

Fakultet tehničkih nauka
Inženjerstvo zaštite životbe sredine i zaštite na radu
Predmet Napredne tehnike u prečišćavanju otpadnih voda
Tercijarni proces prerade otpadne vode
Dr Nataša Elezović

Procesi tretmana otpadne vode

- ▶ Sekundarni tretmani nakon kojih se dobija tretirana voda pogodna za ponovnu upotrebu;
- ▶ Tercijalni tretmani bez dezinfekcije, sa krajnjim proizvodom koji omogućavaju ponovnu upotrebu;
- ▶ Potpuni tercijarni tretmani, uključujući pred-tretman za dezinfekciju i dezinfekciju.



1. Prvi stepen prečišćavanja 1.1 Septičke jame 1.2 Imhoffov taložnik 1.3 Konvencionalni prvi stupanj čišćenja 1.4 Napredni prvi stupanj prečišćavanja (dodavanje kemikalija)	2. Sistemi sa stabilizacijskim bazenima 2.1 Fakultativni i bazeni 2.2 Anaerobni bazeni + fakultativni bazeni 2.3 Aerasane lagune, potpuno miješanje + taložnik 2.4 Anaerobni bazen + fakultativni bazeni + bazeni za dozrevanja 2.5 Anaerobni bazen + fakultativni bazen + visoko opterećeni bazen 2.6 Anaerobni bazen + fakultativni bazen + uklanjanje algi
3. Sistemi sa prečišćavanjem na tlu i u tlu 3.1 Prečišćavanje sporim tečenjem po tlu 3.2 Brza infiltracija 3.3 Površinsko tečenje 3.4 Umjetne/izgrađene močvare	4. Anaerobni reaktori 4.1 Septička jama + anaerobni filter 4.2 Septičkajama + infiltracija 4.3 UASB reaktor + aktivni mulj 4.4 UASB reaktor + potopljeni aerirani biofilter 4.5 UASB reaktor + anaerobni filteri 4.6 UASB reaktor + visoko opterećeni prokapnik 4.7 UASB reaktor + flotacija zrakom 4.8 UASB reaktor + bazeni za dozrijevanje 4.9 UASB reaktor + fakultativni aerirani bazeni 4.9 UASB reaktor + fakultativne aerirane lagune 4.9 UASB reaktor + fakultativno površinsko tečenje Uplow Anaerobic Sludge Blanket
5. Sustavi aktivnog mulja 5.1 Konvencionalni aktivni mulj 5.2 Aktivni mulj + produžena aeracija 5.3 Alternirajući reaktor + produžena aeracija 5.4 Konvencionalni aktivni mulj sa uklanjanjem N 5.5 Konvencionalni aktivni mulj sa biološkim uklanjanjem N i P 5.6 Konvencionalni aktivni mulj + naknadna filtracija	6. Aerobni biofilm reaktori 6.1 Nisko opterećeni prokapnik 6.2 Visoko opterećeni prokapnik 6.3 Potopljeni aerisani biofilter sa nitrifikacijom 6.5 Okretni biološki nosači
7. Sistemi za popravlanje efluenta 7.1 Mikro- i ultrafiltracija 7.2 Reverzna osmoza 7.3 Elektrodijaliza 7.4 Apsorpcija 7.5 Uduvanje vazduha 7.6 Izmjena iona 7.7 Napredni oksidacijski proces 7.8 Destilacija 7.9 Hemijska precipitacija - talo 7.10 Hemijska oksidacija	8. Hibridni sistemi 8.1 Membranski biološki reaktori (aerobni i anaerobni) -

www.swarm.ni.ac.rs

Konvencionalni sekundarni tretman

TIP TRETMANA	TEHNOLOGIJA	KOMENTAR
FIZIČKI	NAKNADNO TALOŽENJE	Lagune za sazrevanje, taložnici... Trebalo bi dodati reaktante. Mešanje je potrebno. Potrebna je pauza između procesa
	KOAGULACIJA-FLOKULACIJA	
	FILTRACIJA	Membranske tehnologije (nano i ultrafiltracija, reverzna osmoza), opsežni sistemi sa filterima (pesak, organska materija, ugalj, višeslojni filteri ...)
HEMIJSKI (BEZ DEZINFEKCIJE)	DEZINFEKCIJA	Obično su membranske tehnologije (reverzna osmoza, reverzna elektrodijaliza)
	KOAGULACIJA-FLOKULACIJA	Trebalo bi dodati reaktante. Mešanje je potrebno. Potrebna je pauza između procesa
MIKROBIOLOŠKI	TEHNOLOGIJE FIKSNOG NIOFILMA (npr. MOKRA POLJA, INFILTRACIJA-PERKOLACIJA)	Transformacija hranljivih sastojaka (uglavnom N), hemikalija i organskih materija (u zavisnosti od redoks stanja)
	LAGUNE ZA SAZREVANJE	Taloženje, može doći do nagle pojave algi
KOMBINOVANI SISTEMI	EKSTENZIVNI SISTEMI (sem laguna)	Površinska i dubinska filtracija u sistemima sa peskom, zemljom, supstratom... Aktivna uloga fiksnih biofilмова. Transformacija N oblika u zavisnosti od aerobnih, anoksičnih ili anaerobnih uslova
	MBR (MEMBRANSKO BILOŠKI REAKTORI)	Kombinuje klasični aktivirani mulj (biološki reaktor) i u istom rezervoaru membranu za odvajanje aktivnih taloga - mulja

USLOVI KOJE TREBA RAZMOTRITI U SISTEMU ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU O PREČIŠĆAVANJU OTPADNIH VODA/OBJAŠNENJA I ZAPAŽANJA		
KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	Zavis od porekla: komunalne, industrijske, poljoprivredne, kao i smeše pomenutih vrsta otpadne vode	Opterećenje / varijacije koncentracije zagađujućih supstanci utiču na konačnu odluku o tretmanu koji će se primeniti
KOLIČINA OTPADNE VODE KOJA SE TRETIRA	Zavis od korišćenja vode u domaćinstvima i u industriji, kao i ekonomije društva korisnika.	Obično se kvantifikuje kao ekvivalentn stanovnik (npr.). Protok ima dnevni, nedeljni, mesečni i godišnji obrazac u odnosu na aktivnosti stanovništva i klimu.
TREKUTNA REGULATIVA	Evropska direktiva za otpadne vode koja se primenjuje za pojedine zemlje unutar ili izvan EU, nacionalna i lokalna pravila i uredbe. Reklamacija i ponovna upotreba otpadnih voda nisu regulisani zakonima EU, već zakonima pojedinih zemalja	Definiše konačni kvalitet tretirane vode (koja se treba zbrinuti) i ponovo protzvedene vode (koja se ponovo koristi)
DOSTUPNA TEHNOLOGIJA	Zavis od tehnološkog i ekonomskog kapacitet, kao i najbolje raspoložive tehnologije (BAT) koje se primenjuju	Uprave su konzervativne u pogledu tehnologije
INTEGRACIJA U PEJZAŽ I ŽIVOTNU SREDINU	Zavis od tehnologije, specifične lokacije objekta i njegovog upravljanja	Prirodni sistemi su pogodniji za pejzažnu integraciju. Osjetljivost korisnika / vlasti je važna
EKONOMIJA	Kapacitet za adekvatan rad i održavanje sistema. Ograničenje finansijske sposobnosti / definiše izbor	Teoretski svi troškovi trebaju biti uključeni u cenu vode. Ponekad je takav pristup nemoguć.
SOCIJALNA PRIHVATLJIVOST	Zavis od lokacije i karakteristika objekta i obrazovanja ljudi	Pod uticajem zahteva krajnjih tržišta i politike komunikacije
CENTRALIZACIJA/DECENTRALIZACIJA	Nekoliko gradova deli jednu jedinicu za tretman otpadnih voda/ svaki grad ima svoj pogon	Može da zavisi od inženjerskih rešenja i vremena izgradnje
KVALITET EFLUENTA	Zavis od smernica za obradu i ponovnu upotrebu otpadnih voda, koje mogu definisati zakonski prihvaćene tehnologije i aktivnosti stanovništva	Potrebno je izvršiti veliki broj analiza, ali SSP i HACCP pristupi mogu smanjiti broj analiza.
UPRAVLJANJE NUTRIJENTIMA	Ako se tretirana voda treba ispustiti u osetljivim područjima ili upotrebiti ponovno u postrojenju za tretman, potrebno je smanjenje sadržaja hranjivih sastojaka	U intenzivnim sistemima tretmana otpadne vode smanjenje hranjivih sastojaka može biti skupo u pogledu potrošnje energije
MOGUĆNOSTI ZA PONOVO KORIŠĆENJE	Potrebni krajnji kvalitet kako bi se tretirana otpadna voda koristila utvrđen je zakonodavstvom. Količina raspoloživih resursa (osim reciklirane vode) upravlja uspehom ponovne upotrebe otpadne vode	Postoji nekoliko mogućih načina upotrebe, sa definisanim kvalitetom tretirane otpadne vode za svaku od njih. Poljoprivreda, industrija i prihranjivanje podzemnih voda su najčešći načini ponovne upotrebe
RECIKLAŽA: IINDUSTRIJA, GRADEVINE, DRUGE STRUKTURE	VELIKE	Označeno i regulisano unutrašnjom upotrebom (npr. u industriji) i potrebnim kvalitetom za svaku svrhu ponovnog korišćenja.
DOSTUPNA POVRŠINA		Tehnologija prilagođena mestu objekta. Tehnologije koje zahtevaju velike površine zemljišta se ne mogu primeniti tamo gde je zemljište skupo
		Lokacija objekta utiče na izbor tretmana (npr. urbanizovana područja gde je objekat unutar zgrade).

Napredni tercijarni tretmani

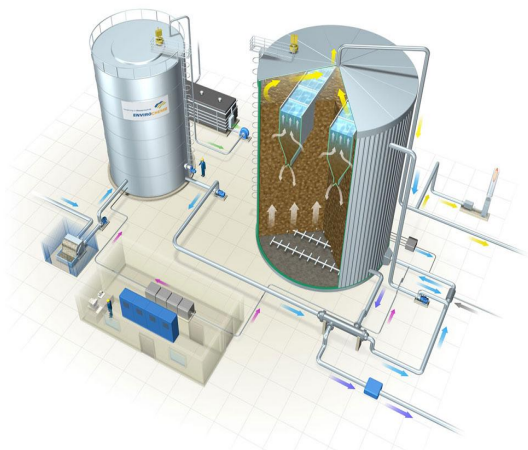
Na osnovu brojnih tehnologija dostupnih za tercijarni tretman otpadne vode, kombinacija procesa garantuje ispunjavanje visokih standarda kvaliteta vode čak i za direktnu upotrebu tretiranih otpadnih voda.

Uklanjanje hranjivih sastojaka može se izvršiti biološkim procesima (nitrifikacija i denitrifikacija). Za uklanjanje biološkog fosfora potreban je anaerobni reaktor kao prvi biološki reaktor u liniji tretmana otpadne vode, što dovodi do rasta organizama koji akumuliraju fosfor.



Napredni tercijarni tretmani

Hemijsko uklanjanje fosfora temelji se na procesu taloženja upotrebom koagulanata na bazi aluminijuma ili gvožđa i može se postići veliko uklanjanje (95%), ali rezultuje većom proizvodnjom mulja i povezanim troškovima zbrinjavanja mulja.



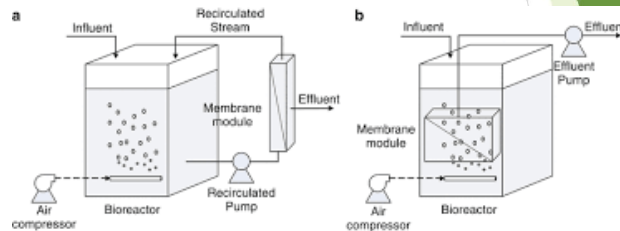
Napredni tercijarni tretmani

Ukupne suspendovane čvrste čestice (eng. Total suspended solids, TSS) mogu se efikasno ukloniti granuliranom podlogom (često filtracijom kroz pesak) ili koagulacijom (obično uključuje flokulaciju, taloženje i filtraciju peskom).



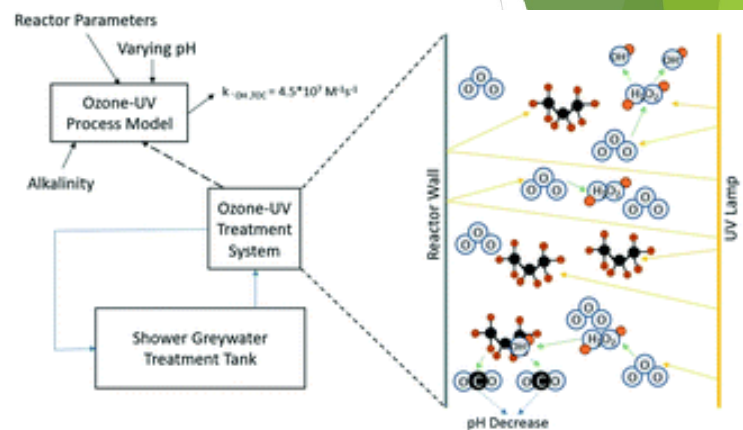
Napredni tercijarni tretmani

Procesi na bazi membrane (mirkofiltracija / ultrafiltracija, MF / UF, MBR) su takođe vrlo efikasni (nanofiltracija / reverzna osmoza NF / RO su selektivniji od MF / UF i koriste se za tretiranje vode sa veoma niskim nivoom zamućenja).



Napredni tercijarni tretmani

Među naprednim procesima oksidacije (AOP), ozoniranje je najefikasnije, dok procesi na bazi UV nisu efikasni za tretiranje vode sa visokim nivoom TSS. Jedini postupak koji efikasno uklanja TDS je NF / RO.



Napredni terciarni tretmani

Patogeni se u određenoj meri uklanjaju pomoću nekoliko procesa, ali za ponovnu upotrebu potrebna je primena fizičko-hemijskih procesa (hloriranje, hloraminacija, ozoniranje, AOP), ali i membranski procesi ili projektovani prirodni sistemi (tretman u sistemu zemljište akvifer, obalska filtracija, izgrađena močvarna područja) mogu imati važnu ulogu u uklanjanju patogena.

Metali se mogu delimično ukloniti primenom nekoliko procesa, ali najveće uklanjanje se postiže koagulacijom / taloženjem ili NF / RO.

