

NOVI SISTEMI UPRAVLJANJA KOMUNALNIM OTPADNIM VODAMA ZATVORENIM NUTRIJENTNIM CIKLUSOM¹

Snabdevanje naselja vodom, kanaliziranje i prečišćavanje upotrebljenih voda se može smatrati najvažnijim problemom razvoja komunalne infrastrukture i direktno zavisi od broja stanovnika i razvijenosti zemlje i regije. Zato je zabrinutost za uravnoteženi razvoj gradova i njihove komunalne infrastrukture opravdana. Poslednjih godina veoma je prisutna izrada studija i pilot projekata kanaliziranja naselja čiji je cilj izbor ekonomski najpovoljnijeg rešenja koje je ekološki racionalno. Takođe se i u okviru ISO/TC 224 standarda razmatraju pokazatelji učinka merenjem kvaliteta i efikasnosti procesa na postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, distributivne mreže i crpnih stanica kanalizacije.

Prema vrsti i mestu nastajanja otpadnih voda kanalizacioni sistemi se s obzirom na stepen razdvajanja tokova mogu podeliti na centralizovane i decentralizovane sisteme. Centralizovan sistem je sistem kojim se kanališe i prečišćavaju otpadne vode celog jednog administrativnog ili geografski ograničenog prostora (aglomeracije). Dok je decentralizovani sistem onaj koji je ograničen prostorom izdvojen na više podsistema sa različitim odvodnim kolektorima i sistemima za razdvajanje određenih tokova otpadnih voda, postrojenjima i ispustima. Da bi se dobilo više saznanja o suštini „novih sistema“ upravljanja komunalnim otpadnim vodama, u ovom poglavlju su prezentovani rezultati istraživačko-razvojnog projekta „Odvajanje urina na mestu nastajanja“ za stambene objekte na periferiji Štokholma.

ODRŽIVO UPRAVLJANJE OTPADNIM VODAMA

Urbana održivost podrazumeva razvoj koji zadovoljava trenutne potrebe urbane populacije ne ugrožavajući kapacitet nosivosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Kapacitet nosivosti odgovara potrebama urbanog stanovništva u zadovoljavanju njihovih potreba u energiji, sirovinama i vodi bez neuravnoteženih pritisaka na lokalne i globalne ekosisteme u vidu trošenja resursa i stvaranja otpada. Unapređenje održivog upravljanja urbanim otpadnim vodama podrazumeva dva bazična principa:

- a) Razvoj integralnog sistema za snabdevanje vodom za piće (distribucija vode čiji je kvalitet prilagođen zahtevima korisnika), i
- b) Razvoj ekološki održivog kanalizacionog sistema (kanalizacioni sistem sa funkcijom ponovne upotrebe otpadnih voda).

Poslednjih godina se pitanje centralizovanih i decentralizovanih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (sa ili bez frakcija otpadnih voda) postavlja kao pitanje najpovoljnije varijante u ekološkom i ekonomskom kriterijumu. Ekonomski uslovi su: troškovi investicija, troškovi pogona i održavanja, troškovi opremanja lokacije, raspoloživa tehnologija i cena, efikasnost prečišćavanja i veličina postrojenja. Tehno – ekonomska analiza treba da odgovori zahtevu ekonomske podobnosti tehničko-tehnološkog rešenja o tome dali je povoljnije centralizovano ili decentralizovano rešenje. S druge strane, ekološko upravljanje podrazumeva održivost životne sredine, koje obuhvata zaštitu zdravlja stanovništva i zaštitu kvaliteta životne sredine kroz realizaciju propisa i državne politike. Tako na primer, izbor opreme za spaljivanje mulja na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda predstavlja ekonomsku odluku. Ovo je primer kriterijuma održivosti, koji ukazuje da je ekonomski najpovoljnije rešenje istovremeno i ekološki racionalno.

¹ *Novi sistemi upravljanja komunalnim otpadnim vodama zatvorenim nutrijentnim ciklusom*, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd, 2008. str. 231-240.

KLASIFIKACIJA I OSNOVNI SASTOJCI DOMAĆIH UPOTREBLJENIH VODA

Domaće upotrebljene vode sadrže urin, feces i sanitarno upotrebljene vode, kao i vode od ispiranja toaleta, zatim toalet papir i druge vrste otpada koji dospeva u kanalizacioni sistem. Otpadne vode predstavljaju sanitarno-higijensku opasnost i sadrže eutrofikacione materije u obliku fosfora, organskih materija i azota. Sa jedne strane te materije prouzrokuju probleme u rekama i jezerima, dok su sa druge strane korisne u poljoprivredi. Azot (N), fosfor (P) i kalijum (K) iz otpadnih voda mogu zameniti veštačko đubrivo, a organski materijal povećava sadržaj humusa obradivih površina. Domaće upotrebljene vode se mogu opisno klasifikovati prema vrsti i mestu nastajanja na sledeći način: [2], [4]

- a) Siva voda (kuhinja, kada, tuš, mašina za pranje veša i sudova),
- b) Crna voda (feces i urin sa vodom od ispiranja),
- c) Žuta voda (urin; poseban tip WC šolje),
- d) Braon voda (crna voda bez urina)

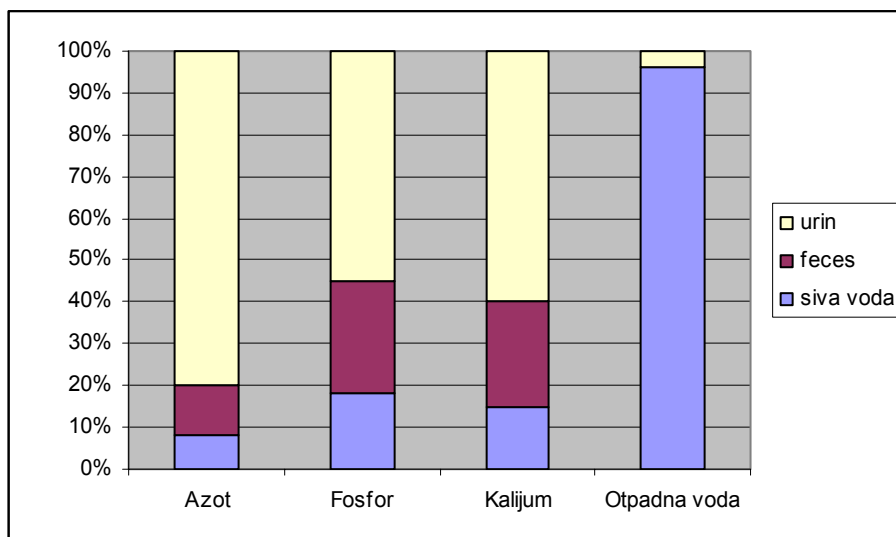
Većina nutrijenata iz otpadnih voda domaćinstava (oko 80% azota i najmanje 50% fosfora) prisutna je u urinu koji je u otpadnim vodama po zapremini zastupljen oko 3%. Može se reći da se većina nutrijenata koji su neophodni u poljoprivredi (N, P, K) javljaju u urinu. To znači da su nutrijenti u urinu veoma koncentrovani i nesmetano dostupni biljkama. (Tabela 1)

Tabela 1. Prosečne zapremine i osnovni sastojci domaće upotrebljene vode (Bischof, 2004) [4]

	Domaća upotrebljena voda	Siva voda	Urin	Feces	Voda od ispiranja toaleta
Količina (l/ES, god)	60.550	50.000	500	50	10.000
N	4-5 (kg/ES, god)	3 (%)	87(%)	10(%)	0 (%)
P	0,7 (kg/ES, god)	10 (%)	50 (%)	40 (%)	0(%)
K	1,8 (kg/ES, god)	34 (%)	54 (%)	12 (%)	0 (%)
HPK	30 (kg/ES, god)	41 (%)	12 (%)	47 (%)	0 (%)
Patogene klice	-	da	zanemarljivo	bezbroy	bez

Feces sadrži manje količine azota, fosfora i kalijuma, dok su količine u «sivoj» vodi beznačajne (slika 1). Urin predstavlja samo oko 1% ukupnih otpadnih voda, ali njegovo korišćenje u vidu đubriva omogućuje iskorišćenje većeg dela sadržaja nutrijenata u otpadnim vodama. Ako se izdvoji i fekalni materijal u «sivoj» vodi ostaje samo manja količina nutrijenata.

U praksi nije jednostavno koncipirati kanalizacioni sistem koji će zadovoljiti samo tehnički zahtev razdvajanja. Mora se voditi računa da se ne uspostavi „ciklus zaraze“ koji će povećati sanitarni rizik i prenositi frakciju odnosno nutrijent slabijeg kvaliteta zbog prisustva ekološki štetnih materija i nepoželjnih proizvoda. Takođe, i stanari i poljoprivrednici neće prihvatiti izlaganje značajnijoj sanitarnoj opasnosti, a poljoprivrednici svakako nisu zainteresovani za đubrivo manje hranljive vrednosti ili povišenog sadržaja ekološki štetnih materija.



Slika 1. Doprinos urina, fecesa i sive vode sadržaju azota, fosfora i kalijuma u otpadnim vodama i ukupnom proticaju otpadnih voda [3]

Da bi se procenili rizici vezani za manipulaciju i korišćenje urina u poljoprivredi potrebno je znati šta se dešava sa patogenim organizmima koji su eventualno prisutni u rastvoru. Iz tog razloga proučen je opstanak raznih mikroorganizama kako tokom terenskih oglada tako i putem laboratorijskih ispitivanja kojima je simuliran proces u rezervoaru. Preporuke vezane za manipulaciju date su u tabeli 2.

Tabela 2. Odnos uslova skladištenja i sadržaja patogenih organizama iz rastvora urina i preporučeni usevi u slučaju većih sistema (a) [3]

Temperatura skladištenja	Trajanje skladištenja	Prisustvo patogenih organizama u rastvoru mokraće (b)	Preporučeni usevi
4°C	≥ 1 mesec	Virusi, protozoe	Stočna hrana i prehrambeni usevi koji se prerađuju
4°C	≥ 6 meseci	Virusi	Prehrambeni usevi koji se prerađuju, stočna hrana (c)
20°C	≥ 1 mesec	Virusi	Prehrambeni usevi koji se prerađuju, stočna hrana (c)
20°C	≥ 6 meseci	Verovatno bez prisustva	Svi usevi (d)

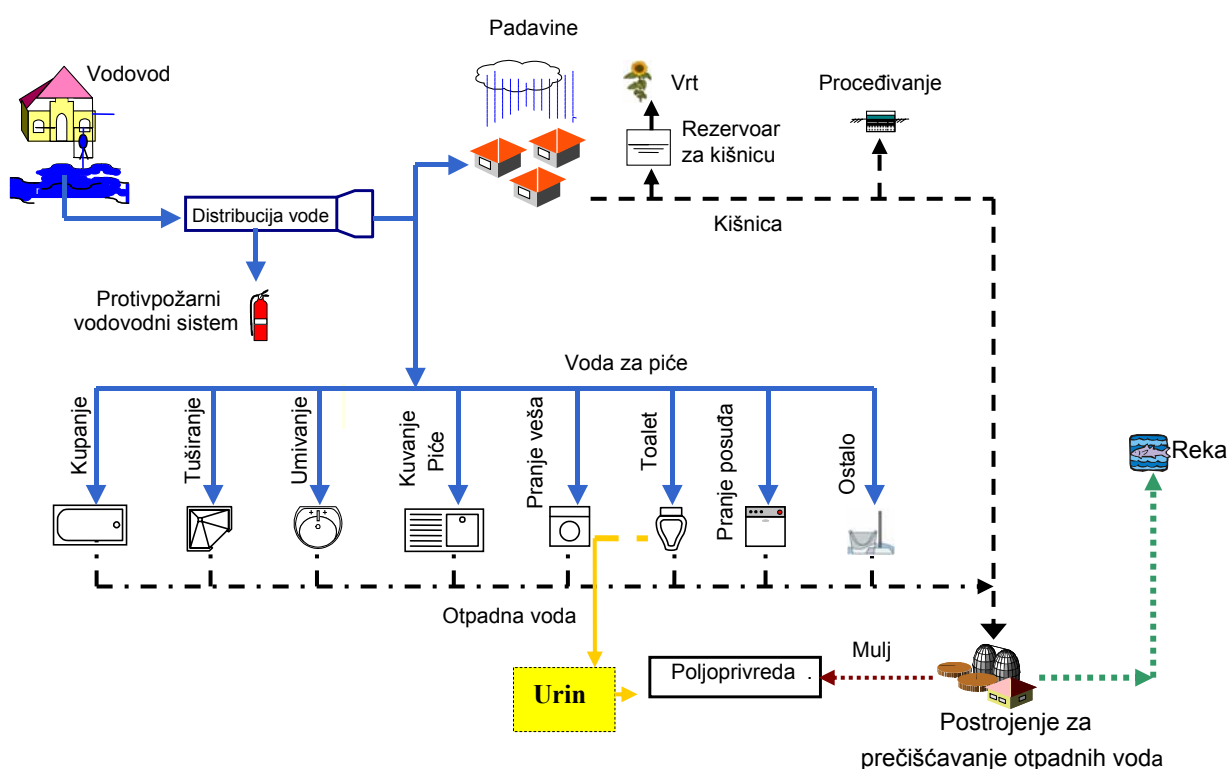
a) «Veći sistemi» u ovom slučaju podrazumevaju da se urin koristi za đubrenje useva koje konzumiraju lica mimo članova domaćinstva u okviru koga se vrši prukupljanje.

b) Gram-pozitivne i bakterije koje formiraju spore nisu obuhvaćene.

c) Osim livadske trave za proizvodnju stočne hrane.

d) U slučaju useva koji se konzumiraju u sirovom stanju preporučuje se da se đubrenje obustavi najmanje mesec dana pre žetve i da se urin unosi direktno u zemljište.

Većina patogenih organizama javlja u fekalnoj frakciji tako da ne postoji bitna razlika između kanalizacionog sistema za separaciju urina i klasičnog kanalizacionog sistema. U slučaju da se kod manipulacije skladištenog urina pridržava preporuka vezanih za skladištenje i minimalni rizik, može se reći da su sanitarni rizici zanemarljivi. Međutim, kada je reč o sanitarnom riziku, treba naglasiti da i kod upravljanja klasičnim sistemom ništa nije apsolutno bez rizika. Prisustvo antibiotika i hormonskih preparata u otpadnoj vodi je značajno pitanje za sve vrste kanalizacionih sistema. Lekovi mogu biti prisutni u urinu, fecesu, stajskom đubrivu i mulju iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Skoro sve materije prisutne u lekovima razlažu mikroorganizmi koji se prirodno nalaze u zemljištu, tako da je mera u kojoj ih biljke preuzimaju verovatno nije značajna. Veći je rizik kada se ove materije ispuštaju u vodotokove, što je slučaj kod klasičnih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Ne postoji dovoljno podataka o ovoj oblasti i potrebna su dalja istraživanja. Najveći zapreminski deo domaćih upotrebljenih voda predstavlja «siva» voda koji se ipak mora prečistiti. Zbog toga je postupak separacije urina samo unapređenje klasičnog kanalizacionog sistema u smislu održivog upravljanja urbanim otpadnim vodama. (Slika 2)



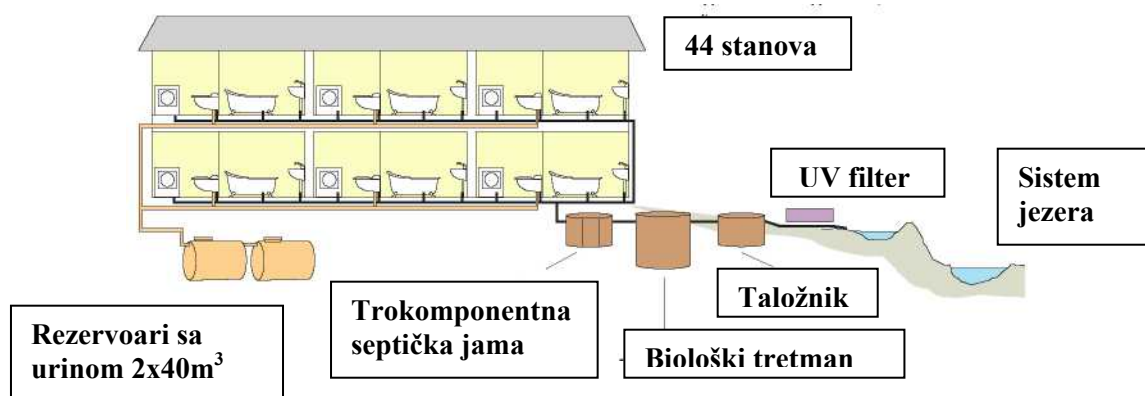
Slika 2. Urbani kanalizacioni sistem sa zatvorenim nutrijentnim ciklusom

Svrha savremenih uređaja za separaciju urina je izdvajanje nutrijenata kao što su fosfor, azot i kalijum na samom mestu nastajanja tako da se mogu koristiti kao koncentrovano đubrivo, jer ne sadrže ekološki štetne materije i nisu razblaženi „sivom“ vodom. Urin je čist rastvor nutrijenata sa vrlo niskim sadržajem teških metala i patogenih organizama. Odvajanje urina, naravno, ima i svoje nedostatke; WC šolje i ostali elementi sistema ne nalaze se na tržištu i postoje određeni „kulturni“ otpori. Odvajanje urina ne rešava sve probleme prečišćavanja otpadnih voda jer se nakon odvajanja i dalje mora prečistiti „braon“ i „siva“ voda. Sistemi za separaciju urina predstavljaju dopunu kako novih tako i postojećih sistema za otpadne vode, a prednosti su u tome što se smanjuje gubitak nutrijenata i povećava mogućnost zaokruženja nutrijentnog ciklusa.

PRIMER PRINCIPA SEPARACIJE URINA

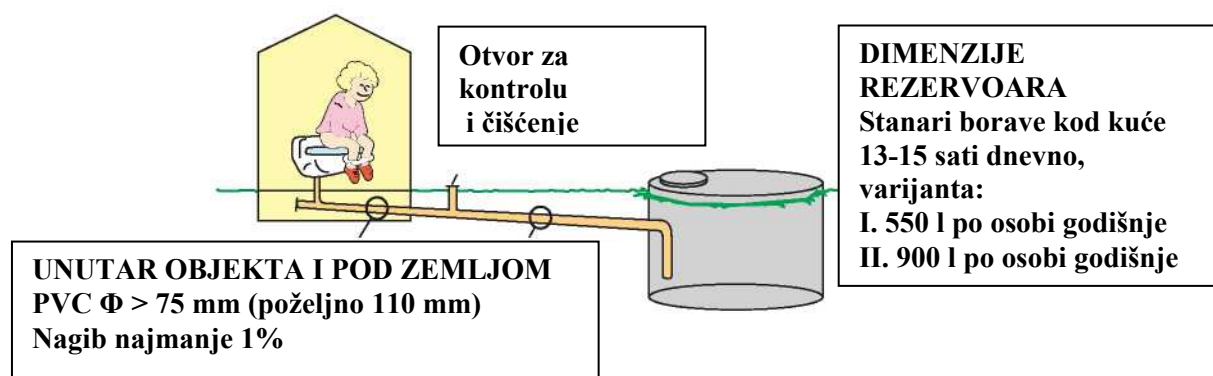
Među prvima u Evropi u Švedskoj je realizovan istraživačno-razvojni projekat searacije urina čiji je cilj bio jednostavnija obrada fecesa (izmeta) putem smanjenja količine tečnosti u otpadnom materijalu iz toaleta. Svrha projekta je bilo sticanje više saznanja o načinu funkcionisanja kanalizacionog sistema zasnovanog na odvajanju urina i održivog načina odvođenja otpadnih voda iz stambenih objekata u Štokholmu. Cilj projekta je bio da se izgradi kanalizacioni sistem za odvajanje urina na mestu nastajanja i upotrebu u poljoprivredi koji ispunjava stroge zahteve u pogledu sadržaja nutrijenata, sanitarnih uslova, pouzdanog funkcionisanja i jednostavne primene.

Zahvaljujući interesovanju za razvoj sistema za odvajanje urina, postojanju obradivih površina i saradnji poljoprivrednika ugrađeni su 1995. godine toaleti sa mogućnošću odvajanja urina u dve stambene jedinice udaljene nekoliko kilometara od centra Štokholma (slika 3). [3]



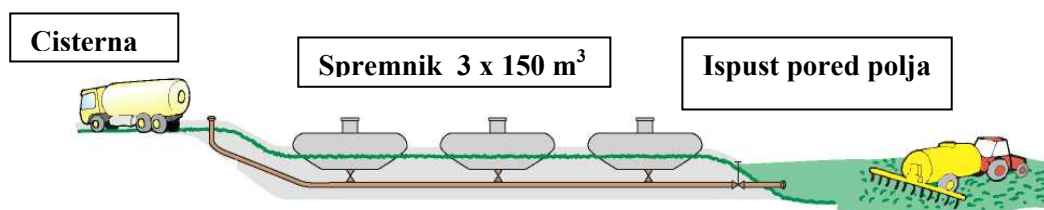
Sl. 3. Sistem za prečišćavanje otpadnih voda iz naselja Understenshojden

Mešavina urina i vode od ispiranja prolazi kroz zaseban sistem cevi do rezervoara. Pošto analize ukazuju da dolazi do reakcije metalom sa fosfatom u urinu, za cevne instalacije je korišćen PVC materijal. Broj rezervoara u objektu i način povezivanja se razlikuju, prikupljen urin se sprovodi do jednog ili više centralnih rezervoara ili se prikuplja u manjim lokalnim rezervoarima sa kraćim cevima.



Slika 4. Preporuke u pogledu dimenzija, nagiba cevi i kapaciteta rezervoara sistema za separaciju urina [3]

Rezervoar za skladištenje urina je izgrađen tako da odgovara uslovima racionalnog skladištenja i efikasnosti u ekološkom smislu. Spremnici su u vidu hermetičkih gumenih balona koji iziskuju neznatne građevinske radove i ne predstavljaju veliki finansijski izdatak, a gubitak azota tokom skladištenja je minimalan. Rezervoari se prazne približno jednom godišnje, a urin se transportuje do spremnika. (Slika 5) [3]



Slika 6. Skica rezervoara sa urinom i principom korišćenja

Teško je porediti „novi“ kanalizacioni sistem sa „starim“ jer ne postoji dovoljno primera sistema za separaciju urina koji opslužuju celo jedno naselje. Iz tog razloga, da bi smo ocenili da li separacija urina pospešuje prečišćavanje otpadnih voda neophodno je osloniti se na postojeće podatke i pomoću modela izvršiti analizu efekata različitih sistema na životnu sredinu i korisnost u poljoprivredi. Modeli i simulacije omogućuju poređenje raznih rešenja sistema na osnovu ekvivalentnih uslova. Sistemi koji se porede treba da imaju istu funkciju, npr. da isporučuju istu količinu nutrijenata poljoprivredi. U okviru ovog istraživačko-razvojnog projekta izvršeno je poređenje dva sistema za prečišćavanje: (1) sistem koji se trenutno koristi u stambenom objektu, tj. separacija urina u kombinaciji sa klasičnim štokholmskim kanalizacionim sistemom za fekalnu frakciju i «sive» vode; i (2) klasični sistem, gde urin i voda od ispiranja ulaze u klasični kanalizacioni sistem Štokholma. Parametri koji su korišćeni prilikom simulacije dati su u tabeli 3.

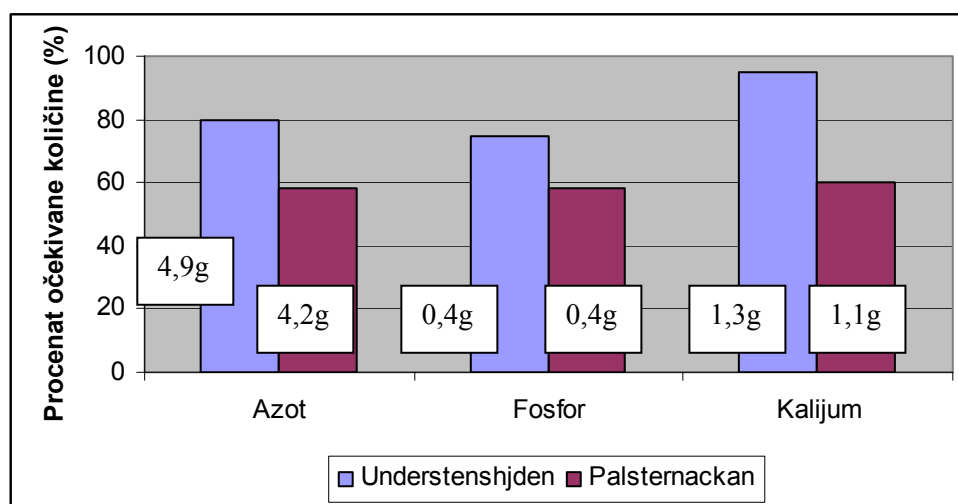
Tabela 3. Parametri korišćeni prilikom simulacije u stambenom objektu sa separacijom urina koji su veoma bliski stvarnim uslovima [3]

Parametar	Osnovni podaci
Dužina transporta	33 km
Denitrifikacija u postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda	80%
Mulj za poljoprivredu	50%
Vreme koje stanari provode kod kuće	65% (15,6 h/dan)
Stepen odvajanja urina	65%
Voda za ispiranje	0,1 l po ispiranju
Istovremeno ispiranje (a)	66%
Gubitak azota, ukupni (b)	5%
Dostupnost azota iz urina usevima	100% (c)
Dostupnost fosfora iz mulja i urina usevima	100%
(a) Procenat ispiranja urina sa istovremenom ispiranjem dela šolje za feces (b) Tokom manipulacije, uključujući i natapanje urina poljoprivrednog zemljišta (c) Dostupnost azota iz urina tokom terenskih oglada kretao se od 80% do 100%.	

U skoro svim slučajevima koncept upravljanja otpadnim vodama separacijom urina manje utiče na životnu sredinu od klasičnih sistema. Separacija urina pospešuje iskorišćenje nutrijenata, a stepen eutrofikacije je niži nego kod klasičnih kanalizacionih sistema. Urin se cisternom može transportovati do udaljenosti od 220km pre nego što procenjen utrošak energije postane veći nego u slučaju klasičnih kanalizacionih sistema.

KORIŠĆENJE URINA KAO ĐUBRIVA

Zemljište koje je korišćeno za đubrenje bilo je u posedu poljoprivrednika koji je gajio jari ječam za stočnu hranu. U rezervoarima je bilo prisutno 58% do 95% teoretski mogućih količina nutrijenata. To znači da je odstupanje iznosilo oko 20% čak i kod najviše motivisanih stanara (Understenshojden). Kod stanara koji nisu bili posebno motivisani (Palsternackan) količina je bila oko 40%. Ukupna zapremina urina iznosila je oko 150 m³ godišnje tokom četvorogodišnjeg perioda, odnosno 70-80 m³ godišnje po stambenom objektu («Understenshojden» i «Palsternackan») (Slika 6)



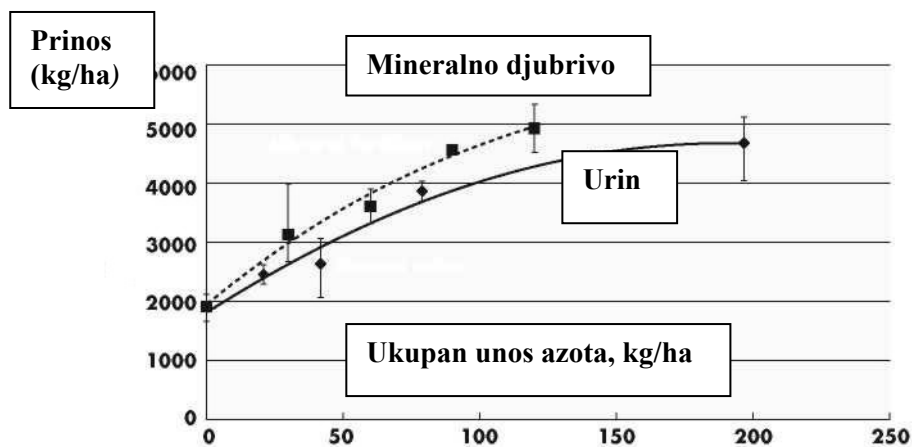
Slika 7. Procenat očekivanih količina nutrijenata u urinu prikupljenog iz objekata «Understenshojden» i «Palsternackan» u gramima po osobi na dan

Zbog malog broja studija u oblasti primene urina kao đubriva ograničena su saznanja o načinu delovanja urina u poljoprivredi. Urin sadrži više azota i fosfora, a manje kalijuma od svinjske i govedje mokraće (osoke). Urin sadrži visoki procenat amonijačnog azota, oko 80-100% ukupnog sadržaja. Zbog toga deluje brzo i efekat se može porediti sa đubrivom koje poseduje visoki mineralni sadržaj, za razliku od đubriva sa velikim procentom organski vezanog azota kao što je stajsko đubrivo.

Tabela 4: Srednja vrednost hemijskog sastava urina

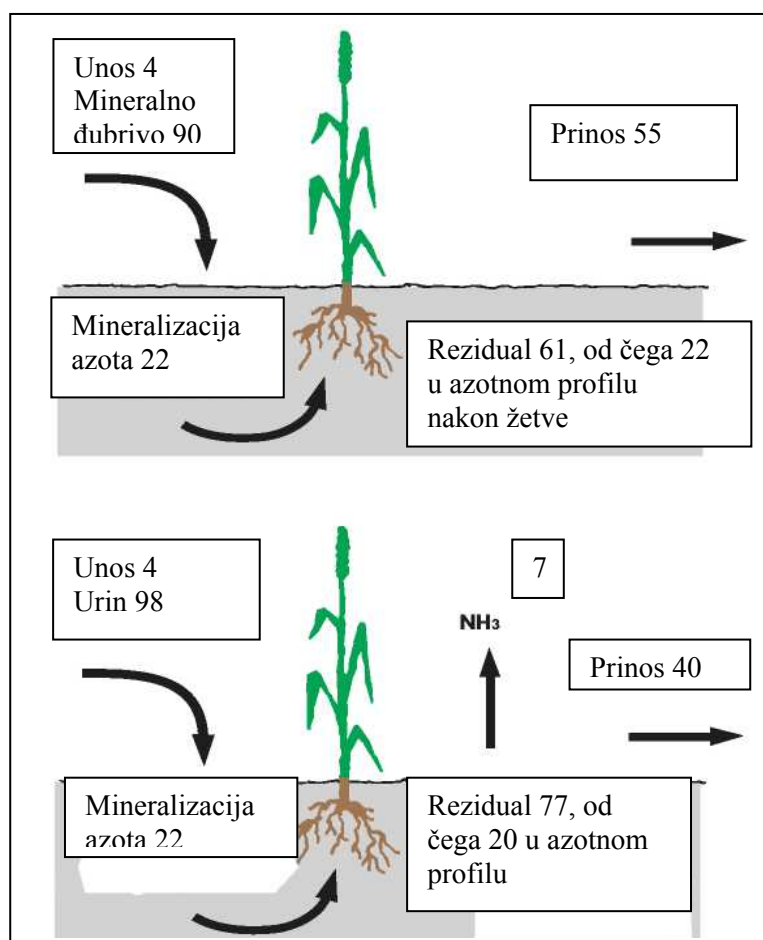
Vrsta rezervoara	N (g/l)	P (g/l)	Odnos N/P	K (g/l)
Prijem/Rezervoar	3	0,25	11,8	0,84
Skladištenje/Spremnik	2,7	0,24	11,5	0,80

Odnos sadržaja azota, fosfora i kalijuma je uravnotežen i u velikoj meri odgovara potrebama žitarica ako se koristi u odgovarajućim dozama. Pošto je pH vrednost visoka, a sadržaj amonijačnog azota veliki postoji rizik od gubitka azota u obliku amonijačnog gasa. Prinosi ječma za različite doze urina i mineralnog đubriva prikazani su na slici 7. Grafik sadrži prosečne vrednosti za tri ponavljanja sa najviše i najmanje izraženim vrednostima.



Slika 8: Prinos sa parcela đubrenih urinom odnosno mineralnim đubrivom (1999)

Prinos ječma sa parcela đubrenih urinom iznosio je oko 80-90% prinosa sa parcela đubrenih mineralnim đubrivom, primenjujući uobičajene doze u slučaju jarog ječma.



Bilansi nutrijenata ukazuju na pronos nutrijenata kroz useve i omogućuju poljoprivrednicima da efikasnije iskoriste unos nutrijenata, a uticaj gajenja useva na životnu sredinu svedu na minimum.

Postoji razlika između urina i mineralnog đubriva u smislu iskorišćenja azota. Usevi đubreni urinom 1997. godine, sa 98 kg azota po hektaru, apsorbirali su 44% unetog azota. Odgovarajuća vrednost za mineralni azot za istu godinu bila je 61%. Vrednost za 1999. godinu bila je 70% odnosno 83%. To ukazuje da usevi apsorbuju manje azota iz urina nego iz veštačkog đubriva, a više ostaje u zemljištu. Taj višak azota može biti ispušten u vazduh ili vodu, putem denitrifikacije ili luženja, odnosno može se zadržati u organskom materijalu zemljišta.

Slika 8: Bilansi nitrujenata u slučaju useva đubrenih mineralnim đubrivom i urinom (1997) (Sve vrednosti na slici date su u kg N/ha)

SANITARNO-HIGIJENSKI ASPEKT SEPARACIJE URINA

Istraživanje koje je ovde predstavljeno bazira se na studijskoj poseti eko-naselja Understenshojden i stambenog objekta „Palsternackan“ u Štokholmu, gde je prikupljeno dovoljno informacija i činjenica da bi se upoznali sa sanitarno-tehničkim aspektima odvajanja urina. Uzimajući u obzir postojeća saznanja o ostalim kanalizacionim sistemima uključujući i klasične sisteme, može se reći da urin sam po sebi praktično ne predstavlja nikakav rizik od infekcije, ali on može da sadrži patogene organizme koji su prisutni u fecesu. Takođe, postoji je raširena bojazan da novi još nedovoljno proučeni postupci prihvatanja, skladištenja i način đubrenja urinom može da uslovi nove i eventualno neprihvatljive rizike od infekcije. Može se reći da ako se preduzmu odgovarajuće mere predostrožnosti i poštuju preporuke u pogledu skladištenja i primene, sanitarni rizici vezani za odavanje urina su veoma mali. Osnovne činjenice o sanitarnim aspektima i zaštiti od infekcije kod postupka separacije urina se mogu sistematizovati u obliku sledećih postulata:

- Urin sam po sebi predstavlja minimalan sanitarni rizik;
- Feces koji dospe u deo šolje za urin može ga kontaminirati;
- Mnogi patogeni organizmi bivaju uništeni tokom skladištenja;
- Neophodne su preporuke u vezi sa trajanjem skladištenja i primenom u poljoprivredi;

Mere za minimiziranje rizika od infekcije se trebaju sprovesti u svim faza manipulacije, i obuhvataju istraživanje, projektovanje i izgradnju, skladištenje urina i tehniku nanošenja na poljima. Skladištenjem se broj patogenih organizama u urinu smanjuje ili eliminiše. Smanjenje je veće ako je skladištenje dugotrajno i na višim temperaturama sa visokom koncentracijom azota i velikom pH vrednošću rastvora. Izbor odgovarajuće lokacije i trenutka za manipulaciju i nanošenje pomaže da se izloženost ljudi i životinja u zoni uticaja svede na minimum. Ako se poštuju preporuke u pogledu tehnike primene urin se može koristiti za sve useve ako je skladištena najmanje šest meseci na temperaturi od najmanje 20°C i za sve useve, osim prehrambenih koji se konzumiraju u sirovom stanju. Važna mera predostrožnosti je da urin ne treba prikupljati na mestima za koja se zna da je stepen izlučivanja patogenih organizama i medikamenata veći nego kod normalne populacije (npr. bolnice i starački domovi).

ZAKLJUČAK

Zaključni opšti stav koji ne bi trebao biti sporan je da su sistemi zasnovani na separaciji urina prihvatljiviji sa ekološkog stanovišta od klasičnih, već tradicionalnih sistema i mogu se primeniti naročito u prigradskim i seoskim područjima i turističkim kompleksima. Šire korišćenje sistema za separaciju urina u individualnim stambenim objektima bilo bi od velikog značaja za zaštitu životne sredine. Što je postojeći kanalizacioni sistem manje efikasan (nizak procenat obuhvaćenosti stanovništva kanalisanjem, konfiguracija terena, nedostupnost povoljnog recipijenta) to je primena sistema za separaciju urina dugoročno povoljnija od klasičnog sistema kanalisanja. Dalje istraživanje i primenu u domenu ekološki održivih kanalizacionih sistema trebaju organizovati i finansirati institucije koje su nadležne za dugoročni razvoj. Drugim rečima, pitanje proširenja sistema kanalisanja u centralizovanom ili decentralizovanom sistemu (konceptu) može se delotvorno rešavati samo strategijom održivog upravljanja sistemima za vodosnabdevanje, odvođenje i prečišćavanje upotrebljenih voda. [5]

LITERATURA

- [1] *Capacity building for ecological sanitation*, International Hydrological Programme (IHP) of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO), 2006.
- [2] *Composition of urine, faeces, greywater and biowaste for utilisation in the URWARE model*, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Gothenburg, Sweden, 2005.
- [3] Miloje Milojević, *Decentralizovana kanalizacija i reciklaža vode i njenih sastojaka*, Moderni tehnički postupci u kanalizaciji, Međunarodna konferencija, Beograd, 2005.
- [4] Nebojša Veljković, *Studija otpadnih voda i tehnički proces strategije održivog razvoja Srbije*, Moderni tehnički postupci u kanalizaciji, Međunarodna konferencija, Beograd, 2005.
- [5] Nebojša Veljković, Branislav Kujundžić, *Novi koncept upravljanja otpadnim vodama – ekološki održivi kanalizacioni sistem*, Vodovodni i kanalizacioni sistemi, Poslovno udruženje vodovoda Republike Srpske, Jahorina - Pale, 2007.
- [6] *Urine Separation – Closing the Nutrient Cycle Final Report on the R&D Project Source-Separated Human Urin*, The Stockholm Water Company, 2001.