

## **ANEXA C3.1 TEHNOLOGII DE EPURARE**

### **1 SUMAR**

Anexa C3.1 cuprinde o descriere și o analiza a procedeelelor de epurare generale, care par a fi cele mai indicate atât din punct de vedere al concentrațiilor apei uzate conform cerințelor Directivei Consiliului Comunitatii Europene privind tratarea apelor urbane reziduale nr. 91/271CEE, cât și din punct de vedere al aspectelor economice și de exploatare. În final, ca un rezultat al evaluării diferitelor opțiuni de epurare, va fi făcută o propunere privind procesele de epurare, funcție de capacitățile necesare ale diferitelor stații de epurare.

Aceasta parte a Master Planului se vrea a fi un ghid de analiza privind metodele de epurare cele mai potrivite pentru schemele tehnologice. Metodele de epurare propuse vor fi prezentate detaliat în Studiul de Fezabilitate.

### **2 PRINCIPII DE BAZĂ**

#### **2.1 Condiții necesare de epurare**

În general, există o gama largă de tehnologii de epurare a apei uzate, dezvoltate în ultimile decenii. Acestea pot fi clasificate prin:

- a.) cerințe de epurare diferite,
- b.) soluții de proiectare diferite, în vederea realizării acestor cerințe de epurare,
- c.) tehnologii diferite în vederea îndeplinirii condițiilor de epurare

În vederea găsirii unei metode de epurare cât mai adecvată diferitelor utilizări, mai întâi trebuie verificate aceste condiții de epurare.

Condițiile necesare de epurare depind de legislația aprobată. În acest caz, este relevantă Directiva Consiliului Comunitatii Europene privind tratarea apelor urbane reziduale nr. 91/271CEE. De aceea, condițiile diferite de epurare au fost definite funcție de a.) zona sensibilă, unde va fi evacuată apa epurată și b.) capacitatea stației de epurare propusă.

Directiva privind tratarea apei urbane reziduale diferă după I) Zone sensibile, II) Zone normale și III) Zone mai puțin sensibile (ape litorale). Regiunea de proiect a fost clasificată ca zona sensibilă.

Capacitatea stației de epurare este clasificată funcție de numărul de locuitori care sunt racordați la rețeaua de canalizare. Încărcările apei uzate provenite din industrii vor fi considerate prin conversia acestor încărcări în echivalent locuitori.

Având în vedere aceste principii, condițiile privind tratarea apei, descrise din punct de vedere al concentrațiilor apei uzate sau al procentului de reducere, sunt după cum urmează, funcție de capacitatea stației de epurare.

Capacitate SE [l.e.]	0 – 1.999 *)		2,000 – 10,000		10,001 – 100,000		> 100,000	
	$c_e$ [mg/l]	$\eta$ [%]	$c_e$ [mg/l]	$\eta$ [%]	$c_e$ [mg/l]	$\eta$ [%]	$c_e$ [mg/l]	$\eta$ [%]
CBO <sub>5</sub>			25	70-90	25	70-90	25	70-90
CCO			125	75	125	75	125	75
MTS			60	70	35	90	35	90
Fosfor total					2	80	1	80
Azot total					15	70-80	10	70-80

\*) “epurare adaptata condițiilor particulare”

Definiii:

- l.e. = Echivalent locuitor
- $c_e$  = Concentrație maxima efluent
- $\eta$  = Procent minim de reducere
- BOD<sub>5</sub> = Consum biochimic de oxigen
- COD = Consum chimic de oxigen
- MTS = Materii în suspensie

## 2.2 Condiții necesare de exploatare

Pe lângă eficiența necesară a stației de epurare conform reglementărilor apei uzate, trebuie luate în considerare și aspectele de exploatare, pentru compararea diferitelor opțiuni de epurare a apei uzate.

Aceste aspecte sunt:

- Proces tehnologic durabil

Defectele stațiilor de epurare pot cauza daune majore emisarilor cum ar fi moartea peștilor, creșterea masivă a algelor, etc. Aceste daune pot cauza acțiuni legale cum ar fi pretinderea de despăgubiri, etc.

În plus, trebuie luat în considerare faptul că procesele biologice, care sunt de obicei baza proceselor de epurare adecvate pentru apa urbană reziduală, necesită un timp relativ îndelungat pentru restabilirea avariilor și asigurării întregii capacități de tratare.

Și în final, stațiile de epurare trebuie să funcționeze corespunzător, chiar și în lipsa personalului de exploatare.

Datorită acestor motive, procedeul de epurare propus trebuie să fie unul stabil, ceea ce înseamnă că debitele și încărcările variabile nu vor avea influență asupra eficienței stației de epurare.

- Structura modulară

Pentru a răspunde modificărilor de cantitate și compoziție a apei uzate și pentru a crește eficiența tratării în cazul condițiilor regionale specifice, stația trebuie proiectată ca unitate modulară.

În afară de aceasta, structura modulară permite scoaterea din funcțiune a unei linii tehnologice în caz de urgență sau din motive de întreținere.

În plus, pentru stațiile de epurare mari, structura modulară poate fi utilizată pentru exploatarea diferitelor linii cu parametri diferiți pentru compararea lor și pentru optimizarea eficienței tratării și costurilor de epurare.

- Procesul de epurare stabilit și binecunoscut

În final, procesul de epurare propus va fi stabilit și binecunoscut, ceea ce înseamnă că există multe stații de referință cu performanțe de epurare aprobate pentru utilizări asemănătoare.

Personalul de exploatare trebuie să fie calificat pentru schimb de experiență cu colegii în cazul avariilor sau în vederea optimizării stațiilor. Poate fi chiar interesat, să participe la înlocuirea pieselor de schimb și – dacă este posibil – să poată combina contractele de service pentru echipamente speciale.

### 2.3 Cerințe economice

Procedul de epurare propus trebuie să conducă la o exploatare economică, deoarece costurile de exploatare depind și de costurile apei uzate.

Această condiție generală nu depinde numai de costurile de investiție, care au un impact asupra costurilor de finanțare, ci și de costurile de exploatare.

Costurile de exploatare pot fi clasificate astfel:

- Costuri cu energia
- Costuri cu personalul
- Costuri cu întreținerea și piese de schimb
- Costuri pentru aprovizionare compuși chimici și auxiliare.

Din această cauză, trebuie acordată o atenție specială pentru îmbunătățirea echipamentelor mecanice și electrice și creșterii eficienței echipamentelor instalate.

Adesea, echipamentele mecanice și electrice cu costuri de investiție mici au o eficiență scăzută, în timp ce echipamentele cu costuri de investiție ridicate pot realiza un randament ridicat, determinând costuri de exploatare scăzute. Funcție de capacitatea stației de epurare, atunci trebuie să se decida dacă, costurile de investiție ridicate vor fi compensate prin costuri de exploatare scăzute.

## 3 METODE ALTERNATIVE DE EPURARE A APELOR UZATE

### 3.1 Procese aerobe cu pelicula biologică în suspensie

#### 3.1.1 Iazuri aerate

##### Scurta descriere

Iazurile de aerare sunt bazine naturale de mică adâncime prevăzute cu echipament de aerare în forma de aeratoare mecanice sau suflante de suprafață și difuzori cu bule fine. Echipamentul de aerare este utilizat pentru asigurarea necesarului de oxigen și pentru păstrarea materiilor biologice în suspensie în vederea realizării contactului apei uzate și namolului biologic.

Datorită substanțelor organice din apa uzată, va crește cantitatea de namol biologic din lagunele aerate. Acest namol este utilizat pentru eliminarea biologică a componentelor apei uzate.

Lagunele aerate sunt fie proiectate pentru un debit constant fără reutilizarea namolului biologic, fie cu recircularea biomasei de la un bazin de sedimentare extern, similar cu epurarea cu namol activ (vezi mai jos).

Concentrația de biomasa este relativ scăzută în comparație cu epurarea cu namol activ (vezi mai jos). Datorită acesteia, timpul necesar de retenție al apei uzate pentru a fi tratată biologic, este relativ ridicat.

Funcție de alegerea pe baza de debit constant, sau reutilizarea materiilor biologice, namolul, produs ca un rezultat al procesului biologic trebuie evacuat în iazuri externe de sedimentare (debit constant și continuu) sau în unități de reutilizare.

### 3.1.2 Epurare cu namol activat

#### Scurta descriere

Epurarea cu namol activ este relativ similara epurării cu lagune aerate, cu reutilizarea biomasei descrisa mai sus.

Biomasa, asa numitul namol activ, intra în contact cu apa uzata în condiții aerobe. Necesarul de oxigen pentru stabilizarea aeroba, poate fi furnizat fie prin aeratoare de suprafata, fie prin suflante în combinatie cu difuzori de bule fine.

După procesul de epurare biologica, namolul activ trebuie separat de apa uzata tratata biologic. Acest proces se realizeaza cu ajutorul bazinelor de sedimentare, unde namolul activ se va stabili și apa epurata va fi evacuata prin deversoare.

În vederea mentinerii procesului biologic și pentru realizarea mai mult sau mai puțin a concentrației de biomasa în interiorul bazinului de aerare, namolul activ trebuie să fie recirculat în bazinul de aerare, asa-numitul namol activ recirculat. Datorită alimentării constante a apei uzate cu substante organice, va crește cantitatea de namol.

Acest surplus de namol trebuie evacuat, asa-numitul namol activ în exces, în vederea mentinerii în sistem a unei cantitati constante de namol activ.

Spre deosebire de procesul de utilizare a lagunelor, acest proces are loc în bazine de otel sau beton armat. Utilizarea unui bazin de sedimentare, cu sau fara pod raclor mecanic de indepartare a namolului, permite formarea concentrațiilor mari de biomasa în bazinul de aerare. Din aceasta cauza, volumul specific al bazinului de aerare pentru tratarea apei uzate este mult mai mic în comparatie cu lagunele aerate.

Asa cum s-a descris mai sus, epurarea cu namol activ este legata de producerea continua de namol activ în exces. Pentru stabilizarea aeroba, acest namol prezinta o activitate biologica ridicata. Pentru tratarea corespunzatoare a namolului și evacuarea namolului, namolul activ în exces trebuie stabilizat, ceea ce inseamna ca la final acesta va avea atât un continut de substante organice relativ scazut cât și o activitate biologica scazuta.

#### Aerare extinsa

O soluție pentru stabilizarea namolului este asa-numita aerare extinsa. Aici sunt combinate doua procese: procesul aerob de tratare a apei uzate descris mai sus și stabilizarea namolului. Acest proces va fi realizat prin marirea timpului de retentie a namolului activ în bazinul de aerare, ce are ca și consecinta stabilizare biologica prin încărcarea relativ redusa cu namol și prin aerare extinsa a namolului activ.

#### Bazin anaerob de stabilizare separata a namolului

Aerarea extinsa este o metoda simpla pentru stabilizarea namolului fara bazine de separare ori recomandari privind marirea volumului bazinului de aerare. Cu toate acestea, determina costuri de investitie și de exploatare ridicate datorită necesarului de aer pentru procesul de stabilizare.

Procesul anaerob de stabilizare separata a namolului este un proces alternativ. Namolul va fi indepartat din sistemul biologic aerob și va fi transportat în bazinele anaerobe de stabilizare separata, asa-numitele metatancuri. Prin mentinerea namolului activ în condiții anaerobe pentru un anumit timp și la o anumita temperatura, va fi stabilit procesul de fermentare. Substantele organice vor fi indepartate cu ajutorul micro-organismelor anaerobe. Acest proces depinde de productia de biogaz, care poate fi utilizata pentru crearea energiei termice, necesară mentinerii temperaturii de fermentare necesară fermentării, și – daca este posibil – reutilizarea pentru producerea energiei electrice.

### 3.2 Proces aerob cu pelicula biologica fixata

#### 3.2.1 Filtre biologice

În opozitie cu metodele mai sus mentionate, unde materiile biologice sunt în suspensie, filtrele biologice se bazeaza pe fixarea micro-organismelor, care se dezvoltă în materialul de umplutura instalat în interiorul filtrelor biologice.

Apa uzata ce trebuie tratata va fi distribuita mai mult sau mai puțin omogen peste materialul de umplutura. De obicei, contactorii biologici rotativi cu conducte perforate sunt utilizati în acest scop. Pentru filtrele biologice rectangulare, este utilizat de obicei un sistem de distributie cu conducte perforate fixate. Are loc procesul de epurare ca și trecerea apei uzate peste biofilmul atasat, care se va dezvoltă pe suprafata materialului de umplutura.

De obicei, materialul de umplutura este alcatuit din roca sau module din plastic.

Necesarul de oxigen pentru epurarea aeroba, va fi furnizat prin ventilile localizate pe marginea inferioara a filtrelor biologice. Astfel, aerul proaspat este distribuit în directia opusa apei uzate.

După trecerea prin filtrele biologice, apa uzata contine o parte de biomasa, care va fi decantata departe de materialul de umplutura. Din aceasta cauza, bazinul de sedimentare similar cu acele bazine de sedimentare a namolului activat, trebuie amplasat după filtrele biologice pentru separarea

namolului rezultat din filtrele biologice, care este identic cu namolul în exces, din apa uzată epurată.

Namolul din biofiltru fiind evacuat din bazinul de sedimentare trebuie stabilizat separat.

În vederea evitării blocării invelisului biofiltrului cu solide din apa uzată brută, biofiltrele pot fi folosite numai în combinație cu decantare primară. Aceste structuri sunt necesare pentru îndepărtarea solidelor înainte de treapta de epurare biologică cu ajutorul procesului de sedimentare.

### **3.2.2 Filtre biologice de contact cu rotor sau biodiscuri**

Un alt procedeu aerob cu pelicula biologică fixată este așa-numitul proces cu contactori biologici rotativi. Un contactor biologic rotativ cuprinde un set de discuri circulare din material plastic poros care sunt scufundate în apa uzată și rotite prin aceasta. Discurile sunt numai parțial submersibile. Din această cauză și a mișcării de rotație acționată de un electromotor conectat la axele discurilor, va fi realizată aerarea apei uzate și a biofilmului.

Discurile sunt instalate în bazine de beton armat sau din oțel, care sunt tipice stațiilor de epurare mici, deoarece aceste unități pot fi livrate ca module prefabricate.

Asemenea biofiltrilor, namolul biologic decantat trebuie evacuat în bazinele de sedimentare, care trebuie amplasate după contactoarele biologice cu rotor.

Similar cu biofiltrele, contactoarele biologice cu biodiscuri necesită pre-tratare mecanică în bazine de sedimentare, în vederea evitării blocajelor între discuri.

## **3.3 Altele**

### **3.3.1 Proces anaerob cu pelicule biologice suspendate**

#### **3.3.1.1 Bazine de apă uzată opționale**

Bazinele anaerobe de apă uzată sunt lagune fără echipament tehnic de aerare. Oxigenul va fi introdus numai prin procese naturale, care depind de condițiile climatice și meteorologice. Termenul opțional derivă din observația că, conversia biologică, care are loc în lagune, este parțial aerobă și parțial anaerobă.

O parte a solidelor de intrare ale apei uzate brute va stabiliza odată cu materiile biologice produse din conversia substratelor organice solubile.

După o anumită perioadă de timp, iazurile trebuie să fie golite și materiile acumulate trebuie să fie evacuate.

În vederea realizării unui anumit grad de oxigen introdus pe la suprafața, iazurile opționale de apă uzată sunt relativ plane. Pe de altă parte, timpul de retenție necesar este relativ mare datorită eficienței scăzute a procesului și suprafața necesară pentru procesul de epurare este relativ mare.

Datorită lipsei echipamentelor mecanice, există o capacitate limitată pentru controlul procesului de epurare, în special în cazul diferitelor încărcări ale apei uzate și volumului de apă uzată. Utilizarea lagunelor opționale este redusă, în special unde limitele de descărcare trebuie respectate cu strictețe.

În plus, bazinele opționale sunt de obicei asociate cu producerea mirosurilor urate, în special la temperaturi ridicate.

Datorită acestor motive, procesul de epurare cu iazuri anaerobe nu va fi luat în considerare în această secțiune.

#### **3.3.1.2 Procesul UASB**

Acest proces de tratare a apei uzate este numit strat namol anaerob cu debit ascendent (upflow anaerobic sludge blanket). Numele este legat de faptul că apa uzată va fi distribuită la baza reactorului și trece în modul curent ascendent prin stratul de namol, care va fi creat în cadrul procesului de epurare biologic. Apa epurată va fi îndepărtată la suprafața reactorului cu ajutorul deversoarelor, în timp ce stratul de namol rămâne în interiorul reactorului.

În opoziție cu epurarea cu namol activat, această schemă de epurare funcționează în absența oxigenului. Oricum, eficiența de tratare măsurată ca procent de eliminare este limitată. Numai prin utilizarea reactorilor UASB, condițiile de tratare a apei uzate nu pot fi realizate cu certitudine. Acest procedeu trebuie combinat cu alte trepte de epurare pentru a asigura îndeplinirea concentrațiilor cerute ale apei uzate.

Adițional, procesul anaerob este cunoscut pentru reacția sensibilă la schimbarea compoziției apei uzate și necesită un timp relativ îndelungat, de câteva luni, pentru restabilirea performanței totale după o avarie cauzată de încărcările excesive sau de compoziția apei uzate.

Datorită acestor motive, procesul UASB nu va fi luat în considerare în această secțiune.

### 3.3.1.3 Paturi biologice naturale (cu stuf)

Pentru unitățile mici, cum ar fi satele, fermele situate în extravilan, restaurante, etc., sunt utilizate uneori, paturile biologice naturale, pentru epurarea apei uzate. Acestea sunt alcătuite din canale sau tranșee umplute cu nisip sau roca pentru susținerea vegetației. Apa uzată trece prin această vegetație și va fi tratată biologic.

Asa cum s-a descris mai sus, acest procedeu este, de obicei, utilizat numai pentru unitățile mici, și nu va fi luat în considerare în această secțiune.

## 3.4 Comparatie

Următorul capitol cuprinde o comparație a diferitelor procedee tehnologice de epurare descrise mai sus.

Eficiența tratării nu va fi comparată, ci numai metodele de epurare a apei uzate care au capacitatea de a corespunde limitelor de evacuare așa cum sunt prevăzute în cadrul legal.

Asa cum s-a descris mai sus în principiile de bază, se vor lua în considerare următoarele aspecte:

- Aspecte de exploatare
- Aspecte economice

Următorul tabel compară eforturile de exploatare ale diferitelor procese de epurare, cum ar fi personalul de exploatare necesar, numărul punctelor de service, care trebuie verificate și întreținute cu regularitate, etc.

Proces de epurare	Efort de exploatare	Explicatii
Iazuri de aerare	Scazut	Cerinta relativ scazuta privind echipamentele mecanice și electrice
Epurare cu namol activ – Aerare extinsa	Mediu	Stabilizare namol combinata cu procesul de epurare a apei uzate Datorită acestei metode, nu sunt necesare structuri aditionale cum ar fi digestoare, pre-concentrator, post-concentrator, etc.
Epurare cu namol activ – Fermentare namol	Ridicat	Sunt necesare decantoare primare Unitati aditionale necesare cum ar fi pre concentrator, digester, post-concentrator, gazometru, stație cogenerare
Biofiltre, spre exemplu SE Modulare	Ridicat	Decantoare primare necesare pentru evitarea blocajelor Similar pentru epurarea cu namol activ, este necesar bazin de stabilizare separata a namolului
Filtre bilogice de contact cu biodiscuri, cum ar fi SE Modulare	Ridicat	Decantoare primare necesare pentru evitarea blocajelor Similar pentru epurarea cu namol activ, este necesar bazin de stabilizare separata a namolului

Costurile energetice specifice între diferite procese de epurare pot fi comparate astfel:

Metode de epurare	Costuri	Explicatii
-------------------	---------	------------

	energetice specifice	
Iazuri cu aerare	Mediu	<input type="checkbox"/> Comparat cu procesul cu namol activ, eficiența aerare este relativ scăzută datorită concentrației scăzute de biomasă <input type="checkbox"/> Din acest motiv, consum energetic specific este ridicat
Epurare cu namol activ - Aerare extinsă	Ridicat	<input type="checkbox"/> Procesul stabilizare namol este un proces aerobic, care necesită alimentarea cu surplus de oxigen. <input type="checkbox"/> Din acest motiv, costuri adiționale de energie pentru stabilizare namol
Epurare cu namol activ - Fermentare namol	Mediu	<input type="checkbox"/> Energia va fi recuperată din procesul de stabilizare anaerobă a namolului
Filtre biologice, spre exemplu SE Modulare	Scăzut	<input type="checkbox"/> Nu necesită aerare artificială. <input type="checkbox"/> Dacă procesul este combinat cu bazin anaerob de stabilizare a namolului, energia va fi recuperată din procesul de fermentare
Filtre biologice de contact cu biodiscuri, spre exemplu SE Modulare	Scăzut	<input type="checkbox"/> Nu necesită aerare artificială

În final, costurile de investiție pot fi clasificate după cum urmează:

Proces de epurare	Costuri de investiție specifice	Explicații
Iazuri de aerare	Mediu	<input type="checkbox"/> Sunt necesare numai lucrări minore de consolidare, datorită iazurilor <input type="checkbox"/> Suprafața necesară mare
Epurare cu namol activ - Aerare extinsă	Mediu	<input type="checkbox"/> Stație tratare compactă <input type="checkbox"/> Nu sunt necesare unități adiționale cum ar fi: pre-ingrosator, digester, post-concentrator, gazometru, stație co-generare.
Epurare cu namol activ - Fermentare namol	Ridicat	<input type="checkbox"/> Sunt necesare decantoare primare <input type="checkbox"/> Nu sunt necesare unități adiționale cum ar fi: pre-ingrosator, digester, post-concentrator, gazometru, stație co-generare
Filtre biologice, spre exemplu SE Modulare	Scăzut	<input type="checkbox"/> Sunt necesare decantoare primare pentru evitarea blocajelor <input type="checkbox"/> Similar pentru procesul cu namol activ, este necesar bazin de stabilizare separată a namolului
Filtre biologice de contact cu biodiscuri spre exemplu SE Modulare,	Scăzut	<input type="checkbox"/> Sunt necesare decantoare primare pentru evitarea blocajelor <input type="checkbox"/> Similar pentru procesul cu namol activ, este necesar bazin de stabilizare separată a namolului

## 5 RECOMANDARI

Pe baza diferitelor comparații generale între diferite procese de epurare următorul tabel cuprinde recomandările indicative privind schemele de epurare, care vor fi alese funcție de capacitatea necesară a stațiilor de epurare.

Capacitatea SE	Treapta de epurare	Proces adoptat
2,000 la 5,000	Secundara	SE Modulare cum ar fi Filtre Biologice de Contact cu Biodiscuri, Bazine Biologice cu Funcționare Secvențială și alte SE standardizate.
5,000 la 35,000	Tertiara	Aerare extinsă (bazin de aerare cu stabilizare simultană a namolului)

**Pentru stațiile de epurare medii, aerarea extinsă este utilizată în mod uzual.** Explicația este, ca aceste stații pot fi construite compact, fiind inclus procesul pentru stabilizarea namolului și nu sunt necesare structuri adiționale pentru stabilizarea namolului, cum ar fi digestoare, concentratoare, etc. Din această cauză, eforturile de exploatare privind personalul de exploatare și întreținere, etc. sunt relativ scăzute. Totuși, dezavantajul constă în faptul că energia potențială a apei uzate și namolul activ produs ca un rezultat al încărcărilor apei uzate, nu sunt reutilizate.

Acest dezavantaj major devine și mai semnificativ, când crește capacitatea stației de epurare. Peste o anumită capacitate a stației, este mult mai economic să investești într-un bazin de fermentare namol și recuperarea energiei printr-o etapă adițională de tratare a namolului. Costurile de investiție pentru unitățile adiționale de tratare a namolului vor fi compensate prin recuperarea energiei din biogazul provenit din fermentare. Acest aspect devine mai important din punct de vedere al costurilor energetice în creștere.