

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

## Orodje: čisticí naprava

V okviru projekta Od pipe do stranišča smo pripravili nazorni pripomoček, s katerim boste skupaj z otroki lahko raziskovali tehnološke procese na čisticí napravi, zaradi katerih pitna voda teče iz pipe.

### I) MODEL ČISTICÍ NAPRAVE

Čas:	Okolje:
približno 60 minut	kjerkoli, idealno večjo mizo

Zahvaljujoč čisticí napravi in njeni tehnologiji pitna voda teče iz pipe doma. Kakšna kemija in kakšni postopki pa nam pripravijo takšno pitno vodo? To orodje prikazuje poenostavljeno tehnologijo sodobnega čiščenja vode, značilno za srednjo Evropo.

Opisano orodje (model čisticí naprave) je zasnovano modularno, tako da lahko posamezne tehnološke sklope preuredite tako, da se lahko demonstrira določena čisticí naprava. Za strokovni opis posameznih tehnoloških enot in procesov se sklicujemo na metodologijo za izvedbo ogleda čisticí naprave, ki je nastala v okviru istega projekta.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

## Potřebna oprema in materiali:

Potrebno opremo najdete v dveh priloženih plastičnih škatlah ali pa si jo priskrbite sami; orodje je pripravljeno tako, da se ne uporablja nič, česar ni mogoče najti v običajnem šolskem laboratoriju in delavnici.

Sklop je sestavljen iz majhne in velike plastične škatle; celoten model se nahaja v malem, veliki deluje kot priročno skladišče podpore in dodatnega materiala. Vse, kar potrebujete za poskus, je prikazano na sliki in opisano spodaj.

**A1 – rezervoar, ki predstavlja vir surove vode, to je rezervoar, reka ali vodnjak; na mestu priključka cevi je tkaninska mrežica, ki predstavlja glavnike na dotoku v tehnologijo čistilne naprave**

**A2 – mešalna posoda (agregacija) in doziranje kemikalij (koagulant, sprememba pH)**

**A3 – peščena filtracija, na mestu odtoka vode je nameščena mreža iz tkanine, ki preprečuje nadaljnji odtok peska**

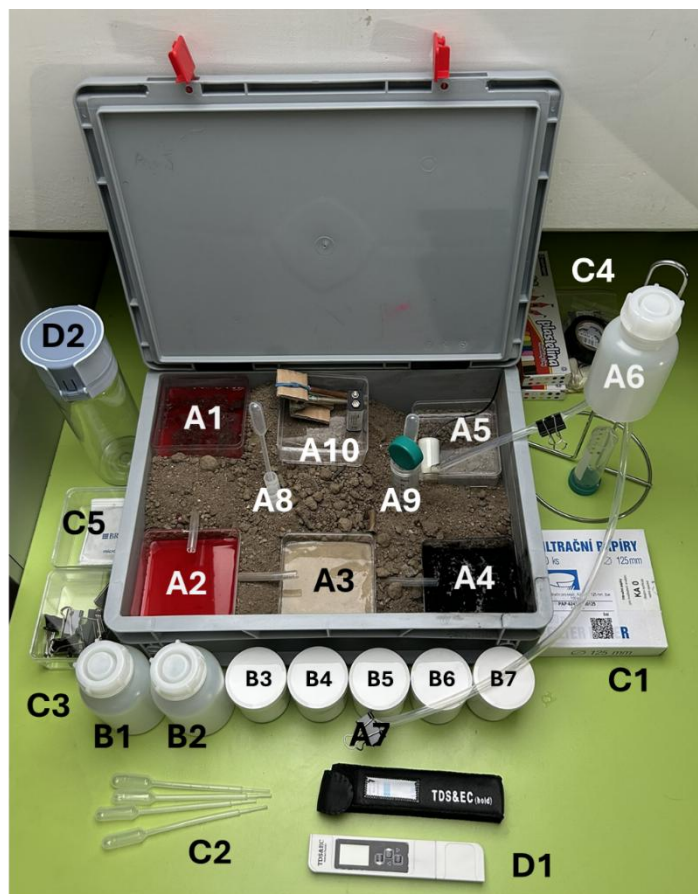
**A4 – filtracija preko aktivnega oglja, na mestu iztoka je nameščena tkaninska mrežica, ki preprečuje odtok aktivnega oglja v akumulacijo**

**A5 – akumulacija očiščene vode s higiensko hipokloritno zaščito in potopno črpalke (predstavlja avtomatsko tlačno postajo ATS), ki črpa vodo v rezervoar; črpalke je priključena na rezervoar za baterije (baterije so vključene v paket)**

**A6 – rezervoar za nadzemno vodo prostornine 100 mL, možnost sekundarne higienske zaščite vode**

**A7 – gravitacijski porabnik, zaprt z loputo; z dvigom iztoka iz cevi na različne višine je možno simulirati tlačne razmere v gravitacijskem porabniku (alternativno lahko uporabimo razmerje tlakov tudi v primeru hkratnega odpiranja lopute porabnika in vklopa potopne črpalke)**

**A8 – dva rezervoarja za doziranje kemikalij (nastavitev pH in koagulant)**



Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

**A9 – dozirna posoda za kemikalije za sanitarno obdelavo dobavljene vode (običajno natrijev hipoklorit)**

**A10 – rezervoar za dvojno uporabo – možnost uporabe kot upravljanje blata za filtrske rezervoarje v tehnologiji / elektrokoagulacijski rezervoar za alternativno predstavitev koagulacije brez kemikalij**

**B1 – steklenička s prostornino 100 ml za pripravo surove vode (v vodo lahko vmešate barvila, dodate tonik ali druge neželene koloidne snovi)**

**B2 – rezervoar za kemikalije (v primeru redčenja npr. SAVA)**

**B3 – posoda z barvilom za pripravo onesnaženja surove vode (enobarvna; druge barve v veliki plastični škatli); gre za jedilno barvilo in koruzni škrob, torej zdravju neškodljiv (kljub temu odsvetujemo uživanje surove ali modelirane vode)**

**B4 – posoda za filtrirni pesek za polnjenje posode v tehniki (druga zaloga v veliki plastični škatli)**

**B5 - rezervoar za aktivno oglje za ponovno polnjenje rezervoarja v tehniki (druga zaloga v veliki plastični škatli)**

**B6 – glineni rezervoar za pripravo surove vode**

**B7 – posoda za kuhinjsko sol za pripravo surove vode**

**C1 – filtrirni papir za možnost demonstracije membranske filtracije (kot alternativa peščeni filtraciji prikazani v osnovnem modelu)**

**C2 – kapalka za večkratno uporabo (imenovana tudi Pasteurjeve pipete) za doziranje kemikalij, barvil ali drugih snovi**

**C3 – kape in lopute za cevne priključke znotraj modela**

**C4 – tehnični pripomočki za pripravo, modifikacije in morebitna popravila vzorčne tehnologije (lepilni trakovi, plastelin za tesnjenje, cevi, rezervna potopna črpalka**

**C5 – dodatki za filtrirno plastenko Brita (nadomestni filtrski obroči in vložki, navodila in drugo)**

**D1 – analizator za pH in prevodnost z navodili za uporabo, alternativno lahko uporabite univerzalne indikatorske papirje ali elektrodne sonde ISE za ugotavljanje odstranitve določenega onesnaževala**

**D2 - Filtrirna steklenica Brita kot primer kompaktnosti modifikacije v terenskih razmerah (v primerjavi z prikazanim modelom), rezervni filtrski obročki so del artikla C5**



Ministerstvo životního prostředí



---

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

## Postopek:

- 1) Najprej je potrebno izdelati model čistilne naprave. Možna je uporaba dostavljene in že pripravljene različice, opisane zgoraj; v primeru modela določene čistilne naprave (ki bo zahteval naknadno ekskurzijo) pa je možno modificirati tehnologijo modela (na primer odstraniti stopnjo filtracije skozi aktivno oglje ali, nasprotno, dodati drugo reakcijsko posodo).
- 2) Drugi korak je priprava surove vode. Osnova je lahko voda iz pipe z dodanimi sestavinami (barvilo za živila, pesek, listje, tonik (tretma bo nato prikazana z UV svetlobo), blato, glina, prašni delci ipd.) lahko pa uporabite vodo iz narave (idealna je voda iz stoječe vode z jasno rastočo biomaso, ko je potem tretma vizualno viden). V vsakem primeru priporočamo, da surovo vodo pripravite/zavzamete v prisotnosti otrok, še bolje pa je, da ta korak opravijo sami.
- 3) Z vlivanjem pripravljene surove vode v prvi rezervoar (na načrtu označen kot A1) se začne proces čiščenja, saj je v osnovnem modelu celotna tehnologija zasnovana kot gravitacijski tok.
- 4) Zgrabite kapalko z ustreznimi kemikalijami (hidroksid, koagulant ali drugo) in počasi kapljajte v reakcijsko posodo (označeno kot A2 na zemljevidu). Posledično začnejo prihajati do kemičnih reakcij (vključno s tako imenovano koagulacijo), na podlagi katerih se odstranijo neželene snovi na peščenem filtru. Kemikalije je dobro ne samo kapljati v rezervoar, ampak jih tudi pomešati - mešanje teh rezervoarjev je v resnici zapleten proces, ki zahteva veliko izračunov, vendar v tem primeru zadostuje preprosta žlica ali lopatica.<sup>1</sup>
- 5) Voda iz peščenih filtrov se preliva v filtre z aktivnim ogljem in nato v zalogovnik. V realnem delovanju se oba tipa filtrov redno perejo, tj. znebijo umazanije. Uporabljena voda, tako imenovana pralna voda, se nato nadaljuje v nadaljnjo predelavo v ravnanje z blatom. Samodejno pranje v tem modelu žal ni obravnavano, vendar ga lahko vsaj delno simulirate tako, da pesek vsake toliko časa temeljito premešate in odtečeno vodo poberete ter zlijete v za to namenjen rezervoar (na načrtu označen kot A10).
- 6) Bodite pozorni na nivo očiščene vode v rezervoarju! Ob pravem času odprite potopno črpalko in odprite pipo proti nadzemnemu zbiralniku vode, da lahko voda odteče iz tehnike. Ko je v rezervoarju dovolj vode, izklopite črpalko in zaprite pipo.

---

<sup>1</sup>Koagulacijo lahko izvajate tudi brez dodajanja kemikalij. V rezervoarju za dvojno uporabo (na načrtu označen kot A10) imate pripravljen komplet za elektrokoagulacijo; vse kar morate storiti je, da priključite baterijo na elektrode in jo postavite v rezervoar z obdelano vodo. Skoraj takoj se začne razvijati kisik in na elektrodah se začnejo zbirati kosmiči umazanije.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Ne smemo pa pozabiti na higiensko varnost dobavljene vode, običajno z natrijevim hipokloritom (komercialno ime SAVO). S kapalko vzdržujte raven klora v vodi na zahtevanem nivoju (v vodi iz pipe je razmerje cca. 1 mL hipoklorita na 2 litra vode, tukaj ne morete doseči takšne natančnosti, zato ga vzemite le kot primer, ne kot točno doziranje).

- 7) Sedaj lahko začnete dovajati vaš aparat tako, da sprostite pipo na izhodu rezervoarja. Upoštevajte, da je tlak vode, ki prihaja ven (in s tem povezana hitrost), odvisen od višine, na kateri držite dulec cevi, dokler na neki višini voda popolnoma ne preneha iztekati (seveda, tudi če imate vodo v rezervoarju). Gre za klasičen princip povezanih zabojsnikov, po istem principu delujejo mestni in vaški rezervoarji.
- 8) Tudi če so vsi tehnološki koraki temeljito izračunani in modelirani, se ne morete zanesti samo nanje. V realnem obratovanju se spremljajo vsi tehnološki koraki – vzorci iz obrata se sproti jemljejo in analizirajo. Zato ta model vključuje tudi analizator pH in prevodnosti, s pomočjo katerega lahko merite spremembe teh parametrov po tehnologiji (v primeru uporabe slane vode boste na začetku izmerili visoko prevodnost, na koncu pa naj bi bila bistveno nižja; alternativno pa seveda spremembo barve zaradi barvil za hrano ali reakcijo na UV sevanje pri uporabi tonika). Za merjenje določenega analita (npr. kloridov) lahko poleg priložene merilne naprave seveda uporabite tudi klasične univerzalne indikatorske papirčke ali ISE elektrode.

### Kaj opazimo:

Med poskusom lahko opazujemo spreminjanje lastnosti vode med tehnologijo.