

Отпадни токови из процеса припреме воде за пиће и како њима руковати на одржив начин

Др Александра Тубић,
редовни професор

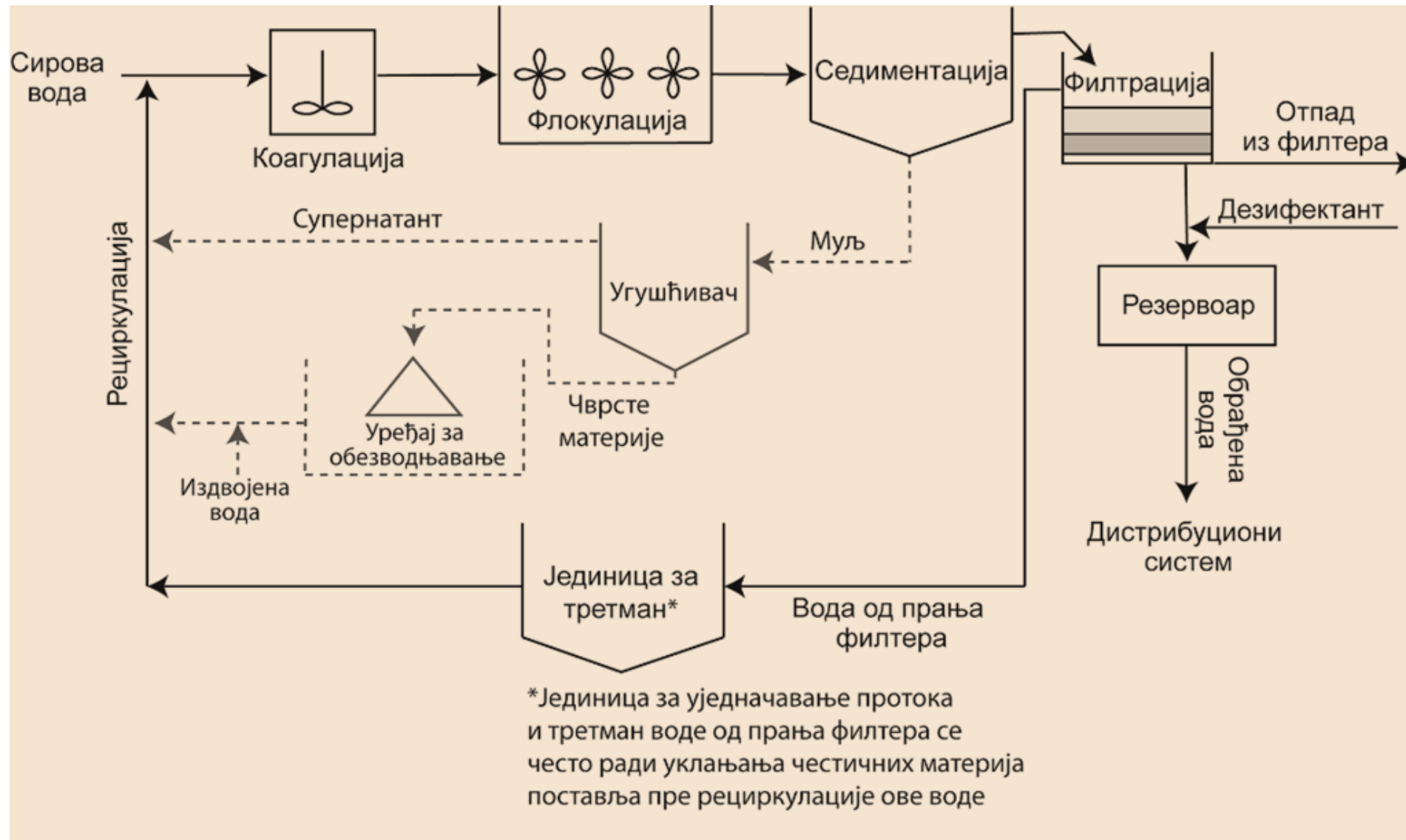
18-20. септембар 2024.
Нови Сад

ОТПАДНИ ТОКОВИ ИЗ ПРОЦЕСА ПРИПРЕМЕ ВОДЕ ЗА ПИЋЕ

Третман воде

- Коагулација
- Флокулација
- Седиментација
- Филтрација
- Адсорпција
- Мембрански процеси
- Јонска измена

Отпадни токови



Шема процеса третмана воде са линијом третмана муља и рецикулацијом воде

Квалитет воде

Врста процеса

Количина и
карактеристике
резидуа

Ефикасност
процеса

Количина
хемикалија

Капацитет
постројења



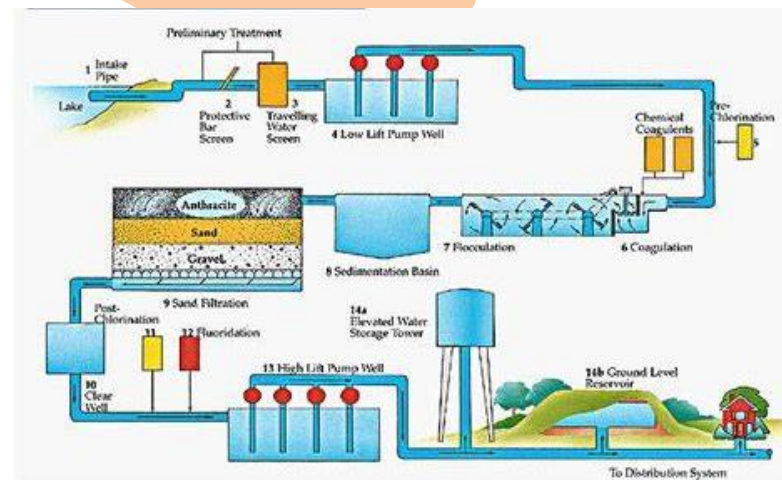
РЕЗИДУЕ НАКОН ПРОЦЕСА КОАГУЛАЦИЈЕ, ФЛОКУЛАЦИЈЕ И СЕДИМЕНТАЦИЈЕ

Комплексног је састава

Коагулациони муљ - резидуал који се формира у седиментационом танку

Садржи сва хемијска средства дозирана у процесу коагулације/флокулације, као и загађујуће материје изоловане из воде.

Континуирано уклањање муља - грабље или лопатице потискују муљ дуж дна базена за таложење до излаза.



Коагулациони муљ се из таложника континуирано или периодично (шаржно) испушта у отпадни ток са ППВ.

Периодично уклањање муља - базени се дренирају и муљ се уклања са преосталом водом из базена и водом за чишћење.

Параметри квалитета коагулационог муља

Коагулациони муљ претежно садржи хидроксиде металних коагуланата заједно са природним органским материјама, суспендованим честицама, микроорганизмима и другим органским и неорганским конститuentима воде



Морфолошке
карактеристике

Садржај воде

Садржај
суспендованих
материја

pH вредност

Садржај метала,
оксида,
микропластике

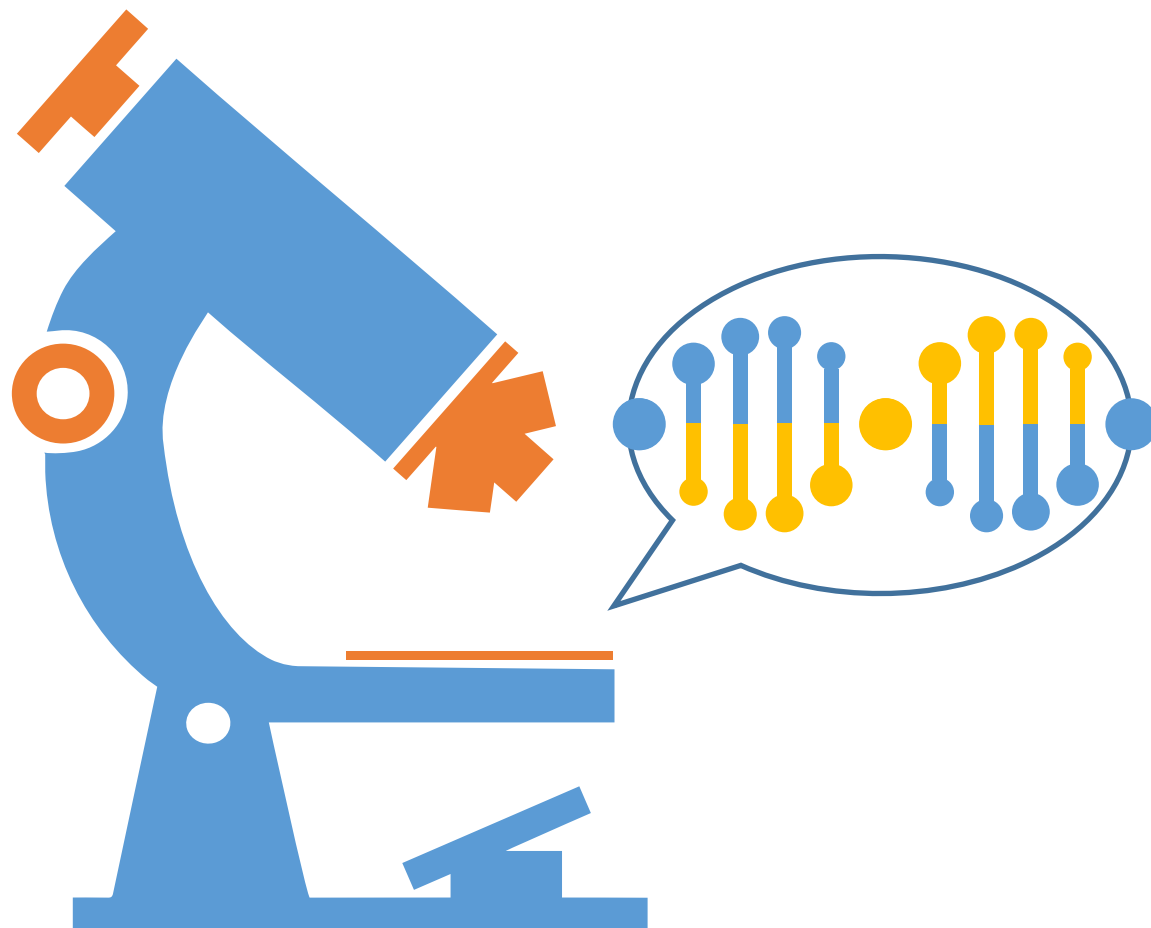
Физичко-хемијске карактеристике коагулационих муљева



Параметар	Јединица мере	Коагулациони муљ	
		Коагулант на бази Al	Коагулант на бази Fe
рН	-	6,5 ± 0,3	7,0 ± 1,3
Укупне суспендоване материје	mg/l	2 500 - 52 345	2 132 - 5 074
Al	mg/kg	118 700 ± 24 260	61 390 ± 35 920
Fe	mg/kg	37 000 ± 19 740	220 900 ± 32 200
Ca	mg/kg	10 360 ± 4 299	нд
Mg	mg/kg	2 407 ± 572	нд
Na	mg/kg	355 ± 142	нд
K	mg/kg	3 547 ± 582	нд
S	mg/kg	6 763 ± 2 955	нд
Mn	mg/kg	2 998 ± 1 122	1 088 ± 178
Zn	mg/kg	98 ± 31	36 ± 4
Cu	mg/kg	624 ± 581	46 ± 12
Ni	mg/kg	28 ± 10	64 ± 14
Pb	mg/kg	22 ± 12	47 ± 1
Cr	mg/kg	20 ± 7	38 ± 4
Cd	mg/kg	0,12 ± 0,02	нд
Hg	mg/kg	0,46	нд

нд – није детектовано

Микробиолошке карактеристике коагулационог муља



Врста	Класа	Род	Време узорковања
Микроалге			
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Pediastrum sp.</i>	Јесењи период
		<i>Dictyosphaerium sp.</i>	
		<i>Desmodesmus sp.</i>	
		<i>Scenedesmus sp.</i>	
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira sp.</i>	Летњи период
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Pediastrum sp.</i>	
Charophyta	Zygnematophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	
Протозое			
Alveolata	Dinoflagellata	<i>Glenodinium sp.</i>	Јесењи период
	Ciliophora	<i>Euplates sp.</i>	
Amoebozoa		<i>Arcella sp.</i>	Летњи период
Alveolata	Dinoflagellata	<i>Ceratium sp.</i>	
Amoebozoa		<i>Arcella sp.</i>	
Бактерије			
Укупне колиформне бактерије			Јесењи и летњи период
Термотолерантне колиформне бакетрије (E.coli)			

РЕЗИДУЕ НАКОН ОМЕКШАВАЊА ВОДЕ ПРЕЦИПИТАЦИЈОМ (ДЕКАРБОНИЗАЦИЈА КРЕЧОМ)

Брзине стварања муља зависе од односа калцијум-карбоната и магнезијум хидроксида и типа таложника.

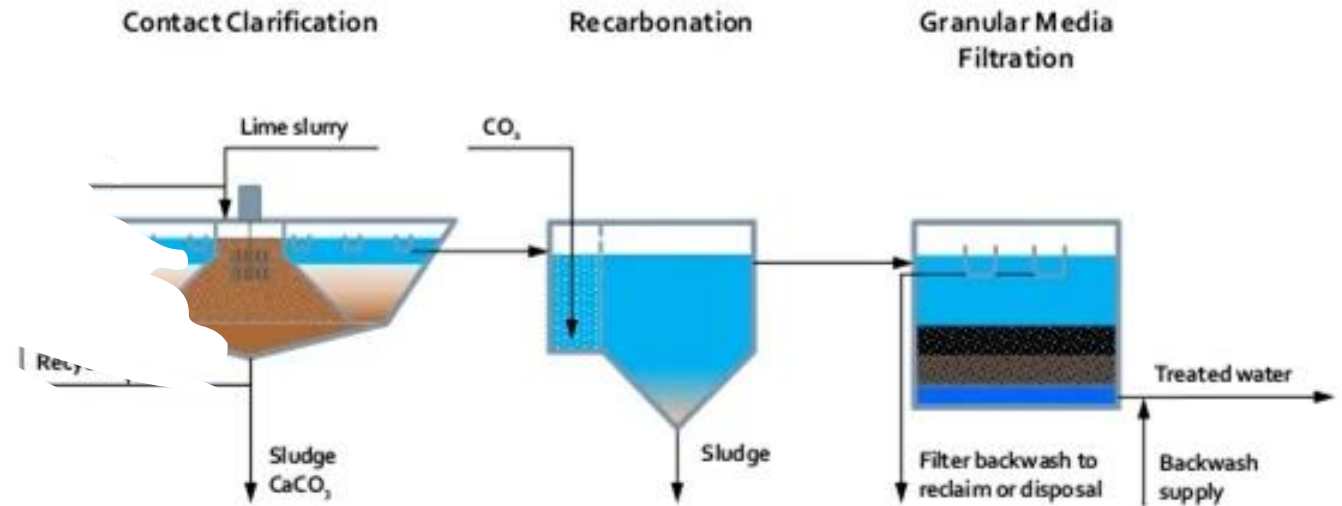
Концентрација чврстих материја у муљу са конвенционалних процеса: 2-4%

Концентрација чврстих материја у муљу из таложника са слојем муља (енг. *sludge blanket clarifiers*): до 30%

Муљ из процеса омекшавања воде: густ, стабилан и биолошки инертан материјал ($\text{pH} > 10,5$ услед неизреагованог креча и високог алкалитета)

Лако се обезводњава до садржаја чврстих материја до око 50-60%, у поређењу са волуминозним, желатинозним муљем насталим у процесу коагулације и флокулације

Ако тврдоћа воде потиче од магнезијума, хидроксидним муљем је теже руковати



ОТПАДНИ ТОКОВИ У ПРОЦЕСУ ФИЛТРАЦИЈЕ

Отпадни ток - отпадна вода из контраструјног прања

Запремина воде - 2-5% запремине произведене воде

НЕМЕМБРАНСКА ФИЛТРАЦИЈА

Састав отпадне воде: преципитати алуминијума и гвожђа, колоидне и преципитиране природне органске материје, микроорганизми, честице глине



Количина воде - зависи од броја филтера, учесталости и трајања повратног прања и испирања филтера

Отпадни ток - концентрат

Запремина воде - 2-15% запремине произведене воде

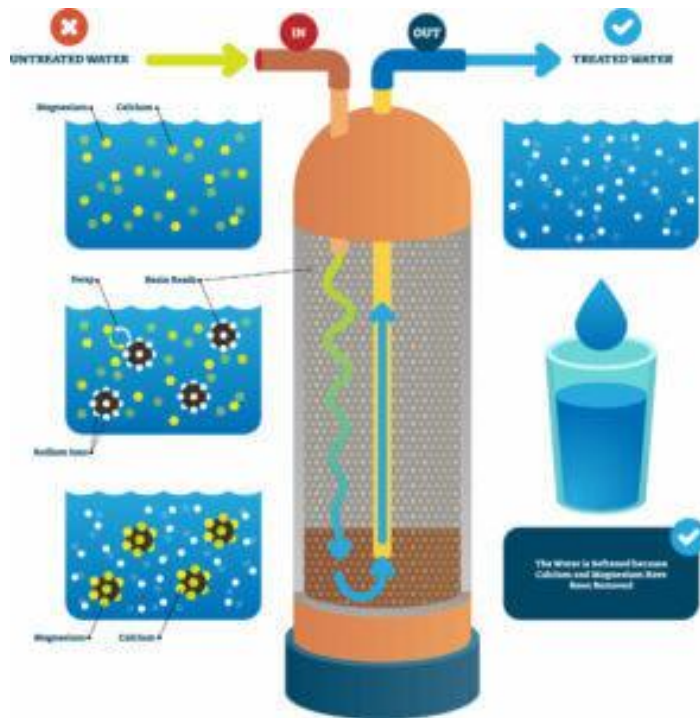
МЕМБРАНСКА ФИЛТРАЦИЈА

Састав отпадне воде: преостале активне хемијске састојке, соли настале хемијским реакцијама између активне супстанце и загађујућих материја

ОТПАДНИ ТОКОВИ У ПРОЦЕСУ ЈОНСКЕ ИЗМЕНЕ

Отпадни ток

Концентрат из регенерације смоле вода од повратног испирања вода од истострујног испирања



Запремина воде

1,5-10 % запремине произведене воде

Састав отпадне воде

Загађујуће материје издвојене из воде јонском изменом, повећане концентрације јона натријума или неког другог измењивог јона.

Количина воде

Зависи од броја филтера, учесталости и трајања повратног прања и испирања филтера

Враћање отпадне воде у процес

Не сме бити утицаја на квалитет воде у наредним процесима обраде, а тиме и на квалитет крајњег производа


Концентрација отпадних материја

Зависи од квалитета сирове воде и претходних процеса обраде


ОТПАДНИ ТОКОВИ У ПРОЦЕСУ АДСОРПЦИЈЕ

Отпадни токови у процесу
адсорпције

- вода од повратног прања филтера
- вода од испирања филтера
- истрошени адсорпциони медијум

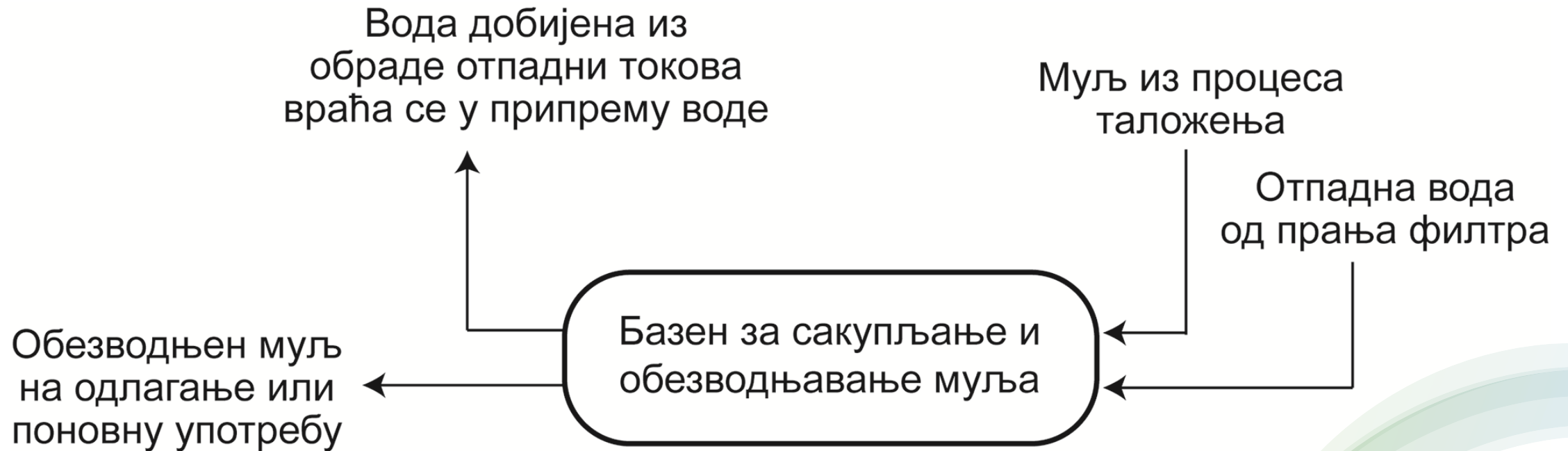


Потрошени адсорпциони
медијум се регенерише или,
уколико више није могућа
ефикасна регенерација,
адекватно одлаже као отпад

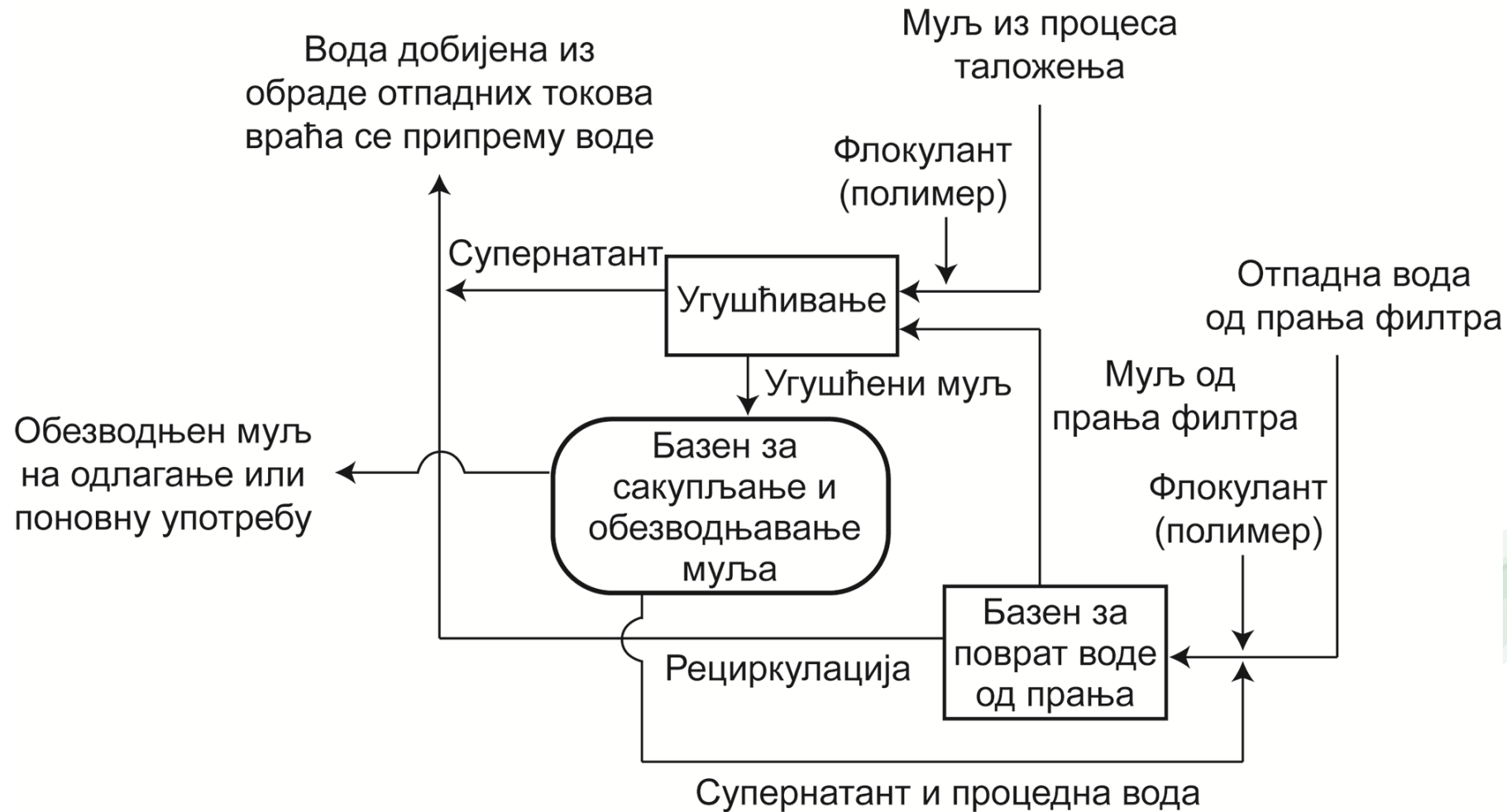


ОДРЖИВО УПРАВЉАЊЕ МУЉЕМ СА ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРИПРЕМУ ВОДЕ ЗА ПИЋЕ

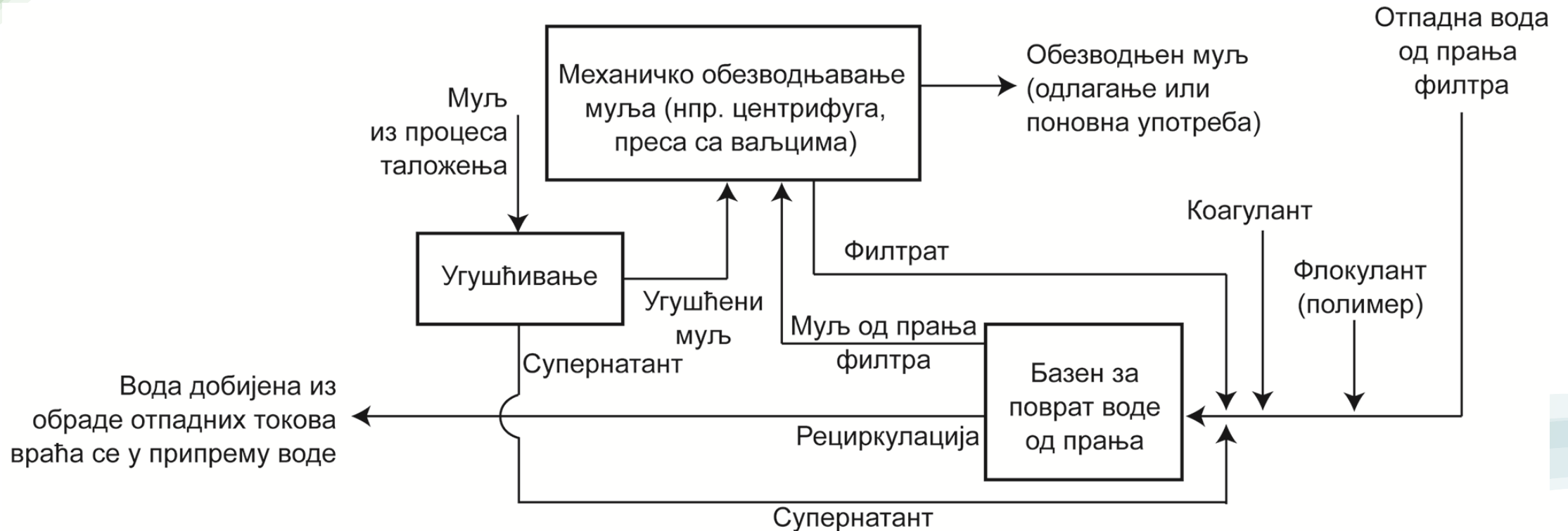
Најједноставнији поступак обраде отпадних токова од припреме воде за пиће, погодан за ППВ малог капацитета



Сложенији поступак обраде отпадних токова од припреме воде за пиће, погодан за ППВ малог капацитета



Поступак са механичким обезводњавањем муља, погодан за ППВ великог капацитета



Рекуперација коагуланта

Процес рекуперације коагуланта	Предност	Недостатак
Ацидификација (кисела дигестија)	<ul style="list-style-type: none"> Висока стопа рекуперације алуминијума Смањење односа запремина/ чврста фаза Побољшање ефикасности обезводњавања Повећање брзине таложења муља 	<ul style="list-style-type: none"> Раствара се више алуминијума услед чега се повећавају трошкови и опасности Резидуални муљ садржи органске компоненте Доминантан је преципитат хидроксида тешких метала (као што су хром, олово, бакар), неорганских јона (као што је калцијум, силицијум диоксид) Неселективан процес
Ацидификација у комбинацији са ултразвуком	<ul style="list-style-type: none"> Мањи утрошак киселине Већа ефикасност дигестије у односу на само примену киселине 	<ul style="list-style-type: none"> Озбиљније руптуре угрушака муља са повећањем времена ултразвучног третмана Висока потрошња енергије Високи трошкови
Алкализација	<ul style="list-style-type: none"> Висока стопа рекуперације алуминијума Смањење односа запремина/ чврста фаза 	<ul style="list-style-type: none"> Органска материја садржана у коагулационом муљу се лако раствара у јако алкалном раствору
Ацидификација у комбинацији са Донановом дијализом	<ul style="list-style-type: none"> Селективно уклањање Мање зачепљење мембрана Мања потрошња енергије 	<ul style="list-style-type: none"> Дуго време контакта на површини мембране јер није под градијентом притиска
Мембранска јонска измена	<ul style="list-style-type: none"> Опасност од примене третмана је минимизирана. Једноставност Безбедан процес рекуперације Минимизирано загађивање услед недостатка трансмембранског притиска. Одвајање органских загађујућих материја у великој мери 	<ul style="list-style-type: none"> Не рекуперише високу концентрацију јона алуминијума На крају процеса заостаје кисели отпад



Преглед могућности за поновну употребу отпадног муља са њиховим предностима и недостацима

Приликом израде свеобухватног плана управљања резидуама након третмана воде за пиће потребно је:

окарактерисати облик, квантитет и квалитет резидуа

одредити одговарајуће регулаторне захтеве

идентификовати изводљиве опције поновне употребе резидуа

идентификовати изводљиве опције одлагања за оне врсте резидуа за које нема техно-економски исплативог решења за поновну употребу

одабрати одговарајуће технологије обраде/третмана остатака и

развијати стратегију управљања резидуама која испуњава и економске и некономске циљеве постављене за постројење за пречишћавање воде.

Карактеристике коагулационих муљева из третмана воде за пиће варирају у широком опсегу.

То показује да се закључци добијени карактеризацијом једне врсте коагулационог муља, не могу генерализовати, тако да се обим анализа, као и добијени резултати морају сагледати за сваки појединачни случај, у складу са планом за даље поступање са муљем.