

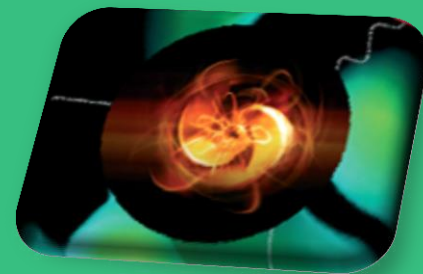


Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

Konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov

Od opazovanja in raziskovanja do znanja

Laško, 19. november 2013



MODEL ČISTILNE NAPRAVE

Barbara Dvornik

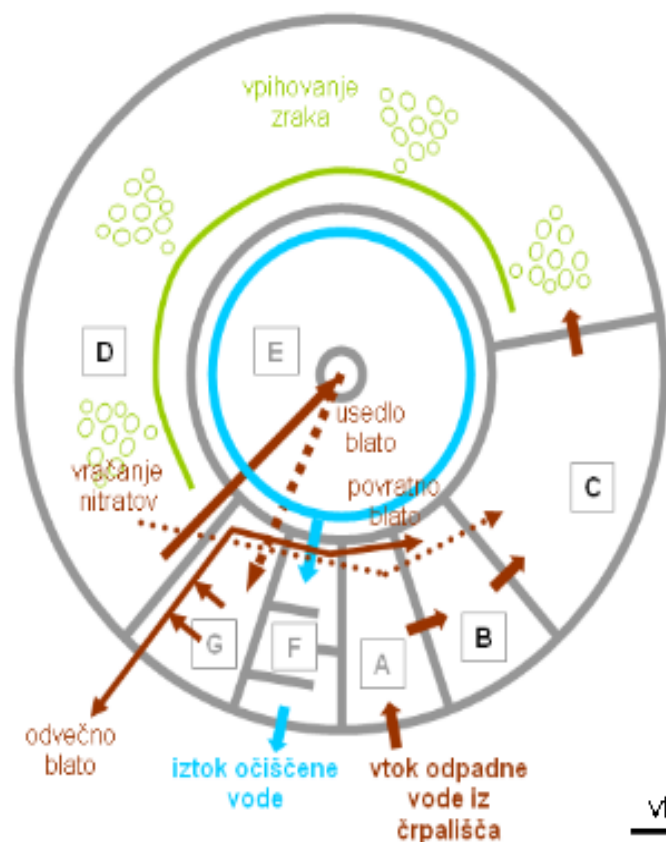
barbara.dvornik@guest.arnes.si

Čiščenje odpadnih voda

- mehansko
- biološko
- kemijsko
- usedanje



Centralna čistilna naprava Sežana

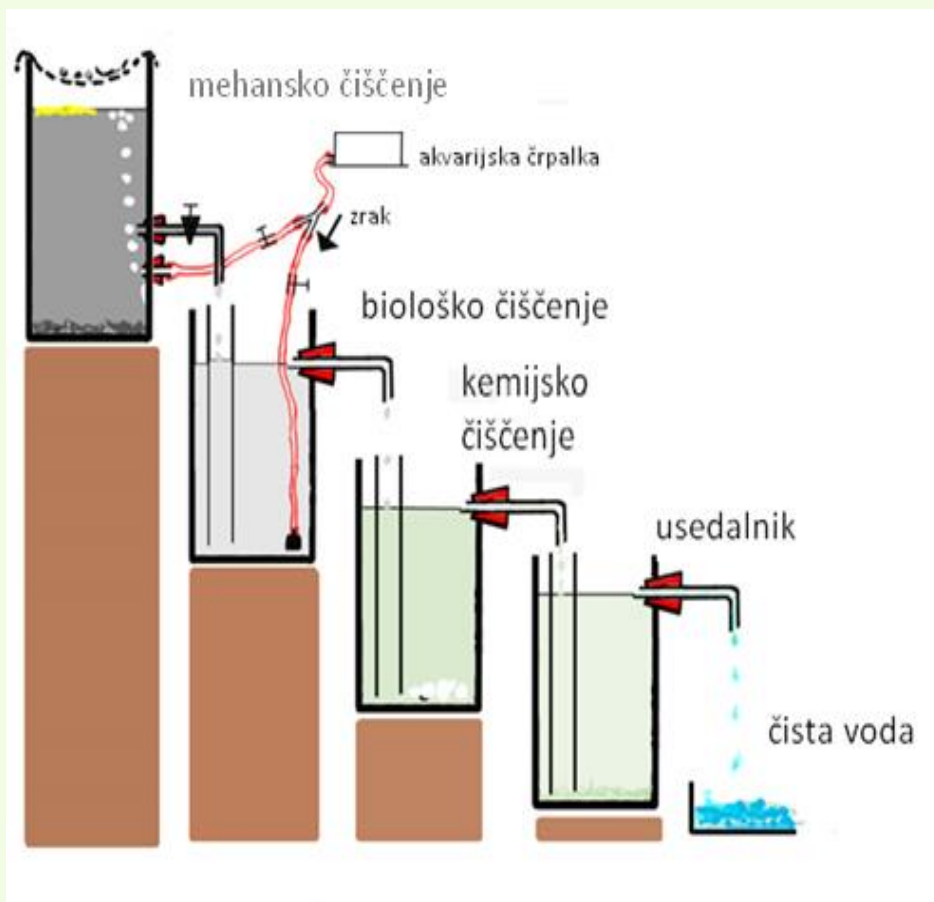


LEGENDA:

- A – ozračeni peskolov in maščobolovnik
- B – defosfatizacija (anaerobni reaktor)
- C – denitrifikacija (anoksični reaktor)
- D – oksidacija in nitrifikacija (aerobni reaktor)
- E – sekundarni usedalnik
- F – iztok očiščene vode
- G – črpališče povratnega in odvečnega blata



Model čistilne naprave



<http://www.experimente-in-der-schule.de/sekundarstufe/biotechnologie.php?offset=13>



Prilagoditve

- odpadna voda
- aktivno blato (segrevanje)
- čas zadrževanja odpadne vode v ČN
- analiza vode

Mehansko čiščenje

Odstranjevanje peska in drugih delcev, vej, listov, odstranjevanje maščob in finega blata.

Vodo očistimo finega blata z vpihavanjem zraka.

Maščobe odstranimo s papirnato brisačko.

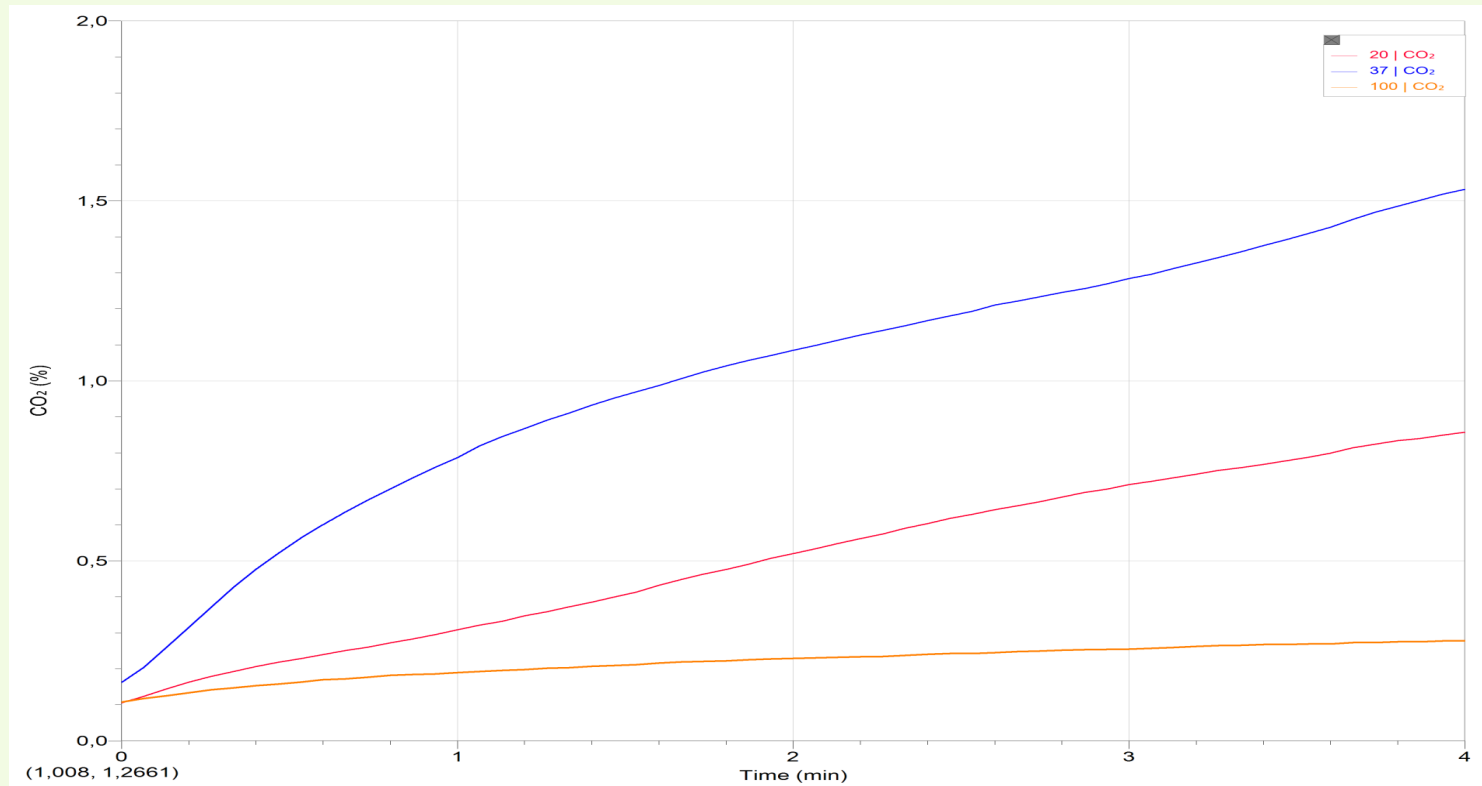


Biološko čiščenje

Ob prisotnosti kisika in ustrezni temperaturi pretvorijo kvasovke sladkor v ogljikov dioksid, vodo in energijo, živahno se množijo.



Vpliv temperature na fermentacijo kvasovk



Merjenje koncentracije glukoze

Za določanje koncentracije glukoze pripravimo raztopine s padajočo vsebnostjo glukoze (1.0 M, 0.5 M, 0.3 M, 0.1 M, 0.05 M).

Posamezni raztopini dodamo enako količino Fehlinga I+II in segrejemo v vodni kopeli.

Oblikovali smo umeritveno krivuljo.

Lahko uporabimo tudi napravo za merjenje glukoze, ki jo uporabljajo sladkorni bolniki.



Kemijsko čiščenje

Z uporabo flokulanta povzročimo razvoj in usedanje kosmičev. Odstranimo fosfate, v kosmiče se ujamejo tudi kvasovke.

Rahlo mešamo.

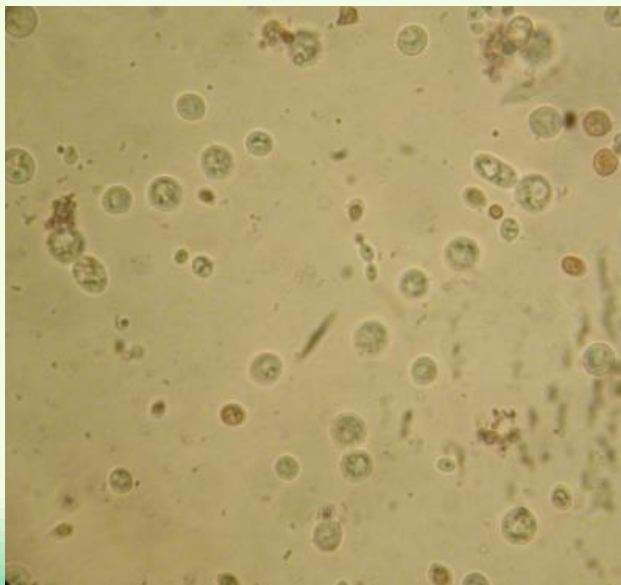
Flokulant po potrebi dodamo.



Usedanje

Aktivno blato vsebuje žive kvasovke. Lahko jih ponovno vrnemo v proces, v 2. posodo.

Aktivno blato 1000 X



Pripomočki za izdelavo modela:

- laboratorijsko stojalo
- 4 obroči z mufo
- 4 ploščice (lesene) 12 X 12 cm
- mufa, prižema, nekaj stiščkov
- 5 plastenk 1,5 L
- 5 steklenih cevk, ravne ali ukrivljene v L,
- plastična ali gumijasta cevka dolžine cca 10 cm in premera 0,5 cm
- 3 plastične cevi, dolžine cca 30 cm in premera 2-3 cm
- erlenmajerica za prečiščeno vodo
- spajkalnik
- pištola za talilno lepilo
- škarje
- akvarijska črpalka z dvema cevkama, Y razdelilec, 1 ventilatorski kamen
- akvarijski grelec, termometer
- akvarijska mrežica





Priprava posod in stojala

- Posoda za odpadno vodo: plastenki odrežemo zgornjih 10 cm. S spajkalnikom naredimo dve odprtini, v kateri bomo s talilnim lepilom pritrdili stekleni cevki. Cevka, skozi katero bo tekla odpadna voda v posodo za biološko čiščenje, naj bo na višini $\frac{1}{3}$ plastenke (od dna), zrak pa bomo vpihovali skozi cevko, ki naj bo nekaj centimetrov pod prvo cevko. Tako ustvarimo krožni tok, ki delcem umazanije onemogoča prehajanje v odtok. Na zgornjo cevko nataknejo kratko gumijasto cevko s stiščkom, spodnjo bomo povezali z akvarijsko črpalko.
- Priprava plastenk za biološko in kemijsko čiščenje ter usedalnik: odrežemo zgornjih 10 cm in na $\frac{2}{3}$ od dna posode pritrdimo stekleno cevko za iztok. V posode s talilnim lepilom prilepimo še plastične cevke, od dna naj bodo oddaljene cca 2 cm.
- Na 4 laboratorijske obroče s talilnim lepilom prilepimo lesene ploščice.



Raztopine, suspenzije

- **Aktivno blato:** 2 g suhega kvasa razmešamo v 200 ml mlačne vode.
- **Odpadna voda:** (v 1 L) : nekaj peska, nekaj zemlje, koščki papirja in žagovine ali majhnih koščkov lesa, 10 g glukoze, 2 mL jedilnega olja, 10 mL mleka, 2 g natrijevega fosfata Na_3PO_4 . Pripravimo je 2 L.
- **Dokaz sladkorja:** Fehlingovi raztopini I in II (lahko tudi naprava za merjenje glukoze v krvi)

Fehlingov reagent I: 7,0 g $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ raztopimo v 100 mL vode.

Fehlingov reagent II: 12 g natrijevega hidroksida NaOH in 34 g kalijevega natrijevega tartrata raztopimo v 100 mL vode. Raztopini mešamo v razmerju 1:1.

- **Kemijsko čiščenje:** 20 g železovega klorida FeCl_3 raztopimo v 100 mL vode

Sestavljanje in priprava modela

- Na laboratorijsko stojalo namestimo obroče z deščicami in pripravljene plastenke.
- Črpalko za zrak priključimo na 1. posodo, cevko z ventilatorskim kamnom damo v 2. posodo. **POZOR:** črpalka mora biti nameščena višje od nivoja tekočine v posodi z odpadno vodo!
- Odpadno vodo preko akvarijske mrežice nalijemo v 1. posodo. Iztok v 2. posodo je zaprt.
- BIOLOŠKO ČIŠČENJE: aktivno blato (suspenzijo kvasovk) nalijemo v 2. posodo.
- V posodo namestimo še akvarijski grelec (30-35°C) in termometer.
- S stiščkom uravnamo primeren dotok zraka v obe posodi.
- KEMIJSKO ČIŠČENJE: v 3. posodo nalijemo vodo do iztoka in dodamo cca 1 mL raztopine FeCl_3 .
- USEDALNIK: v 4. posodo nalijemo vodo do iztoka.
- Dodamo še erlenmajerico za prečiščeno vodo.



- S papirnato brisačko odstranimo plavajoče olje z gladine 1. posode.
- Odpremo iztok iz 1. posode v 2. posodo, napolnimo jo do iztoka. Ponovno z odpadno vodo napolnimo 1. posodo
- Izmerimo/dokažemo glukozo v 2. posodi.
- Po dveh urah ponovno izmerimo sladkor v 2. posodi. Kvasovkam smo dali dovolj časa, da so se aktivirale in odstranile glukozo.
- Posodo z odpadno vodo ponovno napolnimo in odpremo iztok v biološki bazen toliko, da enakomerno kaplja s sekundnim razmikom v plastično cevko. Tako zagotovimo kroženje vode v bazenu. Iz biološkega bazena bo voda kapljala v kemijski bazen, od tu v sedimentacijski bazen in končno v erlenmajerico za prečiščeno vodo.
- Ko se posoda z odpadno vodo po približno treh urah izprazni, izmerimo glukozo še v prečiščeni vodi, ki izteka iz usedalnega bazena, posode št. 4.



Viri

- [http://www.petrol.si/sites/www.petrol.si/files/centralna_cistilna_naprava_sezana - kratek opis.pdf](http://www.petrol.si/sites/www.petrol.si/files/centralna_cistilna_naprava_sezana_-_kratek_opis.pdf)
- <http://www.experimente-in-der-schule.de/sekundarstufe/biotechnologie.php?offset=13>
- Fotografije: Barbara Dvornik