u odnosu na okolinu, u gradu bude više padavina, manja je infiltracija, a time i manje rezerve podzemnih voda, brže je oticanje, ali i pogoršan kvalitet voda zbog uticaja tečnog i čvrstog otpada.

Radi snabdijevanja čistom vodom, zaštite grada od zagađenih voda, održavanja čistoće i upravljanja čvrstim otpadom organizuju se posebne službe, odnosno firme, koje vode stalnu brigu o kvalitetu okoline i prema zakonskim propisima obavljaju i druge poslove vezane za sanitarno inženjerstvo. Na taj način se, pored direktne koristi za čovjeka i njegovu okolinu, vrši poboljšanje uslova ljudske nadgradnje, uključujući i poboljšanje kulturne, socijalne, privredne i ostale infrastrukture.

1.1. Zadaci sanitarnog inženjerstva

Uspješno održavanje zdravstveno-higijenskih uslova na području naselja, kao i u objektima gdje čovjek živi i radi, te na javnim površinama, nemoguće je bez adekvatnog vodosnabdijevanja, kanalizacije i čišćenja, sakupljanja i tretmana čvrstog otpada, drugim riječima bez objekata sanitarnog inženjerstva kao dijela komunalne infrastrukture.

Uredna vodosnabdjevenost, pored nezamjenljivog značaja sa aspekta fizioloških potreba čovjeka, omogućava da se putem kanalizacije odstrane tečni otpaci van stana, odnosno naselja, a omogućava i kvalitetno održavanje čistoće vezane za odstranjivanje čvrstih otpadaka.

Zdrave i čiste vode sve je manje, uglavnom zbog kontinuiranog zagađivanja, ali i sve veće potražnje i potrošnje usljed povećanja broja stanovnika, kapaciteta industrije, poljoprivrede, energetike i dr.

Zadatak obezbjeđenja čiste vode zbog toga postaje sve kompleksniji, pogotovo za urbana područja, gdje se paralelno formira i najveća količina zagađenih voda, koje se moraju adekvatno sakupiti, transportovati i bezbjedno disponirati do raspoloživog recipijenta, najčešće nekog vodotoka ili jezerskog, odnosno morskog akvatorija.

Urbanu sredinu treba kontinuirano čistiti, sakupljati nastali čvrsti otpad, transportovati ga do mjesta prerade, odnosno dispozicije, i neutralisati njegovo štetno dejstvo.

Obezbjeđenje vode za jedno naselje (komunu) ostvaruje se putem savremenog **vodovodnog sistema – vodovoda.**

Sakupljanje i odvođenje upotrijebljenih, zagađenih i otpadnih voda i voda od atmosferskih padavina nekog naselja i prečišćavanje prije nego se one ispuste u odvodnik, ostvaruje se savremenim **kanalizacionim sistemom – kanalizacijom.**

Rješavanje problema čvrstog otpada na području naselja, uključujući i njegovo čišćenje, vrši se putem **sistema urbane higijene.**

Danas je tendencija da se vodovodna i kanalizaciona problematika rješava putem jedinstvenih privatnih ili državnih (javnih) firmi, a, isto tako, posebne firme brinu o održavanju urbane higijene, odnosno o upravljanju čvrstim otpadom.

Važno je, također, istaći da se radi uspješnijeg planiranja, projektovanja, izgradnje i održavanja objekata sanitarnog inženjerstva, sve više prakticira rješavanje ovih zadataka na **regionalnoj osnovi**, gdje se udružuje veći broj naselja. Time se posebno uspješnije rješava problem obezbjeđenja finansijskih sredstava za realizaciju skupih infrastrukturnih objekata kao što

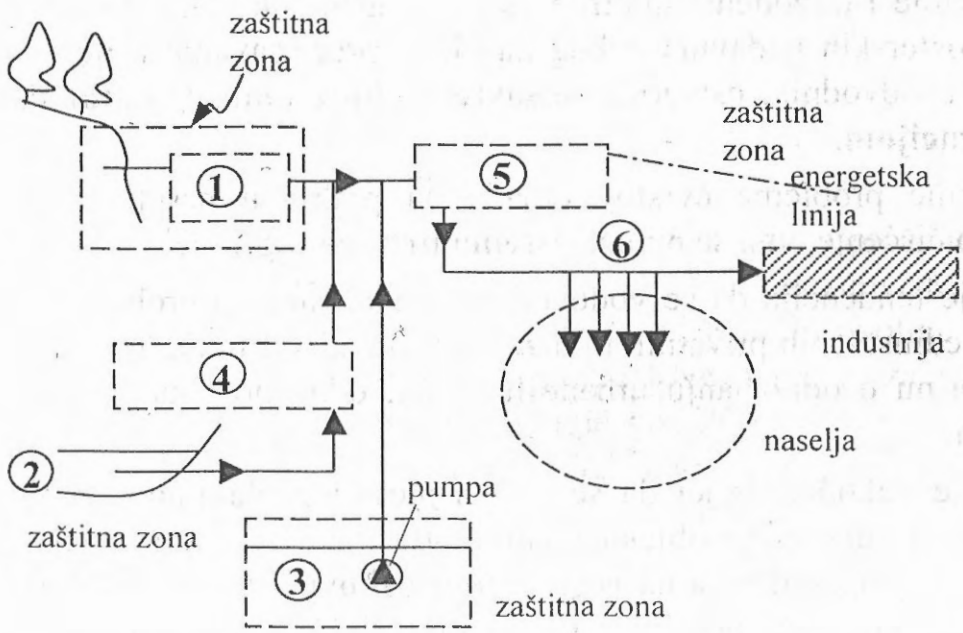
su vodovodni, kanalizacioni i sistemi upravljanja otpadom. Na taj način se bolje koriste i raspoloživi vodni resursi, kvalitetnije vrši njihova zaštita, ali i zaštita okoline uopće, racionalnije ostvaruje održivi razvoj i bolje koriste ljudski i materijalni potencijali itd.

Treba naglasiti da se objekti vodovoda, kanalizacije i urbane higijene, kao infrastrukturni objekti, u principu moraju zbog svoje skupoće i kompleksnosti graditi za zadovoljenje potreba od najmanje 15, 20 pa i 30 godina, što zahtijeva velika početna ulaganja koja se amortizuju tek poslije dužeg planskog perioda. Zbog toga se, u pravilu, najčešće zajednički rješavaju problemi sanitarnog inženjerstva, jer se lakše obezbjeđuju kreditna srestva uz povoljne kamatne stope, a ujedno omogućava širenje i daljnji razvoj urbanog područja, uz optimalne higijensko-tehničke uslove, koji se postižu blagovremenim opremanjem građevinskog zemljišta potrebnom infrastrukturom.

Na kraju, kvalitetnim objektima sanitarnog inženjerstva formiraju se normalni uslovi za život i rad stanovništva, povećava zdravstvena zaštita, postižu lični i kolektivni komfor, što sve zajedno omogućava prosperitet značajan za socijalni i društveni razvoj ukupne zajednice.

1.2. Vodosnabdijevanje

Svaki moderni vodovodni sistem sa kojeg se snabdijevaju stanovnici naselja, kao i drugi potrošači vodom za piće, sastoji se od više **funkcionalnih elemenata** (sl.1.2.):



Slika 1.2. Šematski prikaz urbanog vodovoda

- 1,2,3 - izvorišta vode sa vodozahvatom (1-prirodni izvori, 2-površinske vode, 3- podzemne vode),
- 4 - postrojenja za pripremu vode (kondicioniranje),
- 5 - rezervoari vode (sa pumpnim stanicama),
- 6 - distribucioni objekti vode (glavni dovodi i mreža).

Problem snabdijevanja čistom vodom izuzetno je velik, kako zbog porasta potrošača tako i zbog sve većeg zagađenja izvorišta vode. Zbog toga je nužno vodu za piće pripremiti odgovarajućim tehničko-tehnološkim postupkom (kondicioniranje vode), što je skupo, a u isto vrijeme izvršiti zaštitu izvorišta vode putem organizacije **zaštitnih zona**.

Obično su izvorišta vode u prigradskim dijelovima gdje je jako složen zadatak njihove zaštite, ili dalje od mjesta gradskog područja gdje je skup transport vode. Zbog potrebe kondicioniranja vode, ali i transporta do potrošača, u vodovodu može biti jedna ili više **pumpnih stanica**, od čega i određeni broj u samom naselju, za različite visinske zone.

Radi izjednačenja dnevne neravnomjernosti potrošnje vode, zatim radi obezbjeđenja dovoljnog pritiska (energetska ili pijezometarska linija), kao i rezerve vode za gašenje požara i dr., vodovod ima veći broj **rezervoara** (ukopanih ili tornjeva za vodu).

Transport vode do potrošača vrši se putem **vodovodne (distribucione) mreže** koja je ukopana ispod površine terena i **priključcima** dovedena do svih korisnika.

Posebno su veliki potrošači vode industrijski pogoni, pa često, zbog veće potrebe i nižeg kvaliteta vode, sami rješavaju svoje probleme vodosnabdijevanja (industrijski vodovodi).

Orijentacione potrebe u vodi, prema specifičnoj potrošnji [q_o] za različite veličine naselja, izgledaju ovako:

Tabela 1.1. *Specifična potrošnja vode[q_0]*

Veličina naselja	**Specifična potrošnja** *[l/st/dan]*
do 2.000 stanovnika	110
2.000-10.000 st.	140
10.000-50.000 st.	160
50.000-200.000 st.	180
preko 200.000 st.	200

Kod urbanističkog planiranja, kao orijentacioni kriteriji za određivanje ukupne dužine vodovodne mreže, mogu da posluže podaci iz tabele 1.2.

Tabela 1.2. Dužina vodovodne mreže na 10 m^2 stambene površine

Spratnost	**Ulična mreža** [m]	**Magistralna mreža** [m]	**Ukupno** [m]
jednospratna	3-6	1-1,5	4,0-7,5
dvospratna	4,0-1,3	0,3-0,5	1,3-1,7
trospratna itd.	0,6-0,75	0,15-0,17	0,75-0,9

Postrojenje za kondicioniranje vode za piće zauzima značajan prostor. Može biti ili na periferiji grada, ili uz izvorište vode koje je udaljeno od gradskog područja.

Orijentacione površine zemljišta za ove objekte pokazuju podaci iz tabele 1.3.

Kod izrade urbanističkog plana, posebna pažnja treba da bude posvećena izboru lokacije pojedinih elemenata vodovodnog sistema, jer svi zahtijevaju i obezbjeđenje odgovarajuće zaštitne zone (pumpne stanice, rezervoari, postrojenje i dr.).

Veoma je važan uticaj spratnosti objekata zbog obezbjeđenja odgovarajućeg pritiska u mreži (cca 4-6 bara), što je vezano za izbor visinske kote rezervoara, odnosno visinskih zona. Ovo pitanje posebno je osjetljivo kad se radi o naseljima u ravničarskim terenima, gdje obično egzistiraju skupi tornjevi za vodu.

Tabela 1.3. Potrebna površina lokacije za postrojenja za kondicioniranje vode

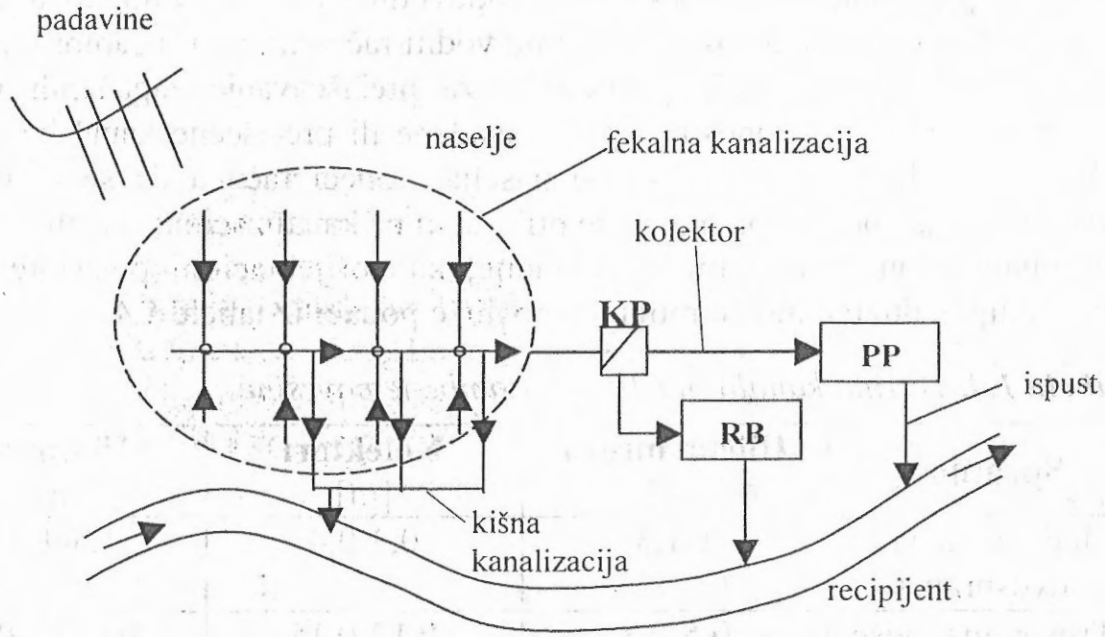
Kapacitet postrojenja [000 m^3/d]	**Potrebna površina** [ha]
do 10	2-4
10-25	4-6
25-50	5-7
50-100	6-9
100-200	8-15
200-400	10-25

1.3. Kanalizacija

Na području naselja, nastale zagađene (otpadne) vode od stanovništva, industrije i atmosferskih padavina treba sakupiti preko **priključaka** i transportovati **kanalizacionom mrežom** do nekog recipijenta (odvodnika) kao što je rijeka, jezero, akumulacija, more ili hidrogeološki medij.

U zavisnosti od količine i kvaliteta zagađene vode, ali i recipijenta, često se te vode trebaju prečišćavati u **postrojenjima za prečišćavanje** prije nego se ispuste u prijemnik, i to najčešće **mehaničkim** i **biološkim** postupkom (primarno i sekundarno prečišćavanje).

Moderan kanalizacioni sistem ima slijedeće funkcionalne elemente (sl. 1.3.):



Slika 1.3. Šematski prikaz urbane kanalizacije

- primarnu i sekundarnu mrežu sa kolektorima,
- objekte na mreži (slivnici, šahtovi, kišni preljevi, retencioni bazeni, pumpne stanice i dr.),
- postrojenja za prečišćavanje zagađene vode,
- ispust u recipijent.

Zagađene vode danas se najčešće sakupljaju putem **separatnog sistema**, tj. mrežom kanala **fekalne (sanitarne) kanalizacije** (zagađene vode stanovništva i industrije), i prije ispusta u recipijent prečišćavaju (sl.1.3.), dok drugu mrežu čine kanali za transport **atmosferskih voda** (koje se smatraju uslovno čistim i bez prečišćavanja ispuštaju u recipijent).

U starim dijelovima grada, ali i kod novih naselja kad je to vodoprivredno opravdano, radi se **mješoviti sistem kanalizacije,** tj. jednom mrežom kanala transportuju se sve vrste zagađenih voda i djelimično prečišćavaju. Radi rasterećenja mreže, kod ovog sistema se izvode kišni prelivi (KP), preko kojih se mješavina fekalnih i atmosferskih voda (obično u odnosu 1:4) ispušta bez prečišćavanja u recipijent.

Ostatak vode ide na **postrojenje za prečišćavanje** (PP), poslije čega se ispuštaju u odvodnik.

Također, u okviru kišne kanalizacije ima potrebe da se rade retencioni bazeni (RB) za atmosferske vode radi rasterećenja mreže.

Kanalizacioni sistem je izuzetno ovisan o reljefu naselja, mnogo više nego vodovodni, pošto se teži gravitacionom tečenju fluida, tj. sa slobodnim nivoom, rijetko pod pritiskom kao kod vodovodnog sistema. Zbog toga je kod urbanističkog planiranja važno o ovome voditi računa, kao i o samom izboru sistema, te izboru lokacije postrojenja za prečišćavanje zagađenih voda. Lokacija postrojenja, odnosno ispust zagađene ili prečišćene kanalske vode, treba uvijek da budu nizvodno od naselja, vodeći računa da se i buduće proširenje grada bez problema može priključiti na kanalizacioni sistem.
Pri urbanističom planiranju kanalizacije, kao orijentacioni pokazatelji za izbor ukupne dužine mreže mogu da posluže podaci iz tabele 1.4.

Tabela 1.4. *Dužina kanala na 10 m^2 stambene površine*

Spratnost	**Ulična mreža** [m]	**Kolektori** [m]	**Ukupno** [m]
Jednospratna i dvospratna	1-1,3	0,3-0,4	1,3-1,7
Trospratna i više	0,5-0,8	0,12-0,15	0,62-0,95

Također je nužno kod izbora lokacije za postrojenje za prečišćavanje zagađenih voda voditi računa o potrebnoj površini zemljišta, koja se može orijentaciono odrediti prema podacima iz tabele 1.5.

Tabela 1.5. *Potrebna površina zemljišta [ha] za postrojenje za prečišćavanje zagađenih voda*

Zagađena voda [m^3/d]	**Primarno prečišćavanje** [ha]	**Sekundarno prečišćavanje** [ha]
5.000	0,6-1,0	0,2-1,25
10.000	0,9-1,5	1,5-2,0
15.000	1,2-2,0	1,7-2,0

Važno je istaći da od usvojenog sistema kanalizacije zavisi utvrđivanje ne samo trasa saobraćajnica već i njihovih poprečnih i uzdužnih profila. Dubina uličnog kanala zavisi od pada i širine ulice, kao i od prosječne dubine podrumskih prostorija.

Visok nivo podzemnih voda može da dovede do vrlo skupih radova pri izvođenju kanalizacije kod mješovitog sistema, a i kod separatnog kad se izvodi fekalna kanalizacija.

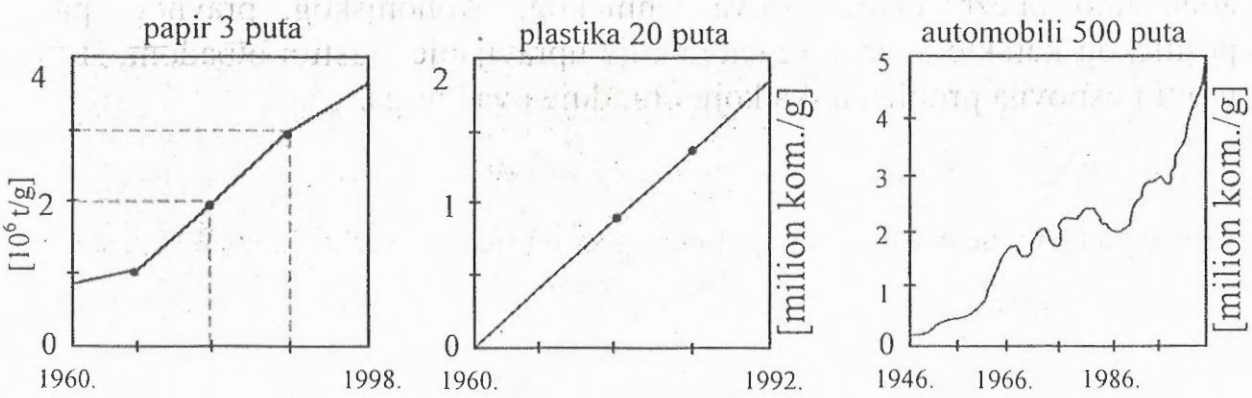
1.4. Urbana higijena

Urbani sistemi čvrstog otpada u općem smislu podrazumijevaju problematiku koja obuhvata:

- održavanje čistoće ulica, trgova i drugih javnih površina,
- sakupljanje, transport i uklanjanje čvrstog otpada sa pomenutih površina, te iz stambenih, industrijskih i drugih objekata,
- izdvajanje ili reciklažu korisnih otpadaka,
- tretman čvrstog otpada, odnosno
- njegova neutralizacija van gradskog područja.

Čvrsti otpad (kraće- otpad) predstavlja veoma složen i heterogen materijal, koji nastaje u procesu čovjekovog življenja i rada u stanu, na radnom mjestu, na javnoj površini i sl. U prosječno razvijenom urbanom području, dnevna produkcija čvrstog otpada po stanovniku kreće se u relacijama 0,5-3 kg, pa i više. Taj otpad, pored ostalog, sadrži kako korisne tako i štetne materije.

U posljednjih nekoliko desetina godina, posebno je evidentan porast potrošnje papira, plastike i automobila, a tim i produkcija otpada iz tih elemenata (sl. 1.4.).



Slika 1.4. Rast potrošnje papira, plastike i automobila [2]

Zbog toga, cjelovito postupanje sa čvrstim otpadom zahtijeva savremene sisteme i racionalne tehničke postupke, kojim se, u sklopu održavanja urbane higijene, postižu optimalni sanitarni uslovi. Time se ostvaruje i osnovni cilj urbanih sistema čvrstog otpada, a to je postizanje i obezbjeđenje visokog sanitarno-higijenskog stanja stambenih zona, ulica, trgova, zelenih nasada i drugog sadržaja na gradskom području, odnosno ekoloških uslova za bezbjedan život i rad njegovog stanovništva.

Na taj način, šire promatrano, strateški ciljevi urbane higijene bili bi:

- zaštita čovjeka i njegove okoline,
- očuvanje resursa i energije,
- očuvanje deponijskog prostora i
- anuliranje ugrožcnosti budućih generacija kroz divlje i nekontrolisane deponije.

Principi kroz koje se postižu strateški ciljevi urbane higijene su, ustvari, vezani za ukupno upravljanje čvrstim otpadom, a sastoje se od:

- izbjegavanja otpada (količine i štetnih supstanci),
- iskorištavanja korisnog otpada i
- uklanjanja, odnosno neutralizacije štetnog dejstva otpada koji nema upotrebnu vrijednost.

Uspjeh ostvarenja urbane higijene tretiranog područja, pored direktne ovisnosti od kvalitetnog rješenja vodosnabdijevanja i kanalizacije, ovisan je od kvaliteta veličine mreže, prije svega kolovozne konstrukcije, ali i gabarita pojedinih ulica, njihovih podužnih i poprečnih padova, te položaja u okviru različitih gradskih zona.

Bitan uticaj na urbanu higijenu ima i opremljenost arhitektonskih objekata u pogledu rješenja sakupljanja i skladištenja čvrstog otpada, kao i ukupno urbanističko rješenje gradskog područja. Ustvari, od urbanističkog rješenja naselja zavisi organizacija održavanja urbane higijene, odnosno čišćenje, kako u ljetnim tako, posebno, u zimskim uslovima, i, s tim u vezi, adekvatno obezbjeđenje uslova tehničkog, ekonomskog, pravnog, pa i političkog karaktera, za što racionalnije upravljanje čvrstim otpadom, što je u biti i osnovna problematika koju obrađuje ova knjiga.