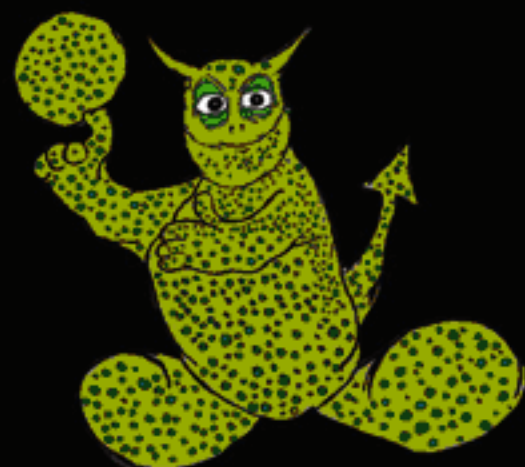




Vi ste glavni junak ove priče - detektiv 021N, u potrazi za važnim dokazima koji su izgubljeni kada je, kako se pretpostavlja, paket misterioznog sadržaja, za koji se veruje da je neuništiv, bačen u WC šolju u stanu jednog od osumnjičenih...

Morate da prikupite što više informacija o tome, pre nego što se sadržaja paketa dokopa zli Mikrocistis, koji uz pomoć njega želi da zavlada jezerom. Šta je u paketu? Odakle da počnete? Izgleda kao nemoguća misija.



Da biste uspešno rešili slučaj, morate da upoznate jedan sasvim novi svet - organizme koji učestvuju u prečišćavanju otpadnih voda! Jedino vam oni mogu pružiti potrebne informacije. Da biste došli do njih, potrebno je da naučite mnogo toga o otpadnim vodama i načinima njihovog prečišćavanja. Morate da saznate čega sve ima u otpadnim vodama, kuda one odlaze, na koji način se koje supstance iz njih odstranjuju, koji problemi mogu da nastanu...

Kroz priču vas vode likovi koji pokušavaju da vam pomognu, ali i da vas zbune. Morate da odlučite kome ćete verovati. Vi birate tok kojim će priča ići i kako će se završiti...

Žika Reh i Sandra Čokić



DETEKTIVSKA PRIČA
SA VIŠE ZAVRŠETAKA

ISBN: 86-87337-00-8



9 788687 337008



www.riparia.org.yu

Žika Reh i Sandra Čokić

BIOLOŠKO PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - DETEKTIVSKA PRIČA SA VIŠE ZAVRŠETAKA

Ilustracije:
Sandra Čokić

Recenzent:
prof. dr Olga Petrović

Prelom:
Žika Reh

Izdavač:
Udruženje ljubitelja prirode "Riparia"
Matije Korvina 9, 24000 Subotica
info@riparia.org.yu

Štampa:
ProTec, Subotica
WWW.PROTEC.CO.YU

Tiraž: 3000

ISBN 978-86-87337-00-8

2008 © Sva prava zadržavaju autori



Izradu i štampanje ove publikacije u sklopu projekta "Popularizacija prečišćavanja otpadnih voda u Vojvodini" finansirali su Fond za razvoj neprofitnog sektora AP Vojvodine i Opština Subotica

PRAVILA IGRE

1



Detektive 021N, ako ste upoznati sa slučajem (zadnje korice knjižice), evo još nekih instrukcija... Na mestu zločina je nađen samo ovaj komad plastične folije koji ukazuje na destruktivni sadržaj.

Da li će vam to biti dovoljno za nastavak istrage? U svakom slučaju, morate da uđete u prljavi, podzemni svet otpadnih voda i potražite više informacija. Evo nekoliko saveta:

Budite odgovorni - vi birate kraj (ne čitajte redom!)

U istrazi će vam pomoći likovi koje ćete sretati tokom priče. Svaki od njih nosi broj stranice na koju treba da odete ako se slažete sa onim što on govori i želite da poslušate njegov savet. Na vama je da donesete odluku koga ćete poslušati. Likovi koji vam daju savete žele da vam pomognu, ali neki imaju i svoje interese, a neki greše iz neznanja. Procenite kome smete da verujete.



AKO JE TO ŠTO TRAŽITE STVARNO DOSPELO U KANALIZACIJU, ISTRAGA NEĆE BITI LAKA! MORAĆETE PUNO TOGA DA SAZNATE... KRENITE OD OSNOVNIH STVARI...

AKO JE TO ŠTO TRAŽITE STVARNO DOSPELO U KANALIZACIJU, ONDA JE SLUČAJ REŠEN - ONO ČEGA NEMA, NE TREBA NI TRAŽITI. UŽIVAJTE!

Prikupljanje dokaza

Osim likova koji vas upućuju na koju stranicu da odete, srećete i likove koji će vam davati važne informacije o istrazi.

Pamtite svoje greške i učite na njima

Zapamtite stranicu na kojoj ste napravili izbor. Kada ste, zbog radoznalosti ili lakomislenosti, napravili takav izbor da vam se kraj nije dopao, možete se vratiti na stranicu na kojoj ste to odlučili i pokušati ponovo. Iskoristite ovu privilegiju, jer to u stvarnom životu nije moguće!

Koristite rečnik

Ukoliko ne budete znali šta neki od termina znači, rečnik je na kraju knjižice.

Najkraći put nije uvek najbolji put

Neka vas ne demotiviše ako budete morali da listate i "skaćete" sa jednog kraja knjižice na drugi. Prečice mogu da budu opasne!

Srećno!



OTPADNA VODA IZ WC-A SE NAZIVA JOŠ I "CRNA VODA". SADRŽI FEKALIJE, URIN I DRUGE TELESNE TEĀNOSTI, PAPIRNA VLAKNA I RAZNE DRUGE OTPATKE (ŠTA BI JOŠ TU MOGLA DA SE BACI OSTAVLJAMO VAŠOJ MAŠTI...)

OTPADNE VODE OD KUVANJA, KUPANJA I PRANJA SE JEDNIM IMENOM NAZIVAJU "SIVA VODA". SADRŽE OSTATKE HRANE, DETERDŽENTE, DLAKE ...

U KANALIZACIJU SE PROSIPAJU I VIŠKOVI RAZNIH TEĀNOSTI (JESTIVA I MOTORNA ULJA, RAZNE HEMIKALIJE, PESTICIDI, BOJE, DETERDŽENTI...)

NIJE VAM LAKO... MORAĆETE DA SAZNATE KUDA SVE OVO ODLAZI, PRE NEGO ŠTO SE INFORMACIJA DOKOPA NEKO KO NE BI TREBALO...

KAD SE SVE POMEŠA...

- MIKROORGANIZMI (BAKTERIJE, VIRUSI), OD KOJIH SU NEKI PATOGENI
- NERASTVORENA ORGANSKA MATERIJA - ĀESTICE FEKALIJA, BILJNOG MATERIJALA, PAPIRA, HUMUSA...
- RASTVORENA ORGANSKA MATERIJA (UREA, UGLJENI HIDRATI, RASTVORENI PROTEINI)
- NERASTVORENA NEORGANSKA MATERIJA (ĀESTICE PESKA, ŠLJUNKA, KERAMIKE)
- RASTVORENA NEORGANSKA MATERIJA (AMONIJAK, KUHINJSKA SO, NITRATI, FOSFATI, TIOCIJANATI, TIOSULFATI)
- GASOVI - VODONIK-SULFID, UGLJEN-DIOKSID
- EMULZIJE - ULJA, MASTI, BOJE, LEPKOVI
- RAZNI OTROVI
- KRUPNI OTPACI (UBRUSI, PLASTIĀNE KESE, ULOŠCI, IGLE, KONDOMI, SITNE IGRAĀKE, LEŠEVI KUĆNIH LJUBIMACA...)

MA, SVE ĀE TO PRIRODA DA REŠI. VAŽNO JE SAMO DA SE NE ZAPUŠI, A ONO ŠTO PROĀE... KOGA JE BRIGA!

POGREŠAN IZBOR

Iz nedovoljno prečišćenih otpadnih voda i spiranjem iz zemljišta, u vodene ekosisteme dospevaju jedinjenja azota i fosfora (tzv. biogene soli). Oni su "đubrivo" za alge i modrozelenne alge (cijanobakterije) pa dovode do prekomernog razvoja fitoplanktona, što se naziva i "cvetanje vode". Neke vrste modrozelenih algi proizvode i toksine koji dovode do uginuća drugih organizama, a neke imaju sposobnost da vodu dodatno obogaćuju azotom iz vazduha! Čitav ovaj proces se naziva eutrofizacija i teško ga je zaustaviti...

Zbog viška nutrijenata, povećan je i razvoj krupnijih vodenih biljaka i ekosistem sve više zarasta...

Nedostatak kiseonika i prisustvo otrovnih gasova dovodi do uginuća riba i drugih organizama...

KRAJ?

Razgradnja novonastale organske materije troši velike količine kiseonika i aerobni procesi se zamenjuju anaerobnim - stvaraju se vodonik-sulfid i metan.

KRAJ?

Sada je teško čak i ublažiti posledice - revitalizacija ovakvih ekosistema je veoma dugotrajna, komplikovana i skupa!

POTPUNO POGREŠAN IZBOR 5

Neprečišćene otpadne vode direktno dospevaju u vodene ekosisteme.

Sa njima, dolazi i velika količina organske materije i nutrijenata.

Otrovne supstance, koje su dospele sa otpadnom vodom ili su nastale u procesima razgradnje, direktno dovode do pomora živog sveta, ostavljajući trajne posledice.

HA, HA, HA...
DOŠLO JE MOJIM 5 (?) MINUTA!

Raznovrsnost živog sveta se smanjuje - mali broj vrsta se javlja u velikom broju...

Razgradnjom organske materije se stvara mulj koji se taloži, i ispunjava vodeni ekosistem...

KRAJ?

NIJE VAM JASNO ŠTA SE DESILO?
POGLEDAJTE REKONSTRUKCIJU SLUČAJA.

strana
19

Gube se mesta za turizam i rekreaciju...

KRAJ?

Kontaminiraju se podzemne vode, što dovodi do nedostatka ispravne vode za piće i širenja bolesti.

Nedostatak vode za navodnjavanje dovodi do suša, nedostatka hrane i globalnih sukoba...

KRAJ?

KRAJ?

KRAJ

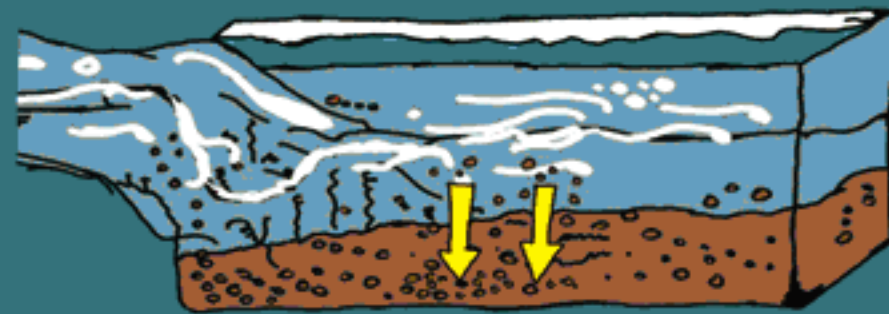
Mehaničko prečišćavanje obuhvata preliminarnu obradu, u kojoj se odstranjuju krupni predmeti i primarnu obradu, u kojoj se odstranjuju plutajuće i taložive čestice.

Krupni predmeti se zadržavaju na rešetkama i sitima, sa kojih se uklanjaju ručno ili pomoću automatskih grabulja, a zatim, kao čvrsti otpad, transportuju na deponiju.



FOLIJA POTPUNO ODGOVARA ONOJ SA MESTA ZLOČINA. IZGLEDA DA SADA IMATE VIŠE PODATAKA O SASTAVU. ŠEĆERI I PROTEINI SU SE SIGURNO RASTVORILI, MASTI SE NE RASTVARAJU, ALI GRADE EMULZIJU...

Sastojci: šećer, kakao, pšenično brašno, biljna mast, surutka u prahu, mleko u prahu, ulje
 Proteini: 8.4g
 Ugljeni hidrati: 54.9g
 Masti: 31.5g



U peskolovima se izdvajaju krupnije zrnaste čestice pravilnog oblika koje se brzo talože - pesak i šljunak.

Supstance koje plivaju na vodi - masti i ulja, odstranjuju se postupkom flotacije (isplivavanja) u specijalno konstruisanim mastolovima. Isplivavanje se pospešuje uduvavanjem mehurića vazduha sa dna bazena, a čestice sakupljaju sa površine uz pomoć automatskih zgrtača.



Čestice koje se sporije talože (suspendovane čestice), odvajaju se u primarnim taložnicima. Vodena faza preliva preko rubova, a talog se rotirajućim zgrtačima usmerava na dalju obradu. Talog izdvojen u ovoj fazi prečišćavanja se naziva primarni mulj.

Ne uklanja se sve podjednako lako! Zato se prečišćavanje sastoji od više kombinovanih fizičkih, hemijskih i bioloških postupaka.



BILO JE LAKO DA OTPADNU VODU OČISTIMO OD KRUPNIH PREDMETA I SUPSTANCI KOJE SE NE RASTVARAJU U VODI. ALI KAKO DA IZDVOJIMO RASTVORENE SUPSTANCI? DA LI POSTOJI REŠETKA KOJA BI ZADRŽALA MOLEKULE I JONE?



Žive ćelije imaju vrlo složene mehanizme kojima mogu da biraju koje će molekule ili jone da usvajaju. Svaka bakterija je fabrika za sebe - proizvodi brojne enzime koji omogućavaju biohemijske procese razgradnje i sinteze mnogih jedinjenja.

ZNAČI, PUSTIĆEMO BAKTERIJE DA POJEDU SUPSTANCI RASTVORENE U VODI?



DA, OTPADNA VODA JE ZA MNOGE MIKROORGANIZME IDEALNA SREDINA BOGATA HRANOM. ZAŠTO TO NE BISMO ISKORISTILI I NATURALI IH DA RADE ZA NAS? NARAVNO, MALO ĆEMO IM POMOĆI...



Sekundarna obrada obuhvata biološke postupke kojima se uz pomoć živih organizama ragrađuju rastvorene supstance (organska materija i jedinjenja azota i fosfora).

PA TO JE IZVRSNO, ALI DA BISMO ŠTO BOLJE ISKORISTILI MIKROORGANIZME U PREČIŠĆAVANJU, MORAMO IH BOLJE UPOZNATI... MOŽDA SAZNA MO I ŠTA SE DEŠILO SA OSTATKOM RASTVORLJIVOG SADRŽAJA IZ MISTERIOZNOG PAKETA...

strana
8



FUJ, MIKROORGANIZMI! TREBA SE REŠITI TE GAMADI!

strana
4

HEMIJSKO PREČIŠĆAVANJE

Hemijskim putem iz vode se odstranjuju supstance koje nisu biorazgradive (mikroorganizmi ih ne mogu koristiti u svojoj ishrani) ili negativno deluju na živi svet. Proces se zasniva na dodavanju hemikalija sa ciljem da se rastvorena jedinjenja prevedu u taloživi oblik ili da se jake kiseline, jake baze i otrovi hemijskim reakcijama prevedu u manje opasna jedinjenja.

Za pospešivanje taloženja se koriste i kogulanti (sredstva koja destabilizuju suspenzije) i flokulanti (sredstva koja podstiču grupisanje čestica u "pahulje").



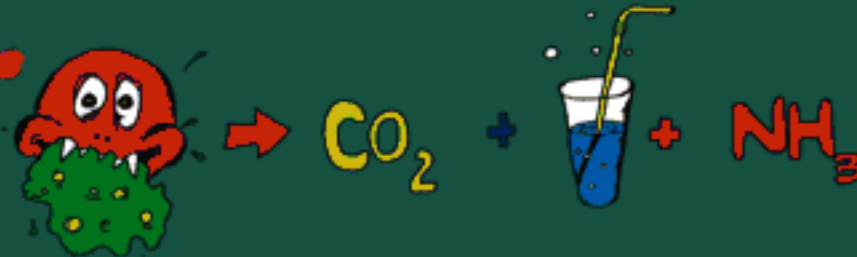
Hemijske metode prečišćavanja su prilično skupe (troše se velike količine hemikalija i stvaraju problemi zbrinjavanja mulja nastalog ovim postupkom) i treba ih primenjivati samo za uklanjanje onih supstanci koje se ne mogu eliminisati drugim postupcima (npr. u tretmanu pojedinih industrijskih otpadnih voda).

UKLANJANJE ORGANSKE MATERIJE - BIOOKSIDACIJA U AEROBNIM USLOVIMA

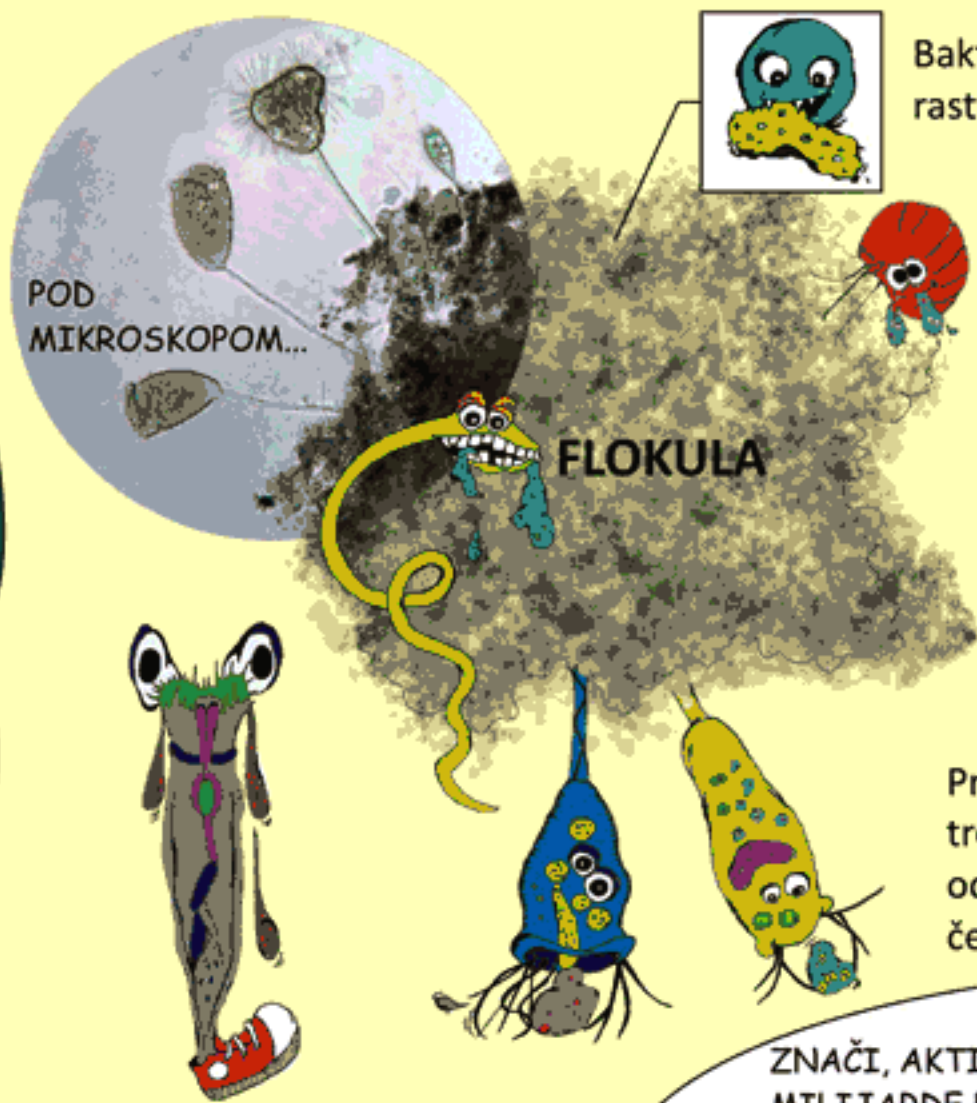
NEKI VIŠE VOLE AMINOKISELINE, A JA OBOŽAVAM OLIGOSAHARIDE IZ "BOOMERANG" ČOKOLADICA!

Mikroorganizmi u prisustvu kiseonika razlažu organsku materiju na ugljen-dioksid, vodu i amonijak, uz uvećavanje sopstvene biomase.

ZA RAZGRADNJU ORGANSKE MATERIJE SE TROŠE VELIKE KOLIČINE KISEONIKA, PA JE POTREBNO NJEGOVO DODAVANJE...



Aktivni mulj nastaje međusobnim povezivanjem bakterija, kvasaca, algi, praživotinja i višecelijskih životinja, čime se formiraju pahuljičaste strukture zvane flokule. Obično najveći deo flokula čine slepljene žive i mrtve bakterijske ćelije (više vrsta bakterija) i proizvodi njihovog metabolizma.



Bakterije se hrane organskom materijom rastvorenom u vodi, rastu i razmnožavaju se.

Pokretne praživotinje "brste" bakterije sa površine flokule i na taj način doprinose stvaranju flokula pravilnijeg oblika.

Slobodnoplivajuće praživotinje se hrane slobodnim bakterijskim ćelijama i sitnim organskim česticama.

Pričvršćene praživotinje se hrane tako što svojim trepljama filtriraju vodu i naj način je prečišćavaju od slobodnih bakterijskih ćelija i sitnih organskih čestica.

Od višecelijskih životinja, u aktivnom mulju se ponekad sreću rotifere i nematode...

ZNAČI, AKTIVNI MULJ JE KAO FABRIKA U KOJOJ RADI NA MILIJARDE RADNIKA, KOJI ZAVISE JEDNI OD DRUGIH! A ZAHVALJUJUĆI NJIHOVOJ SKLONOSTI DA SE UDRUŽUJU U FLOKULE, U STANJU SMO DA IH, U VIDU MULJA, ODVOJIMO OD PREČIŠĆENE VODE. ALI, ŠTA DA RADIMO SA TOLIKIM MULJEM?

strana
12

Mulj može da se gaji "slobodan" u aeracionim bazenima ili na različitim nosačima (npr. na rotirajućim pločama, filmovima, u vidu granula, itd.) Prečišćavanje se zasniva na istim principima, a razlikuju se samo način dodavanja kiseonika i način na koji se mikroorganizmi kasnije odvajaju od vode. Odabir metode zavisi od količine i tipa otpadne vode i prostora kojim raspolažemo.



BIOLOŠKO UKLANJANJE AZOTA IZ OTPADNIH VODA

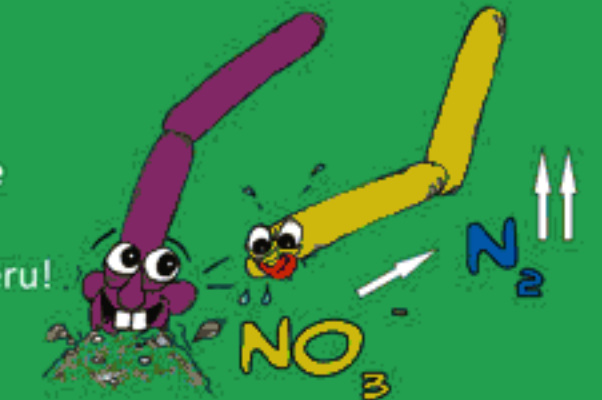


OD AMONIJAKA DO NITRATA - NITRIFIKACIJA

Pojedine bakterije imaju sposobnost da, u prisustvu kiseonika, umesto organske materije, za svoju ishranu upotrebljavaju ugljen-dioksid (kao izvor ugljenika) i amonijak (kao izvor energije)! Ove grupe bakterija oksiduju amonijak do nitrita i nitrata.

OD NITRATA DO AZOTA - DENITRIFIKACIJA

Nitrate, koji su nastali u procesu nitrifikacije, neke bakterije u anaerobnim uslovima koriste umesto kiseonika za oksidaciju organske materije, koju ugrađuju u svoju biomasu, uz izdavanje elementarnog azota, ugljendioksida i vode. Elementarni azot je gas i odlazi u atmosferu!



BIOLOŠKO UKLANJANJE FOSFORA



Kako da prevarimo bakterije da uzimaju više fosfora nego što im treba? Neke bakterije u aerobnim uslovima rastvorljive fosfate iz vode pretvaraju u nerastvorljive polifosfate koje skladište u vidu granula, dok ih u anaerobnim uslovima otpuštaju. Ova osobina je iskorišćena u biološkom uklanjanju fosfora! Kombinacijom aerobnog i anaerobnog tretmana, utičemo na ove bakterije akumulirati mnogo više polifosfata.

A PROBLEMI?

Kao što smo videli, biološko prečišćavanje nam pruža razne mogućnosti. Međutim, postoje i neka ograničenja i problemi. Ako želimo da mikroorganizmi uspešno odrade svoj posao, moramo im obezbediti uslove za rad. Nisu svi organizmi "idealni" za prečišćavanje. Na primer, ako se vlaknaste (končaste, filamentozne) bakterije razviju u velikom broju, njihove niti mogu da otežaju taloženje mulja, da izazovu njegovo bujanje, isplivavanje i stvaranje pene.

Uređaji za prečišćavanje nisu samo bazeni, cevi i građevine - to su fabrike u kojima glavni deo posla obavljaju živi organizmi. Njima se ne može upravljati kao mašinom. Rešavanje problema više liči na "lečenje bolesnika" - potrebno je proučiti simptome i postaviti dijagnozu!

strana
4

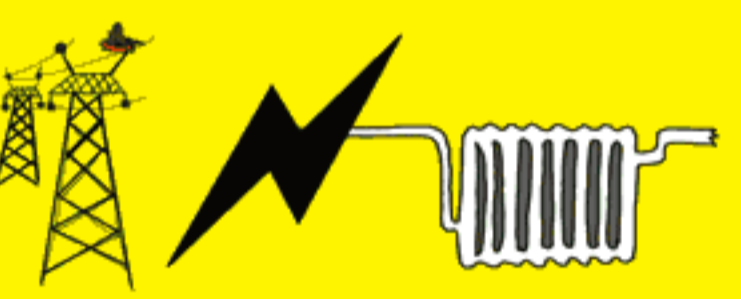
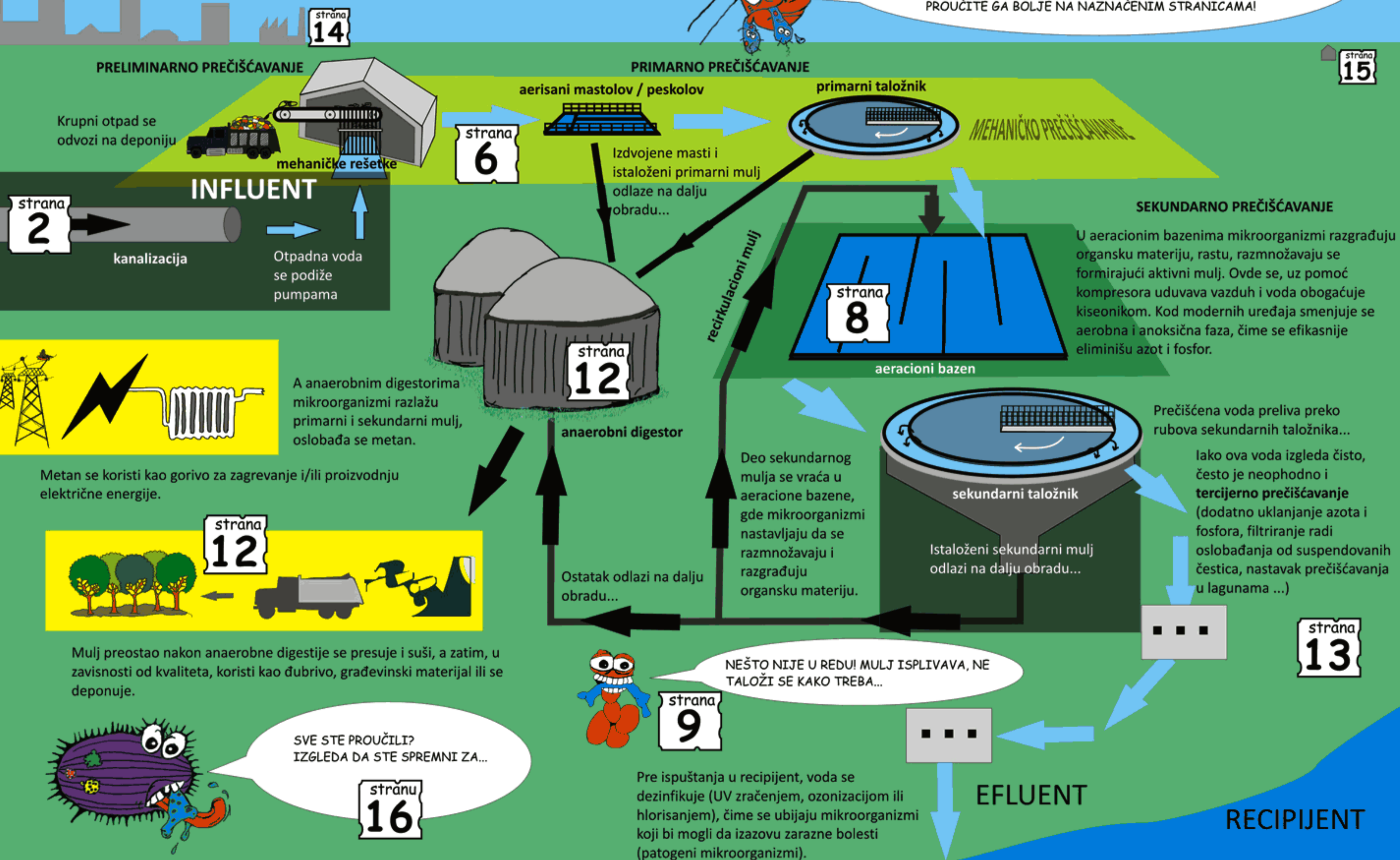


PLATILI SMO I SAGRADILI LEPO POSTROJENJE! I BETON JE ODLIČAN, NIJE ISPUCAO. UGRADILI SMO MODERNE I SKUPE UREĐAJE. ALI TIM MIKROSKOPSKIM NAPASTIMA JE NEMOGUĆE UGODITI! MI SMO SVOJ POSAO ZAVRŠILI, PA AKO NEĆE DA RADE, NE MORAJU!



Centralni gradski uređaji za prečišćavanje otpadnih voda su postrojenja na kojima se otpadna voda, dovedena kanalizacionim sistemom, prečišćava kombinacijom različitih tehnika. Sistemi se projektuju tako da odgovaraju količini i sastavu optadnih voda i tipu recipijenta u koji se vode ulivaju.

PROJEKTOVANJE UREĐAJA ZA PREČIŠĆAVANJE I UPRAVLJENJE NJIMA JE PRILIKA DA PRIMENIMO SVA ZNANJA I ISKUSTVA I POSTIGNEMO ŠTO BOLJE REZULTATE. AKO VAM NEKI PROCES NIJE JASAN, PROUČITE GA BOLJE NA NAZNAČENIM STRANICAMA!

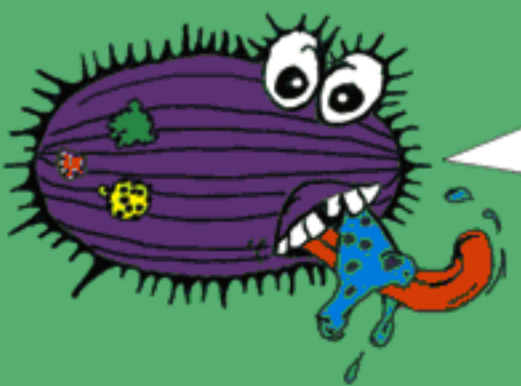


A anaerobnim digestorima mikroorganizmi razlažu primarni i sekundarni mulj, oslobađa se metan.

Metan se koristi kao gorivo za zagrevanje i/ili proizvodnju električne energije.



Mulj preostao nakon anaerobne digestije se presuje i suši, a zatim, u zavisnosti od kvaliteta, koristi kao đubrivo, građevinski materijal ili se deponuje.



SVE STE PROUČILI? IZGLEDA DA STE SPREMNI ZA...



NEŠTO NIJE U REDU! MULJ ISPLIVAVA, NE TALOŽI SE KAKO TREBA...

Pre ispuštanja u recipijent, voda se dezinfikuje (UV zračenjem, ozonizacijom ili hlorisanjem), čime se ubijaju mikroorganizmi koji bi mogli da izazovu zarazne bolesti (patogeni mikroorganizmi).

strana 14

strana 6

strana 2

strana 12

strana 8

strana 13

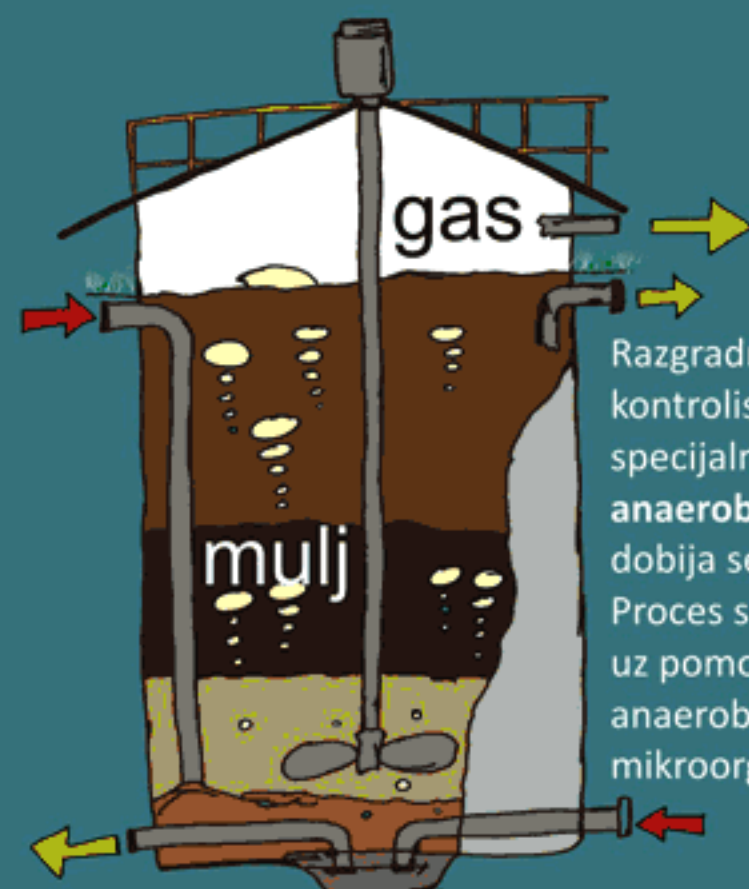
strana 9

stranu 16

strana 15

Tokom primarnog prečišćavanja, izdvojili smo talog iz otpadne vode u vidu mulja. Nakon toga smo, sekundarnim prečišćavanjem, podsticali pretvaranje rastvorene organske materije u mulj, uz pomoć mikroorganizama. Šta sada da radimo s muljem?

OBRADA MULJA UZ STVARANJE BIOGASA



Razgradnjom mulja u kontrolisanim uslovima u specijalno konstruisanim anaerobnim digestorima dobija se metan! Proces se odvija u više faza, uz pomoć više vrsta anaerobnih mikroorganizama.

Na taj način se obrađuje mulj koji nastaje tokom primarnog i sekundarnog prečišćavanja vode.

Preostali mulj se presuje i suši do određenog nivoa i dalje transportuje.

Mulj nastao u različitim fazama biološke obrade se može koristiti kao đubrivo. Ovakvom primenom se, osim što se rešava problem odlaganja mulja, smanjuje i upotreba veštačkih đubriva!

Dehidratirani mulj se može koristiti i kao dodatak građevinskom materijalu, a u najgorem slučaju, on završava na deponiji...



Zato i ispuštanje otpadnih voda u sistem kanalizacije sa centralnim prečišćavanjem mora da bude zakonski regulisano i strogo kontrolisano. Pojedine otpadne vode, ne samo da mogu da otežaju procese biološkog prečišćavanja, nego i da onemogućavaju iskorišćavanje nastalog mulja!

MASTI
CELULOZA
SKROB
PROTEINI



MMM... OLEINSKA
KISELINA IZ LEŠNIKA!
PRAVI DELIKATES...

CH₄

ZNAČI, NE SAMO
DA SE SMANJUJE KOLIČINA
MULJA, NEGO SE DOBIJA I GAS
KOJI MOŽEMO DA KORISTIMO
KAO GORIVO! OD JEDNOG
KILOGRAMA MASTI,
MIKROBIOLOŠKOM
RAZGRADNJOM MOŽE DA
NASTANE OKO 0.75 M³ METANA,
ČIJA JE ENERGETSKA VREDNOST
OKO 26000 KJ ILI 7.3 KWH!



strana
14

TREBA DA NAUČIMO
JOŠ SAMO NEKOLIKO
BITNIH STVARI I DA TO
PRIMENIMO U PRAKSI...

Da bi mulj mogao da se koristi u poljoprivredi, neophodno je da budu ispoštovani vrlo strogi propisi po pitanju njegovog kvaliteta, naročito u pogledu koncentracije teških metala!

ANAEROBNE LAGUNE



U anaerobnim lagunama se obrađuju otpadne vode sa farmi (opterećene organskom materijom i jedinjenjima azota i fosfora), ili otpadne vode prehrambene industrije. Kao i kod obrade mulja u anaerobnim digestorima, i ovde je moguće iskorišćavanje biogasa...

AERISANE LAGUNE

Lagune se mogu koristiti i u sekundarnom tretmanu industrijskih i poljoprivrednih otpadnih voda ili u tercijernom tretmanu u kome se nastavljaju prirodni biološki procesi u kojima se odstranjuju ostaci suspendovanih čestica i nutrijenata (jedinjenja azota i fosfora). Obično se gradi više serijski vezanih laguna, a vazduh uvodi pomoću turbina za aeraciju. Biološki procesi su slični onima u aktivnom mulju, s tim što ovde značajnu ulogu preuzimaju i drugi organizmi - alge, račići, fauna dna, kao i više biljke koje se u lagunama razvijaju...

VEŠTAČKE MOČVARNE ZONE



Mikroorganizmi razlažu organsku materiju (slično kao u procesu prečišćavanja aktivnim muljem, s tim što se ne dodaje vazduh), a biljke usvajaju jedinjenja azota i fosfora i odstranjuju ih iz vode.

Veštačka polja trske ili drugih vodenih biljaka se mogu koristiti za tercijerni tretman biološki prečišćenih voda, ali i za sekundarni tretman manje opterećenih voda.

Vodene bašte koje prečišćavaju vodu mogu da budu vrlo dekorativne i atraktivne!



GLUPOSTI! STVARAJ MULJ, RAZGRADUJ
MULJ! PRESIPANJE IZ ŠUPLJEG U PRAZNO!
JE L' VI, LJUDI, NEMATE DRUGA POSLA?

strana
4

14 ATMOSFERSKE VODE

Atmosferskim padavinama, u naselja dospeva velika količina vode, koja se sliva niz oluke i sisteme ulične drenaže.



Ove vode su manje organski opterećene od otpadnih voda iz domaćinstava - mogu da sadrže krupniji otpad i ostatke goriva i motornih ulja i za njihovo prečišćavanje su najčešće dovoljni fizički postupci...

U naseljima u kojima se ova voda meša sa ostalom kanalizacijom (tzv. mešoviti tip kanalizacije), otpadne vode se nepotrebno razblažuju, što otežava prečišćavanje, jer posle velikih padavina na uređaje pristiže velika količina vode. S druge strane, kišnica se nepotrebno "zagađuje" ostalim vodama.

U savremenim naseljima se atmosferska voda obično odvodi posebnim sistemima, ali su žitelji mnogih gradova od svojih "štedljivih" predaka nasledili mešovite tipove kanalizacije, a samim tim i brojne probleme...

INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE



A DA LI INDUSTRIJSKE VODE MOGU DA SE PREČIŠĆAVAJU NA CENTRALNIM GRADSKIM UREĐAJIMA?

U zavisnosti od vrste industrije, otpadne vode mogu biti različite po sastavu i ne postoji "univerzalna formula" po kojoj se sve mogu prečišćavati. Obično se, kao i kod otpadnih voda iz domaćinstava, kombinuju različite fizičke, hemijske i biološke metode.

TU MORAMO BITI VEOMA OBAZRIVI! INDUSTRIJSKE VODE KOJE SE PREČIŠĆAVAJU NA CENTRALNOM UREĐAJU NE SMEJU DA SADRŽE NIŠTA ŠTO OMETA PREČIŠĆAVANJE ILI UTIČE NA KVALITET DOBIJENOG MULJA!

Ponekad i otpadna voda koja nije otrovna i ne sadrži opasne supstance može negativno da deluje na procese prečišćavanja, jer se količinom, sastavom i dinamikom ispuštanja remeti sastav populacija mikroorganizama!

Zato industrijske otpadne vode iz proizvodnog procesa moraju da prođu predtretman - prečišćavanje kojim će se po svom sastavu prethodno izjednačiti sa otpadnim vodama iz domaćinstava.

Otrovne supstance, supstance koje nisu biorazgradive ili su opasne za životnu sredinu, ni u kom slučaju ne smeju da dospeju u prirodu niti da se mešaju sa ostalim otpadnim vodama! Ali to je tema neke druge detektivske priče....

PREČIŠĆAVANJE "NA LICU MESTA"

15

I SEPTIČKA JAMA JE SISTEM ZA BIOLOŠKO PRELIŠĆAVANJE!



PA, ZAŠTO SU ONDA SEPTIČKE JAME OZLOGLAŠENE KAO PRIMITIVAN NAČIN ZBRINJAVANJA OTPADNIH VODA?

NE, NISMO VIDELE TO ŠTO TRAŽITE, OVI NAŠI VEOMA VODE RAČUNA O TOME ŠTA BACAJU...



ZNAČI DA OTPADNA VODA PROLAZI KROZ SLIČNE FAZE PREČIŠĆAVANJA KAO NA CENTRALNIM GRADSKIM UREĐAJIMA, SAMO NA MANJEM PROSTORU.

Usled neodgovarajućeg projektovanja i održavanja, mogu da nastanu brojni problemi. Naročito je opasno ako dođe do kontaminacije podzemnih voda, ne samo organskom materijom već i patogenim mikroorganizmima!

Savremeni uređaji za prečišćavanje „na licu mesta“ projektuju se tako da u sebi objedinjuju različite faze fizičkog i biološkog prečišćavanja, uključujući dodavanje vazduha (aerobni tretman) i dezinfekciju izlaznih voda.

DOĐE MENI PRVI KOMŠIJA, KAD SE VRATIO IZ BOLNICE, PA PITA DA LI JE MOJA SEPTIČKA JAMA SA VIŠE KOMORA I KAKVA MI JE "DRENAŽA". MA, ČOVEČE, TEBI JE TA DIZENTERIJA U GLAVU UDARILA - KAŽEM JA NJEMU. NIJE TI TO SVEMIRSKI BROD, PA DA OD TOGA PRAVIMO FILOZOFIJU!

strana 10

Da bi sistemi za prečišćavanje bili efikasni (nezavisno od tipa prečišćavanja i veličine uređaja), neophodno je ozbiljno planiranje, upravljanje i praćenje! Ne mogu se zapustiti i prepustiti sami sebi!

Prečišćavanje otpadnih voda "na licu mesta" nije stvar prošlosti koja po svaku cenu treba da bude zamenjena centralnim uređajima! Ovakvi sistemi su jeftiniji i, uz pravilno održavanje, dugoročni i održivi.

strana 4

strana
18

ČESTITAM, DETEKTIVE. DOBRO
OBAVLJEN ZADATAK!
REKONSTRUKCIJA SLUČAJA JE NA
STRANI 18.

DA LI TO ZNAČI DA SADA U
VODENIM EKOSISTEMIMA NEMA
ORGANSKE MATERIJE I
NUTRIJENATA?

Ovakav vodeni ekosistem u stanju je
da se sam izbori sa procesima koji se
u njemu odvijaju i pruži šansu svim
organizmima da u njemu nađu svoje
mesto za život

NARAVNO DA NE!
TO SAMO ZNAČI DA
SE PRIRODNA RAVNOTEŽA
NE NARUŠAVA!

Biljke usvajaju jedinjenja azota i fosfora i uz
pomoć sunčeve svetlosti stvaraju organsku
materiju od ugljen-dioksida i vode

U fitoplanktonu se javlja veliki broj vrsta
algi koje obavljaju fotosintezu i oslobađaju
kiseonik i kojima se hrani, takođe raznovrstan
zooplankton

Zooplanktonom se hrane
ribe, koje su hrana većim
ribama

Pošto nema mnogo organske
materije koja se raspada, ima
dovoljno kiseonika za sve

RAZNOVRSNOST ORGANIZAMA
JE VELIKA - SVAKO IMA SVOJU
ULOGU U EKOSISTEMU

U vodene ekosisteme se uliva prečišćena
voda iz koje su odstranjeni organska
materija, jedinjenja azota i fosfora,
patogeni mikroorganizmi...

Organizmi koji žive na dnu su
raznovrsni i hrane se česticama mulja

Bakterije i ovde rade svoj posao - razlažu
organsku materiju, ali nje nema puno, pa se ni
bakterije ne javljaju u prevelikom broju

Ovakve vode, bez
"cvetanja",
truljenja i
ogromnog broja
bakterija, mnogo su
prijatnije za turizam
i rekreaciju, a mogu
se koristiti i za
navodnjavanje

Sprečili smo zagađenje
podzemnih voda, pa
su nam na
raspolaganju ostale
veće zalihe vode za
piće

SLUČAJ JE USPEŠNO REŠEN, VODE USPEŠNO
PREČIŠĆENE, A MIKROCISTIS JE OSTAO
PRAZNIH RUKU, DA SVOJ ŽIVOT NASTAVI
POVUČENO I SKROMNO...

KRAJ



Vaše informacije pomogle su da se transformacija "misterioznog paketa" kontroliše, i on je bezbedno dezintegrisan.



PA ZAR NIJE
NEUNIŠTIV?

JESTE, ALI MOŽE DA MENJA OBLIKE I
KRUŽI U PRIRODI UZ PROTOK ENERGIJE!



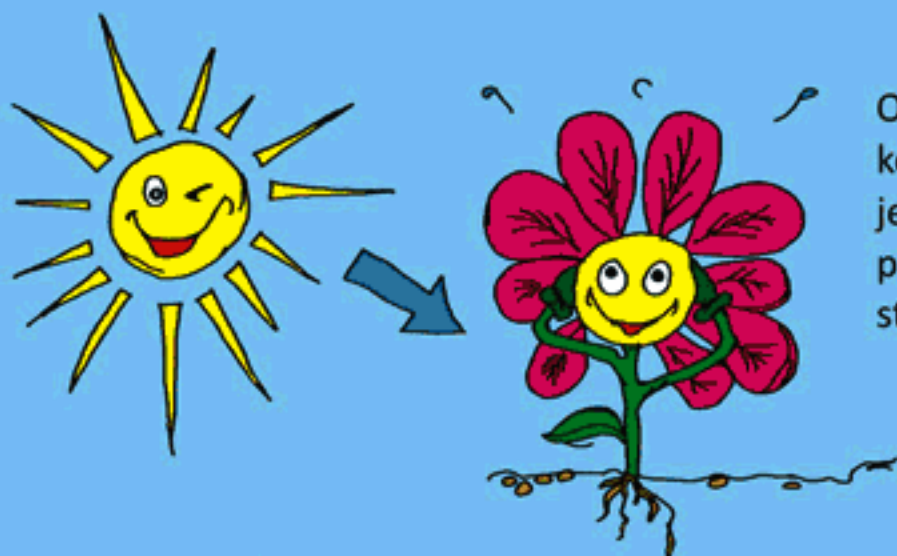
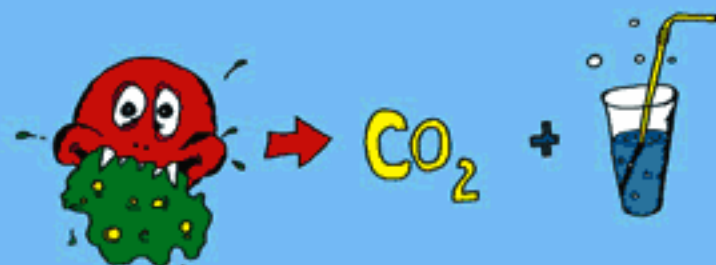
Šta se zapravo desilo? Kada je paket dospelo u kanalizaciju, najveći deo proteina i ugljenih hidrata rastvorio se u vodi, mlečne i biljne masti su sa vodom stvorile emulziju, dok su neke čestice ostale nerastvorene (npr. seckani lešnici).

Tokom prečišćavanja, plastična folija se zadržala na rešetkama i njen nalaz vam je pomogao da rešite slučaj. Da je niste sačuvali sa dokazima, završila bi na deponiji.



Masti su u mastolovu isplivale na površinu, a seckani lešnici su se istaložili u primarnom taložniku - i svi zajedno završili kao metan u anaerobnoj digestiji.

Mikroorganizmi su u aeracionim bazenima razložili rastvorene ugljene hidrate i proteine na ugljendioksid i vodu, azot se izdvojio u vidu gasa, a preostala jedinjenja fosfora su pretvorena u nerastvorni oblik istaložen u mulju.



Ostatak mulja je završio kao đubrivo za biljke, koje će koristiti jedinjenja azota i fosfora da od ugljen-dioksida (koji je nastajao u svim procesima razgradnje tokom prečišćavanja) i vode, uz energiju sunčeve svetlosti, ponovo stvaraju organsku materiju (šećere, proteine, masti...)

Stvar se otela kontroli i Mikrocistis se dokopao svog "plena" usled vaših loših potupaka (zbog neznanja ili nemarnosti!)

Niste smeli da dopustite da vam išta promakne! Morali ste da budete odgovorni za sve što je otišlo u kanalizaciju!

Zar ste mislili da sve može direktno da ode u prirodu, a da ne ostavi posledice?



Zar ste mislili da se koraci u prečišćavanju mogu preskakati i da možete da prevarite prirodne zakone?

Zar ste mislili da bez dovoljno znanja možete da izađete na kraj sa tako složenim procesima koji se odvijaju prilikom prečišćavanja?

Zar ste mislili da vode ima dovoljno i da s njom možemo da radimo šta hoćemo?



Sa misterioznim paketom, dogodilo se ono najgore. **Bez ikakve kontrole** dospelo je direktno u jezero! Plastična folija ostala je da pluta dok je voda ne izbaci na obalu. Masti, ugljeni hidrati i proteini krenuli su da se razlažu i troše kiseonik. Povećan je broj bakterija, jedinjenja azota i fosfora ostala su u vodi, čime su ubrzani procesi eutrofizacije.

Ali, sa takvom nemarnošću, moglo je biti i mnogo gore! U "misterioznom paketu" moglo je da bude i nešto mnogo opasnije, bilo šta! Ironično, ali takvo kockanje sa sudbinom, možda ne bi preživeo ni naš "zli" Mikrocistis!



AERACIJA - dodavanje vazduha u vodu

AEROBNI ORGANIZMI - oni kojima je za život neophodno prisustvo slobodnog kiseonika

AKTIVNI MULJ - skup zajednica mikroorganizama koje se gaje uz dodavanje kiseonika i razgrađuju organsku materiju u procesu sekundarnog prečišćavanja otpadne vode

ANAEROBNI ORGANIZMI - oni koji su u stanju da žive bez prisustva slobodnog (gasovitog ili rastvorenog) kiseonika

AUTOTROFNI ORGANIZMI - oni koji stvaraju organska jedinjenja od neograničenih koristeći energiju svetlosti ili hemijsku energiju neorganskih jedinjenja

BIODEGRADABILNE SUPSTANCE - biorazgradive supstance, mikroorganizmi su u stanju da ih razlažu

BIOMASA - ukupna suva masa živih organizama

BIOREAKTOR - bazen u kome se uzgajaju mikroorganizmi koji se koriste u biotehnološkom procesu

BPK - Biohemijska potrošnja kiseonika, mera količine biorazgradive organske materije u vodi

CIJANOBakterije - modrozelenne alge, prokariotski organizmi koji vrše fotosintezu

CVETANJE VODE - prekomeran razvoj fitoplanktona (algi i cijanobakterija)

DENITRIFIKACIJA - redukcija oksidovanih oblika azota (NO_3^- i NO_2^-) do gasovitog azota N_2 koji odlazi u atmosferu

DETRITUS - nežive organske čestice (mrtvi delovi organizama i produkti njihovog metabolizma)

DEZINFEKCIJA - proces uništavanja mikroorganizama

DIGESTIJA - razlaganje složenih organskih jedinjenja na jednostavnija, od strane organizama

EFLUENT - otpadna voda koja se (prerađena ili neprerađena) ispušta u površinske tokove

EKVIVALENT-STANOVNIK - prosečna vrednost potrošnje vode koja se može izraziti u količini vode, organske materije, suspendovanih čestica ili ukupnog azota koji prosečan stanovnik ispusti tokom dana

EMULZIJA - mešavina supstanci koje se ne rastvaraju jedna u drugoj, već se jedna unutar druge nalazi u vidu sitnih kapljica

ENZIMI - Proteini koji ubrzavaju biohemijske reakcije (=biokatalizatori)

EUTROFIZACIJA - povećanje primarne produkcije usled dotoka nutrijenata (soli azota i fosfora) u vodu

FERMENTACIJA - anaerobna respiracija, oslobađanje energije iz organskih jedinjenja bez prisustva slobodnog kiseonika

FILAMENTOZNE BAKTERIJE - končaste (vlaknaste) bakterije koje se javljaju u aktivnom mulju i mogu da otežaju njegovo taloženje

FITOPLANKTON - sitni lebdeći organizmi u vodi koji vrše fotosintezu (cijanobakterije i alge)

FLOKULA - pahuljičasta tvorevina nastala udruživanjem živih i mrtvih mikroorganizama i produkata njihovog metabolizma

FLOKULACIJA - proces grupisanja čestica u pahuljičaste strukture izazvan hemijskim supstancama (flokulantima) ili živim organizmima

FLOTACIJA - odvajanje supstanci postupkom isplivavanja

FOTOSINTEZA - proces pretvaranja svetlosne energije u hemijsku - od ugljendioksida i vode se sintetišu šećeri

HETEROTROFNI ORGANIZMI - oni koji energiju dobijaju ishranom organskim jedinjenjima ugljenika

HPK - hemijska potrošnja kiseonika, mera količine ukupne organske materije u vodi

INFLUENT - neprerađena otpadna voda koja se uliva u postrojenje ili rezervoar

KOAGULACIJA - proces destabilizacije suspenzije izazvan hemijskim supstancama - koagulantima

KOLIFORMNE BAKTERIJE - stanovnici debelog creva toplokrvnih životinja, indikatori fekalnog zagađenja voda

LAGUNE - udubljenja u zemlji dubine 1-4 m koje služe za sekundarno i tercijerno prečišćavanje u aerobnim ili anaerobnim uslovima

MIKROORGANIZMI - organizmi mikroskopskih dimenzija

MULJ - talog koji se javlja tokom bilo koje faze u prečišćavanju, ili kao posledica taloženja polučvrstih čestica u prirodnim ekosistemima

NITRATI soli azotne kiseline (NO_3^-)

NITRIFIKACIJA - biološka oksidacija amonijaka (NH_3) do nitrata (NO_3^-)

NITRITI - soli azotaste kiseline (NO_2^-)

NUTRIJENTI - supstance koje živi organizmi moraju da uzimaju iz spoljašnje sredine da bi opstali

OKSIDACIJA - sjedinjavanje neke materije sa kiseonikom

ORGANSKA MATERIJA - jedinjenja proizvedena od strane živih organizama koja se uglavnom sastoje od ugljenika, vodonika, kiseonika i azota

PATOGENI ORGANIZMI - organizmi koji mogu da izazovu bolesti

PRELIMINARNO PREČIŠĆAVANJE - ostranjivanje krupnih plutajućih predmeta iz vode u početnim fazama prečišćavanja

PRIMARNO PREČIŠĆAVANJE - eliminacija masti i ulja, peska šljunka i taloživih čestica iz otpadne vode

PROTOZOA - praživotinje, jednoćelijski heterotrofni organizmi

RECIPIJENT - vodeno telo u koje se ulivaju (prečišćene) otpadne vode

RECIRKULACIONI MULJ - mulj koji se iz sekundarnih taložnika vraća u aeracione bazene, kako bi se ubrzali procesi prečišćavanja

RESPIRACIJA - proces oslobađanja energije iz organskih jedinjenja, u prisustvu kiseonika (aerobna respiracija) ili bez njega (anaerobna respiracija = fermentacija)

SAPROTROFI - organizmi koji se hrane neživom organskom materijom

SEKUNDARNO PREČIŠĆAVANJE - eliminacija biorazgradive organske materije u vodi biološkim postupcima

SUSPENDOVANE ČESTICE - Sitne čestice u vodi koje se mogu otkloniti filtriranjem

TERCIJERNO PREČIŠĆAVANJE - završna faza prečišćavanja pre ulivanja u recipient; obuhvata eliminaciju nutrijenata, preostalih suspendovanih čestica, dezinfekciju...

TOKSIČNE SUPSTANCE - one koje izazivaju trovanje živih organizama



CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад
628.3(02 .027.3)
Рех, Жика

Biološko prečišćavanje otpadnih voda: detektivska priča sa više završetaka / Žika Reh i Sandra Čokić. - Subotica : Udruženje ljubitelja prirode "Riparia", 2008 (Subotica : Protec). - 24 str. ; 21 cm
Tiraž 3.000.
ISBN 978-86-87337-00-8
1. Чокић, Сандра
а) Отпадне воде (популарна наука)
COBISS.SR-ID 229704711

Zahvaljujemo prof. dr Olgi Petrović i Bojani Burger na sugestijama i pomoći prilikom izrade knjižice. Izvinjavamo se vrstama iz roda *Microcystis* što je, radi dramaturgije, glavni negativac ove priče dobio njihovo ime. Iako su ove modrozelenne alge (cijanobakterije) čest pratilac "cvetanja" voda u Vojvodini, "zle vrste" u prirodi ne postoje! Svaka od njih ima svoju ulogu u biosferi, bez obzira da li se to nama dopada ili ne. A najčešće smo upravo mi ti koji svojim aktivnostima izazivamo poremećaje i omogućavamo im da "pomahnitaju"...

AUTORI