

Universitatea Politehnica din Timișoara

Facultatea de Hidrotehnică

Inginer Stăniloiu-Theis Cristian Marius

Teză de Doctorat

**„CONTRIBUȚIE LA OPTIMIZAREA PROCESELOR DE
EPURARE LA INSTALAȚIILE DE CAPACITATE MICĂ”**

Conducător științific:

Prof.cons.dr.ing. Cornel Jura

| | |
|----------------------------|------------|
| UNIV. "POLITEHNICA" | |
| TIMIȘOARA | |
| BIBLIOTECA CENTRALĂ | |
| Nr. volum | 649. 158 |
| Dulap | 369 Lit. F |

Timișoara 2006

Când am purces la drum, în vederea realizării tezei de doctorat, am avut în vedere o definiție dată de Lordul Kelvin (William Thomson, 1824-1907):

„Știința înseamnă repetabilitate și măsurabilitate”.

Provenită dintr-o vreme în care știința era legată pregnant de descrierea și explicarea fenomenului științific, cel mai adesea *aleatoriu*, definiția mi s-a părut cum nu se poate mai actuală, pe măsură ce experimentele de laborator deveneau mai *predictibile*, iar măsurătorile de o mai mare acuratețe.

Bucuria „*micului ucenic*” a fost completată de efortul pe care l-a presupus descrierea, *cu toate consecințele/renunțările*, a fenomenului studiat.

A fost momentul în care au intervenit îndrumările *domnului prof. cons. dr. ing. Cornel Jura* și ale *domnului prof. dr. ing. Ion Mirel*, încurajările cu care aceștia au știut să mă determine în *menținerea unui standard ridicat al actului științific*.

Chiar dacă drumul a fost anevoios, discuțiile pe care le-am purtat, în egală măsură, cu *domnul prof. dr. ing. Alexandru Mănescu* și *domnul prof. dr. ing. Mihai Dima* mi-au creat convingerea că am fost pe drumul ce bun.

O notă aparte a reprezentat-o pentru mine *domnul decan, prof. dr. ing. Michael Ion*, *suportul* pe care mi l-a acordat domnia sa a fost de bun augur, pe întreaga perioadă a demersului meu științific.

Chiar dacă nu mai este printre noi, de câte ori mă așezam la masa de scris, simțeam privirea de peste umăr a tatălui meu, așa cum memoria mea fixase un crâmpeli de imagine rămas de când eram pe băncile școlii. Lui îi dedic această lucrare, *cu mândria faptului împlinit*, lăsând cititorului oportunitatea da a se pronunța, *în ultimă instanță*, asupra adevărului științific, *așa cum l-am descris*.

Timișoara, septembrie 2006

Ing. Cristian Stăniloiu

Vorwort

Als ich den Weg eingeschlagen habe um meine Doktorarbeit auszuführen hatte ich im Sinn die Definition von Lord Kelvin (William Thomson, 1824- 1907):

„Wissenschaft bedeutet Wiederholbarkeit und Meßbarkeit „

Diese Definition , die aus einer Zeit stammt in der die Wissenschaft prägnant mit der Beschreibung und Erklärung des wissenschaftlichen, meistens *aleatorischen* Phänomens verbunden war, ist mir um so aktueller vorgekommen, je mehr die Laborexperimente vorsehbarer und die Messungen genauer wurden.

Die Freude des „*kleinen Lehrlings*“ wurde durch die Mühe der Beschreibung des erforschten Phänomens ergänzt, mit allen zu erwartenden *Folgen/Verzichten*.

Zu diesem Zeitpunkt kam die Unterstützung und Ermutigung von *den Professoren Cornel Jura* (Konsult. Univ.-Prof Dipl.-Ing Dr. Techn.) und *Ion Mirel* (O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Techn.), die mir verholfen haben *den hohen Standard des wissenschaftlichen Aktes aufrecht zu erhalten*.

Die Gespräche mit *den Herren Professoren Alexandru Mănescu* (Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Techn.) und *Mihai Dima* (Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Techn.) haben mich im gleichen Maße zu der Überzeugung gebracht dass der eingeschlagene Weg, wenn auch schwierig, doch der richtige ist.

Eine besondere Note verkörperte für mich *die Unterstützung von Herrn Dekan Michael Ion* (Univ.-Prof. Dipl.-ing. Dr. Techn.), die über die ganze Zeit meines wissenschaftlichen Unternehmens ein gutes Omen bedeutete.

Obwohl er nicht mehr unter uns weilt, spürte ich sooft ich mich hinter den Schreibtisch setzte den Blick meines Vaters über meine Schulter, so wie mein Gedächtnis dieses Bild aus der Zeit als ich noch die Schulbank drückte festgehalten hat. Ihm widme ich diese Arbeit, mit *dem Stolz der vollbrachten Tat*, während ich es letztlich dem Leser überlasse sich über meine wissenschaftliche Aussage auszulassen.

Timișoara,
September 2006

Dipl.-Ing. Cristian Stăniloiu

Cuprins

| | Capitolul | Pagina |
|-------|--|--------|
| | Capitolul 1 | |
| | Introducere | |
| 1.1 | Importanța epurării apelor uzate | 1 – 1 |
| 1.2 | Obiectivele cercetării | 1 – 1 |
| 1.3 | Scurtă prezentare a evoluției în timp a stațiilor de epurare de capacitate mică | 1 – 2 |
| 1.4 | Alternative ale stațiilor de epurare de capacitate mică, avantaje și dezavantaje | 1 – 10 |
| | Capitolul 2 | |
| | Tehnologi de epurare | |
| 2.1 | Generalități | 2 – 1 |
| 2.2 | Obiectele epurării primare | 2 – 1 |
| 2.2.1 | Debitmetre | 2 – 1 |
| 2.2.2 | Grătare | 2 – 11 |
| 2.2.3 | Site | 2 – 12 |
| 2.2.4 | Cominutoare, (site tăietoare) | 2 – 13 |
| 2.2.5 | Deznisipatoare | 2 – 14 |
| 2.2.6 | Separatoare de grăsimi | 2 – 14 |
| 2.2.7 | Decantoare | 2 – 15 |
| 2.3 | Obiectele epurării biologice | 2 – 15 |
| 2.3.1 | Filtre biologice | 2 – 16 |
| 2.3.2 | Contactoare biologice rotative | 2 – 20 |
| 2.3.3 | Bazine de aerare, (bazine cu nămol activ) | 2 – 20 |
| 2.3.4 | Bazine de activare | 2 – 21 |
| 2.3.5 | Șanțuri de oxidare | 2 – 22 |
| 2.3.6 | Decantoare cu etaj | 2 – 22 |
| 2.3.7 | Decantoare secundare | 2 – 23 |
| 2.3.8 | Epurare biologică mixtă, (instalații Stählermatic) | 2 – 23 |
| 2.4 | Obiectele epurării terțiare | 2 – 24 |
| 2.4.1 | Filtrarea rapidă prin nisip | 2 – 25 |
| 2.4.2 | Filtrarea lentă prin nisip | 2 – 25 |
| 2.4.3 | Microfiltrarea | 2 – 26 |
| 2.4.4 | Clarificatorul ascensional | 2 – 26 |
| 2.4.5 | Terenu înierbat | 2 – 26 |
| 2.4.6 | Lagune, (iazuri) | 2 – 27 |
| 2.5 | Procedee de dezinfectie | 2 – 27 |
| 2.5.1 | Dezinfectia chimică. Clorul și compușii lui | 2 – 28 |
| 2.5.2 | Tratari speciale, iradierea UV | 2 – 30 |
| 2.5.3 | Tratari speciale, ozonarea | 2 – 31 |
| 2.6 | Linia nămolului | 2 – 32 |
| 2.7 | Scheme tehnologice de epurare | 2 – 32 |
| 2.7.1 | Elaborarea schemelor tehnologice de epurare | 2 – 32 |
| 2.7.2 | Variante de scheme tehnologice de epurare | 2 – 33 |
| 2.8 | Alte elemente tehnologice ale stațiilor de epurare | 2 – 38 |
| 2.8.1 | Deversorul din amonte stației de epurare și canalul de deviere | 2 – 38 |
| 2.8.2 | Bazinul de retenție | 2 – 39 |

| | | |
|--------|---|--------|
| 2.8.3 | Stația de pompare | 2 – 39 |
| 2.8.4 | Construcții și instalații auxiliare aferente unei stații de epurare | 2 – 40 |
| 2.9 | Autoepurarea apelor de suprafață | 2 – 41 |
| 2.9.1 | Factorii care influențează capacitatea de autoepurare | 2 – 41 |
| | Capitolul 3 Elemente de calcul tehnico economic Fiabilitatea echipamentelor hidromecanice din stațiile de epurare | |
| 3.1 | Elemente de calcul tehnico economic | 3 – 1 |
| 3.1.1 | Criteriul cheltuielilor actualizate anuale minime | 3 – 1 |
| 3.1.2 | Aplicarea timpului de recuperare a investițiilor | 3 – 2 |
| 3.1.3 | Factorii care influențează costul unei microstații de epurare | 3 – 2 |
| 3.2 | Fiabilitatea echipamentelor hidromecanice din stațiile de epurare | 3 – 5 |
| 3.2.1 | Generalități, definiții | 3 – 5 |
| 3.2.2 | Defectări, tipuri și evoluție | 3 – 7 |
| 3.2.3 | Fiabilitatea echipamentelor hidrodinamice | 3 – 7 |
| 3.2.4 | Condiții moderne pentru instalațiile și echipamentele din stațiile de epurare | 3 – 8 |
| 3.2.5 | Fiabilitatea proceselor din stațiile de epurare | 3 – 9 |
| | Capitolul 4 Cerințe specifice legate de stațiile de epurare de mică capacitate | |
| 4.1 | Clasificarea stațiilor de epurare în funcție de capacitate | 4 – 1 |
| 4.2 | Importanța stațiilor de epurare de mică capacitate, domeniu de aplicare | 4 – 1 |
| 4.3 | Probleme și cerințe specifice ale stațiilor de epurare de capacitate redusă | 4 – 4 |
| 4.3.1 | Probleme specifice ale stațiilor de epurare de capacitate redusă | 4 – 4 |
| 4.3.2 | Cerințe specifice ale stațiilor de epurare de capacitate redusă | 4 – 4 |
| 4.3.3 | Caracteristici calitative ale influentului și efluentului stațiilor de epurare de mică capacitate | 4 – 5 |
| 4.4 | Reguli de bază în execuție stațiilor de epurare de capacitate mică | 4 – 7 |
| 4.4.1 | Generalități | 4 – 7 |
| 4.4.2 | Stațiile de (pre)pompare, sistemul de pompare prin gaz-lift | 4 – 8 |
| 4.4.3 | Măsurarea debitelor | 4 – 10 |
| 4.4.4 | Tratarea apei de ploaie | 4 – 10 |
| 4.4.5 | Epurarea mecanică | 4 – 11 |
| 4.4.6 | Bazinul de activare | 4 – 12 |
| 4.4.7 | Decantorul secundar | 4 – 12 |
| 4.4.8 | Pavilionul de exploatare și anexe | 4 – 13 |
| 4.4.9 | Alte măsuri constructive pentru asigurarea bunei funcționări a stației | 4 – 13 |
| 4.4.10 | Recomandări privind amplasarea stațiilor de epurare de mică capacitate | 4 – 14 |
| 4.5 | Aspecte legislative, din câteva țări europene, legate de soluția epurării apelor uzate menajere prin stații de epurare de capacitate mică | 4 – 14 |
| | Capitolul 5 Proiectarea, execuția și exploatarea stațiilor de capacitate mică și foarte mică | |
| | Generalități în proiectarea și execuția stațiilor de epurare de capacitate foarte mică și mică | 5 – 1 |
| 5.1 | Microstații de epurare, (stații de epurare de uz casnic), cu o capacitate de până la 50 locuitori echivalenți deserviți | 5 – 2 |
| 5.1.1 | Bazele dimensionării microstațiilor de epurare | 5 – 2 |

| | | |
|-------|--|--------|
| 5.1.2 | Cerințe legate de dimensionare | 5 – 5 |
| 5.1.3 | Cerințe legate de execuție | 5 – 14 |
| 5.1.4 | Exploatare și întreținere | 5 – 18 |
| 5.1.5 | Eficiența epurării | 5 – 22 |
| 5.1.6 | Verificarea eficienței de epurare | 5 – 22 |
| 5.2 | Stații de epurare cu plante, filtre de pământ cu vegetație | 5 – 23 |
| 5.2.1 | Domeniul de aplicare | 5 – 23 |
| 5.2.2 | Dimensionare și execuție | 5 – 23 |
| 5.2.3 | Filtre de pământ cu vegetație | 5 – 24 |
| 5.2.4 | Cerințe legate de execuție și dotări necesare | 5 – 26 |
| 5.2.5 | Exploatarea și întreținerea | 5 – 31 |
| 5.2.6 | Gradul de epurare | 5 – 34 |
| 5.2.7 | Verificarea eficienței epurării | 5 – 34 |
| 5.3 | Stații de epurare cu membrană | 5 – 35 |
| 5.3.1 | Generalități | 5 – 35 |
| 5.3.2 | Domeniul de aplicare și montajul | 5 – 35 |
| 5.3.3 | Principiul de funcționare | 5 – 36 |
| 5.3.4 | Controlul exploatării și întreținerea sistemului de epurare | 5 – 37 |
| 5.4 | Îndepărtarea nămolului | 5 – 38 |
| 5.5 | Descărcarea apei uzate epurate | 5 – 38 |
| 5.5.1 | Generalități | 5 – 38 |
| 5.5.2 | Iazului de infiltrare | 5 – 39 |
| 5.5.3 | Tranșee drenante | 5 – 40 |
| 5.5.4 | Puturile absorbante sau căminele de infiltrare | 5 – 41 |
| 5.5.5 | Procedeele alternant de infiltrare subterană | 5 – 42 |
| 5.5.6 | Irigarea în scopuri agricole prin intermediul câmpului de irigare | 5 – 42 |
| 5.6 | Observații și completări legate de stațiile de capacitate mică și foarte mică | 5 – 43 |
| 5.6.1 | Măsuri de epurare avansată | 5 – 43 |
| 5.6.2 | Particularități ale stațiilor cu o capacitate de până la 500 locuitori echivalenți | 5 – 43 |
| | Capitolul 6 | |
| | Studii și cercetări experimentale | |
| 6.1 | Tendențe actuale în construcția și exploatarea microstțiilor de epurare | 6 – 1 |
| 6.1.1 | Tehnologii adoptate | 6 – 1 |
| 6.1.2 | Probleme constatate în exploatarea și întreținerea microstțiilor de epurare | 6 – 3 |
| 6.1.3 | Concluzii | 6 – 11 |
| 6.2 | Optimizarea procesului de epurare pentru microstația de epurare ORM 5 | 6 – 13 |
| 6.2.1 | Descrierea instalației experimentale | 6 – 13 |
| 6.2.2 | Optimizarea duratei secvențelor de aerare din cadrul procesului de epurare biologică | 6 – 15 |
| 6.2.3 | Analiza câtorva scenarii de exploatare a microstației ORM 5 | 6 – 24 |
| 6.2.4 | Reducerea pe cale biologică a grăsimilor prin bacterii selectate | 6 – 26 |
| 6.3 | Dezinfecția apelor uzate epurate în stațiile de epurare de capacitate mică | 6 – 29 |
| | Capitolul 7 | |
| | Concluzii finale | |
| 7.1 | Organizarea proiectării, avizării, achiziției, montării, exploatării, întreținerii și controlul funcționării microstațiilor de epurare | 7 – 1 |
| 7.2 | Avantaje și dezavantaje ale microstațiilor de epurare comparativ cu fosele septice | 7 – 4 |
| 7.3 | Avantaje și dezavantaje ale dezinfecției prin iradiere UV a apei uzate epurate | 7 – 7 |

Cuprins

| | | |
|-------|--|--------|
| 7.4 | Aprecieri ale diferitelor tehnologii de epurare utilizate în cadrul microstațiilor | 7 – 9 |
| 7.4.1 | Treapta de epurare mecanică (primară) | 7 – 9 |
| 7.4.2 | Epurarea biologică | 7 – 11 |
| 7.4.3 | Epurarea avansată | 7 – 17 |
| 7.4.4 | Recomandări privind adoptarea unei tehnologii de epurare | 7 – 18 |
| 7.5 | Structura și conținutul tezei, contribuții personale și perspective | 7 – 22 |
| 7.5.1 | Structura și conținutul tezei | 7 – 22 |
| 7.5.2 | Contribuții personale | 7 – 25 |
| 7.5.3 | Perspective | 7 – 24 |
| | Bibliografie | |
| | Anexe | |

Capitolul 1

Introducere

1.1 Importanța epurării apelor uzate

Epurarea apelor uzate prezintă o importanță deosebită pentru menținerea unui mediu de viață curat și sănătos. Prin *ape uzate* înțelegându-se în acest context *apele murdare* provenite din activitățile gospodărești, din industrie, de la instituții publice sau de la alte folosințe, adică ape a căror caracteristici au fost schimbate în urma folosirii. Și apele pluviale, în anumite condiții, nu vor mai fi considerate ape convențional curate și vor fi supuse tratării înainte de infiltrarea lor în sol sau deversării lor într-un emisar.

Pentru o bună gospodărire a resurselor existente de apă se impune controlul calității și cantității deversărilor atât de debite mari cât și de debite mici, aparent neînsemnate, care reprezintă însă niște mici poluatori locali (punctuali). Din această categorie făcând parte gospodăriile izolate, moteluri, hoteluri, campinguri, parcări dotate cu toalete, dar și sanatorii de boli infecțioase, obiective industriale de mică capacitate sau ferme agrozootehnice, [11], [12], [13], [14], [53], [54], [81].

1.2 Obiectivele cercetării

Prezenta teză tratează unele aspecte legate de epurarea apelor uzate provenite de la micii consumatori casnici sau de la consumatori care, din punct de vedere al calității apei deversate, pot fi asemuiți cu aceștia.

Problema micilor consumatori, care nu dispun de un sistem centralizat de colectare, transport, epurare și descărcare a apelor uzate este de maximă actualitate la noi în țară, încercându-se implementarea de soluții rapide dar și eficiente din punct de vedere tehnic și economic. Se urmărește prin acesta crearea și dezvoltarea unei infrastructuri rurale corespunzătoare standardelor actuale de confort și igienă.

În teză sunt prezentate principalele tehnologii de epurare și modul în care acestea pot fi aplicate la instalațiile de capacitate mică. S-a încercat prezentarea a cât mai multor detalii tehnice și constructive, legate de proiectarea, execuția și funcționarea microstațiilor, dar și aspecte legate de cost, exploatare și întreținere.

Ca și parte experimentală a fost analizată posibilitatea optimizării procesului de epurare biologică, prin adaptarea duratei secvențelor de aerare din cadrul bazinului de activare. Experiențele au fost efectuate pe un reactor „pilot”, care este de fapt, o microstație de epurare, model ORM-5, de producție italiană.

În continuare au fost studiate și alte aspecte legate de îmbunătățirea calității efluentului, cum ar fi efectul produs de utilizarea produselor biologice active în întreținerea rețelei interioare și exterioare de canalizare sau aplicare unei metode de dezinfecție a apelor epurate înainte de descărcare.

În capitolul final sunt prezentate aprecieri ale diferitelor tehnologii de epurare și recomandări legate de aplicarea în practică a unei instalații de

epurare de capacitate mică. Acest capitol are la bază cercetările experimentale efectuate dar și o amplă literatură de specialitate studiată, literatură care cuprinde atât normative și standarde de proiectare, dar și împărtășiri de experiență a specialiștilor din domeniu.

1.3 Scurtă prezentare a evoluției în timp a stațiilor de epurare de capacitate mică

Stațiile de epurare de capacitate mică au stat la baza studiilor și cercetărilor din domeniul epurării apelor uzate comunale. Din cele câteva exemple prezentate, reiese faptul că ideea epurării biologice a apei uzate, a fost prezentă deja la început de secol douăzeci, urmărindu-se obținerea unui efluent de calitate și chiar utilizarea apei uzate în agricultură.

De remarcat efortul care a fost depus, acum aproape o sută de ani, pentru realizarea unor instalații de calitate, funcționale și fiabile. Materialele utilizate fiind de regulă metalul, (fonta), lemnul și betonul.

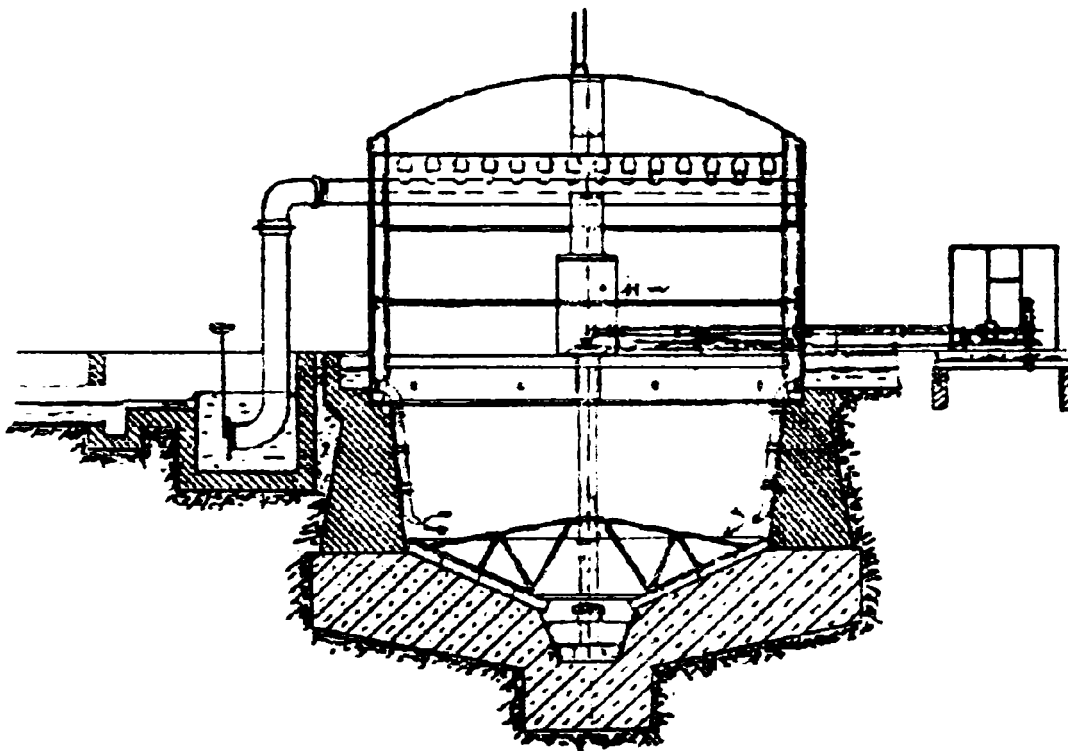


Figura 1.1a „Turn de epurare”

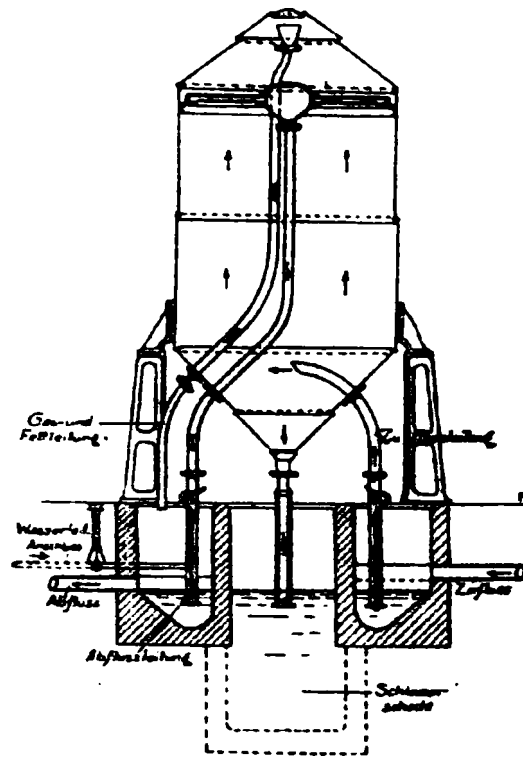


Figura 1.1b „Cazan de epurare”

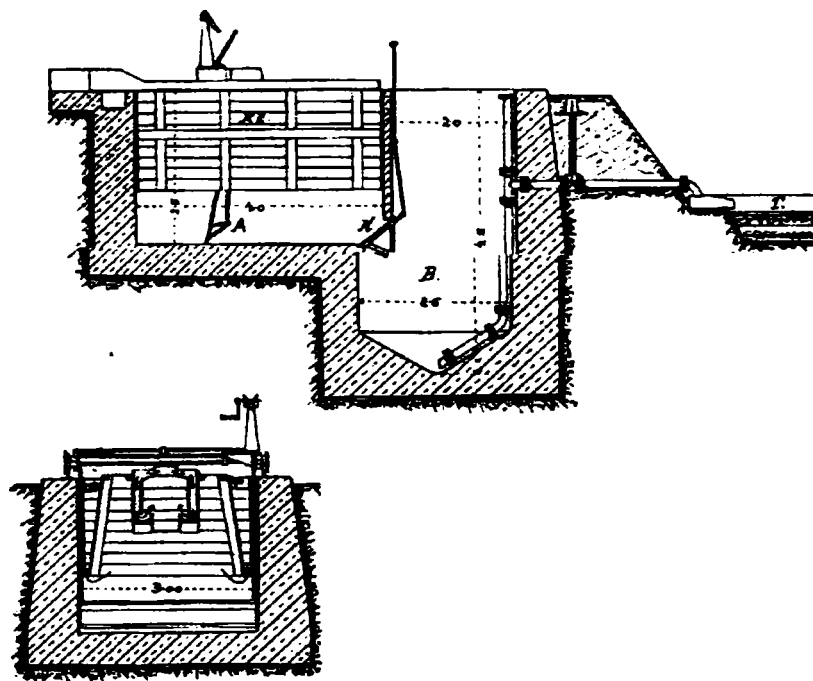


Figura 1.1c „Stație de epurare cu celulă Kremer și puț de colectare a nămolului”

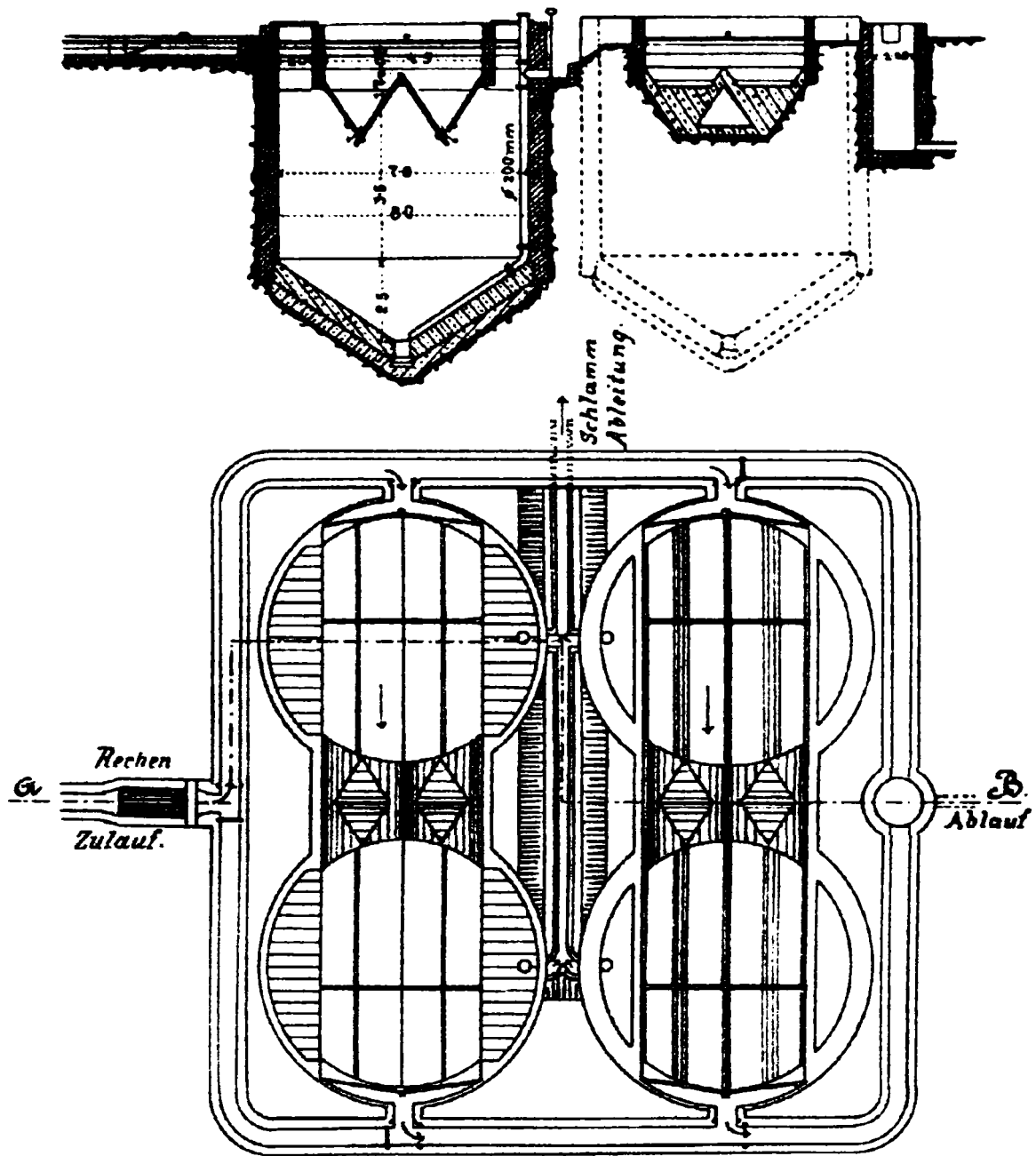


Figura 1.1d „Decantor Imhoff”



Figura 1.1e „Filtre biologice cu masă filtrantă din cocs și sistem radial de distribuție a apei, Berlin”,



Figura 1.1f „Epurarea apei prin iazuri, Androver – Boston”

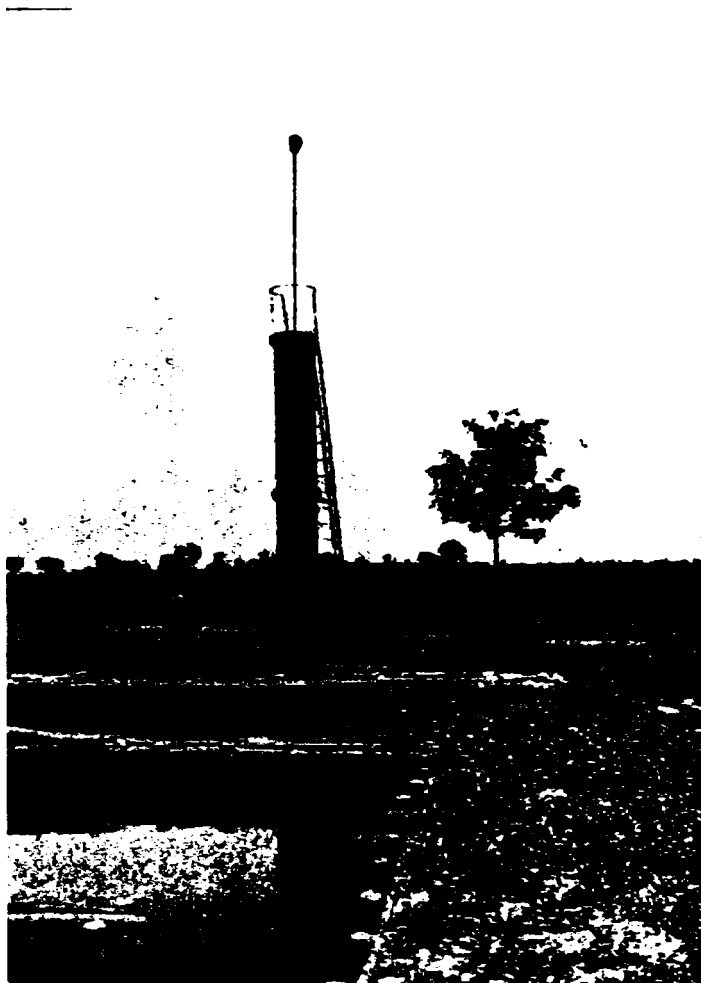


Figura 1.1g „Câmp de irigare cu ape uzate, Berlin-Malchow”

În figura 1.1a și 1.1b sunt prezentate două tipuri de stații de capacitate mică executate în variantă metalică, „Turn de epurare”, după Röckner-Rothe, respectiv „Cazan de epurare”, după Merten, 1914. Specific acestor instalații este construcția supraterană. Apa brută parcurge separatorul prin sifonare, (viteza de ridicare fiind de 0.5-1.0mm/s), urmărindu-se crearea unui pat filtrant suspensional.

În figura 1.1c este prezentată o stație de epurare de capacitate mică formată dintr-un decantor longitudinal, prevăzut cu raclor, și un bazin de colectare și acumulare a nămolului. Nămolul colectat fiind descărcat prin sifonare.

Figura 1.1d reprezintă planul uni decantor Imhoff, decantor aflat în exploatare în multe stații de epurare și astăzi, (mai ales în localitățile mici).

Figura 1.1e reprezintă imaginea uni ansamblu de filtre biologice, cu masa filtrantă din cocs, aflat în exploatare în Berlin, 1914, iar în figura 1.1f este prezentat un iaz compartimentat de decantare din localitatea Andover de lângă Boston, 1914.

Câmpul de irigare prezentat în figura 1.1g este un exemplu de utilizare a apei uzate în agricultură, Berlin 1914. Alimentarea se face dintr-un bazin de decantare, prevăzut cu preaplin și indicator de nivel.

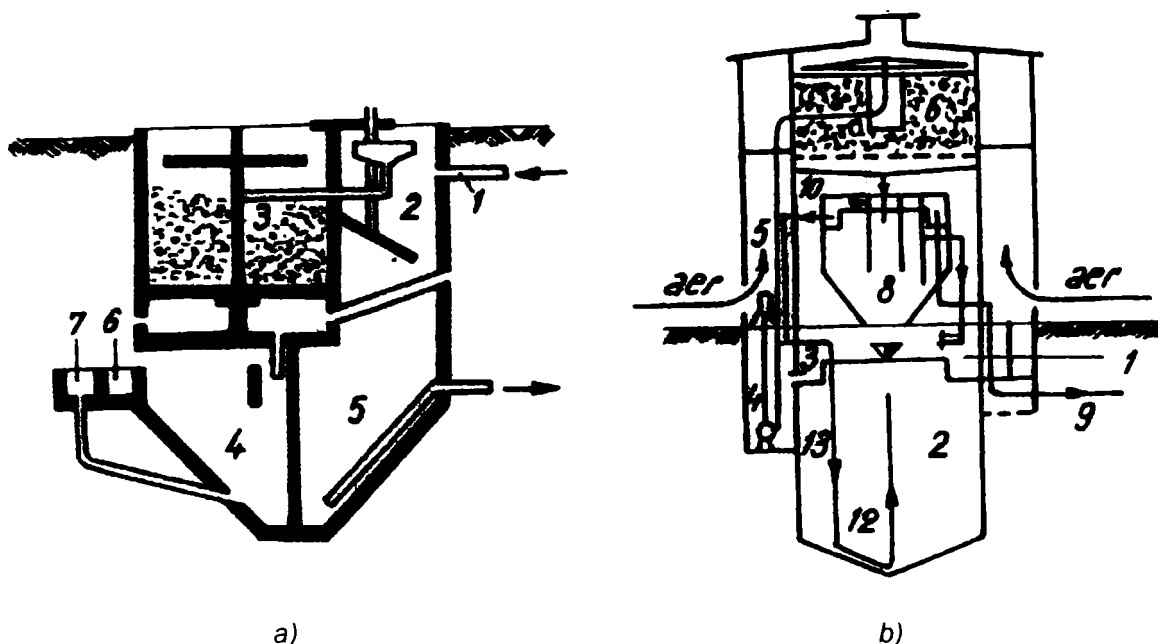


Figura 1.1h – a, b „Reactoare de epurare monobloc, cu filtrare biologică și bazin de fermentare anaerobă a nămolului”

În figurile 1.1h, a și b sunt prezentate secțiunile transversale prin două reactoare de epurare, dezvoltate în anii 60, care realizează atât filtrarea biologică a apei uzate cât și stocarea și fermentarea anaerobă a nămolului, [24].

Figurile 1.1i, a și b reprezintă detaliile unui aerofiltru, brevetat în 1985, [103], care, pentru o eficiență sporită și un consum energetic redus, este realizat în variantă acoperită și prevăzut cu un sistem de insuflare de aer cald. Aceste detalii constructive înlătură o mare parte din neajunsurile filtrelor biologice clasice.

În figura 1.1j a, este prezentată secțiunea transversală printr-o instalație de epurare de capacitate mică, prevăzută cu două bazine de activare și două decantoare secundare, montate în cascadă și un rezervor de stocare a nămolului, Sistem Dr. Renner[®]. Efluentul este de o calitate deosebită, el fiind utilizat la irigarea pădurii învecinate. Figura 1.1j b, reprezintă clădirea care adăpostește partea supraterană a stației. De asemenea se pot vedea gurile de acces pentru inspecții și intervenții tehnologice.

Ultimele două sisteme de epurare sunt semnificative pentru stadiul actual al tehnicii, [19], [40], [41], [42], [44], [45].

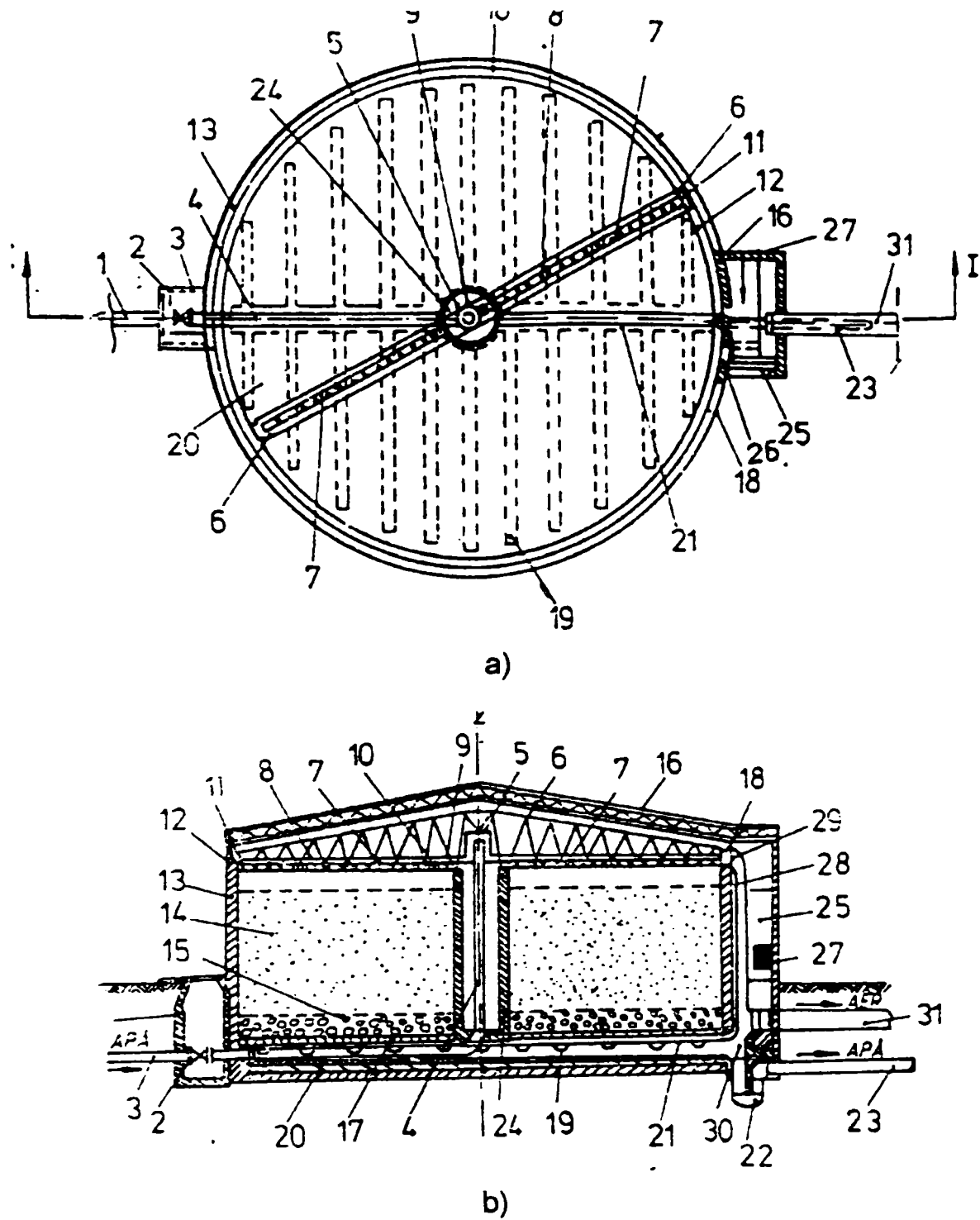


Figura 1.1i - a, b „Aerofiltru de mare încărcare pentru epurarea biologică a apelor uzate”

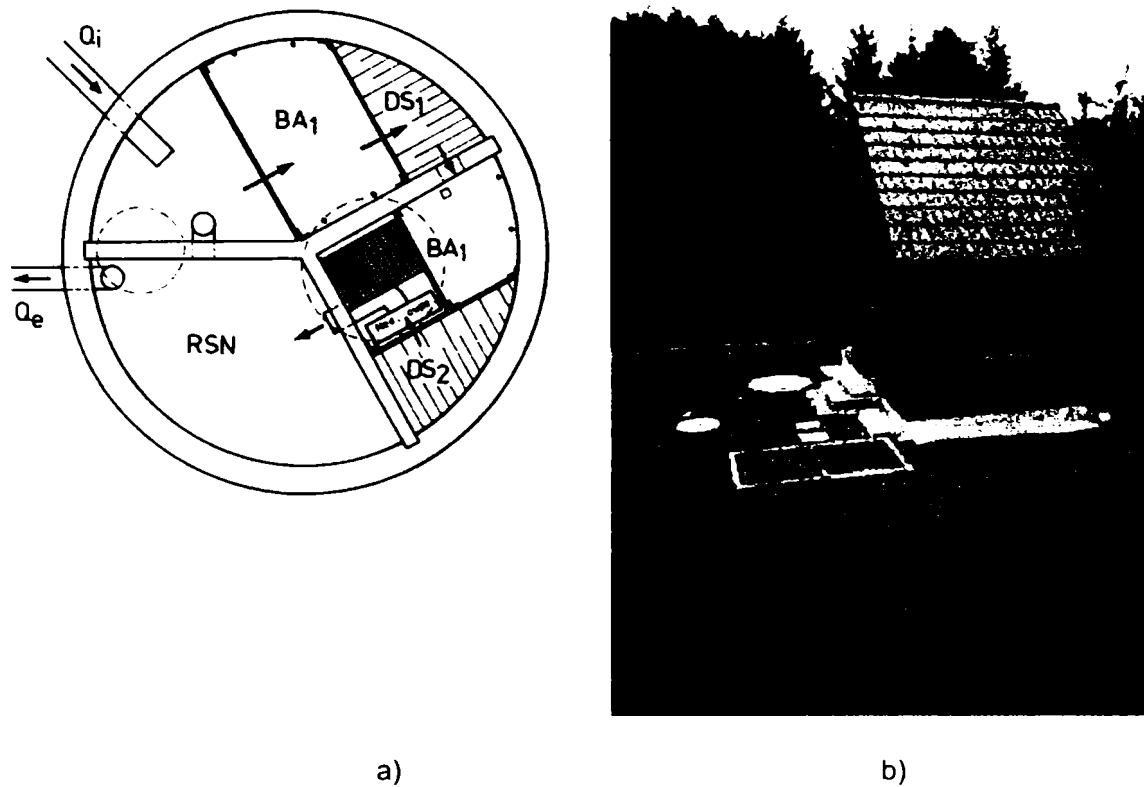


Figura 1.1j – a, b „Stație de epurare de capacitate mică Sistem Dr. Renner®”

1.4 Alternative ale stațiilor de epurare de capacitate mică, avantaje și dezavantaje

Canalul public și stația de epurare centrală reprezintă soluția cea mai avantajoasă pentru așezările mici și medii cu o densitate mare de construcții, respectiv locuitori deserviți. Pentru unele așezări însă, cum ar fi satele de munte răsfirate, ferme sau gospodării individuale izolate, soluția poate deveni neeconomică, cu cheltuieli de întreținere mari și probleme în exploatare, deoarece presupune rețele lungi și debite vehiculate mici.

Colectarea apelor uzate în fose, este o soluție care la ora actuală se acceptă din ce în ce mai puțin în țările Uniunii Europene. Fosele septice ocupă un volum construit foarte mare, (cel puțin 3m^3 pentru fiecare locuitor echivalent deservit, conform legislației austriece și cel puțin 5m^3 pentru fiecare locuitor echivalent deservit, conform legislației germane). Soluția este și incomodă datorită gabaritului mare a utilajelor care asigură vidanajarea.

Colectarea și transportul apelor uzate spre stația de epurare prin intermediul canalului vacuumat sau a canalului sub presiune, reprezintă o soluție economică și performantă tehnic pentru beneficiarii izolați. Probleme în exploatarea și întreținerea acestor canale apar în cazurile traseelor lungi și sinuoase, a căror lungime nu poate depăși o anumită limită. Corespunzător

stadiului actual al tehnicii canalul vacuumat sau sub presiune reprezintă o alternativă pentru stațiile de epurare de capacitate mică.

Stații de epurare de capacitate mică și foarte mică sunt o soluție care s-a impus la nivel european în ultimii ani. S-au conturat la ora actuală mai multe tehnologii de epurare materializate în cele mai variate tipuri constructive de stații mici și foarte mici. Legislația unor țări europene prevede programe de finanțare sau chiar acordarea de subvenții pentru încurajarea aplicării acestei soluții.

Unul din avantajele instalațiilor de capacitate mică și foarte mică este că sunt foarte simple, ușor de realizat, punerea lor în funcție nefiind dificilă. Principalul dezavantaj al acestor instalații este costul ridicat de achiziție și verificarea periodică de către un personal calificat, (a se vedea și capitolul 7).

Câteva date legate de dotările cu instalații hidroedilitare a localităților din România la sfârșitul anilor '90 sunt prezentate în tabela 1.1. De menționat faptul, că foarte multe din stațiile de epurare existente sunt depășite moral, ele fiind prevăzute numai cu treaptă de epurare mecanică, [10], [13], [14], [20], [24], [28], [29], [30], [33], [35], [49], [68], [84].

Tabela 1.1

Dotări cu instalații hidroedilitare a localităților din România

| Număr localități <u>urbane</u> | Din care | | Număr localități <u>rurale</u> | Din care | | | |
|-----------------------------------|--|---|-----------------------------------|--|------|---|------|
| | cu instalații de alimentare cu apă potabilă | cu instalații de canalizare publică | | cu instalații de alimentare cu apă potabilă | % | cu instalații de canalizare publică | % |
| 262 | 262 | 261 | 13461 | 2391 | 17.7 | 346 | 2.57 |

Capitolul 2

Tehnologi de epurare

2.1 Generalități

O stație de epurare este compusă din mai multe obiecte tehnologice care trebuie, prin funcționarea lor corectă, să asigure un efluent ce respectă condițiile de calitate impuse.

Epurarea apelor uzate constă dintr-o primă fază, numită epurare mecanică sau primară, în care sunt reținute materii grosiere în suspensie cât și materii nemiscibile cu apa, separabile gravitațional, și o fază biologică sau secundară, în care sunt eliminate substanțele coloidale și dizolvate. În cadrul treptei biologice se poate prevedea și eliminarea azotului și a fosforului prin intermediul unei tehnologii de epurare avansată. Pentru obținerea unui efluent de calitate deosebită treapta de epurare biologică va fi urmată de o epurare terțiară, de finisaj. Aceste trei etape de epurare menționate mai sus formează linia, (fluxul), apei din cadrul tehnologiei de epurare.

Paralel cu linia apei se desfășoară linia nămolului, care prevede totalitatea instalațiilor de prelevare, transport și prelucrare a nămolului până la o formă acceptată. Se dorește obținerea unui nămol stabil biologic, de volum redus, și dacă este posibil, valorificabil economic, [5], [13], [14], [24], [31], [32], [33], [35], [44], [81], [88], [91], [94], [121].

2.2 Obiectele epurării primare

Epurarea mecanică a apelor uzate constituie primea treaptă de epurare. Impuritățile sunt îndepărtate prin procedee fizice, pe baza diferenței dintre greutatea specifice ale impurităților și greutatea specifică a apei, (decantare). La aceste construcții au loc și transformări chimice sau biochimice, dar într-o măsură mai mică, uneori chiar neglijabilă. De aceea, la trecerea prin construcțiile mecanice de epurare apa uzată este epurată numai parțial.

Construcțiile uzual folosite pentru epurarea mecanică sunt: grătarele, sitele, deznisipatoarele, separatoarele de grăsimi, decantoarele orizontale, (radiale și dreptunghiulare), decantoarele verticale și decantoarele cu etaj, (de remarcat faptul că decantoarele cu etaj realizează și fermentarea anaerobă a nămolului). Tot în cadrul treptei de epurare mecanică are loc și măsurarea debitului, respectiv înregistrarea volumului apei uzate influente.

2.2.1 Debitmetre

2.2.1.1 Noțiuni generale

Prin *debit de apă* se înțelege volumul de apă ce trece prin unitatea de timp printr-o secțiune a curentului. Din punct de vedere matematic debitul este dat de expresia, [20], [24], [48], [110]:

$$Q = \int_A \vec{v} \cdot \vec{n} \cdot dA \quad (2.1)$$

unde:

- Q - debitul care traversează instalația de măsurare;
- \vec{v} - viteza curentului de apă;
- \vec{n} - vectorul normalei pe secțiunea transversală a curentului de curgere;
- dA - aria elementară.

Pentru măsurarea debitelor de apă, în funcție de condițiile locale, pot fi utilizate diverse metode. Prin *metodă de măsurare a debitului de apă* se înțelege ansamblul operațiilor efectuate cu procedee și mijloace specifice, în scopul determinării debitului.

Mijloacele de măsurare a debitelor de apă sânt dispozitivele specifice unei metode de măsurare. Ele indică sau înregistrează în timp debitul sau volumul de apă ce traversează secțiunea curentului în dreptul căruia sânt instalate. Un mijloc de măsurare a debitelor de apă se compune din două părți distincte, [110]:

- *elementul primar*, (de bază), este un dispozitiv sau o instalație aflată în contact cu apa în mișcare supusă măsurării. Elementul primar pune în evidență o mărime caracteristică care variază în funcție de debit, (diferență de presiune sau de nivel, volum etc.) și determină apartenența mijlocului de măsurare a debitului la o metodă sau alta;

- *elementul secundar*, (auxiliar), este un dispozitiv, instalație sau aparatură prin intermediul căreia mărimea caracteristică se poate citi și transforma în debit sau volum, (elementul secundar poate realiza și înregistrarea simultană a mărimilor citite sau prelucrate).

În legătură cu elementul secundar se mai fac următoarele precizări terminologice, [110]:

- un mijloc de măsurare se numește *debitmetru* dacă aparatul auxiliar oferă o citire direct în debit;

- prin *debitmetru înregistrator* se înțelege un debitmetru care este prevăzut și cu un dispozitiv de înregistrare în timp a variației debitului;

- prin *contor* se înțelege un mijloc de măsurare a cărui dispozitiv auxiliar permite citirea directă a cantității de apă scursă prin secțiunea de măsurare într-un interval de timp;

- prin *debitmetru (sau contor) parțial* se înțelege un mijloc de măsurare a cărui dispozitiv auxiliar este astfel instalat, încât indică numai o parte a debitului, respectiv a volumului de apă ce trece prin secțiunea de măsurare. Pentru cunoașterea debitului, (volumului), total valoarea obținută va fi înmulțită cu o *constantă*.

Mijloacele de măsurare pot fi *normalizate*, care sânt special dimensionate astfel încât permit măsurarea debitelor după relații de calcul și norme consacrate, și mijloace de măsurare *improvizate*. Acestea din urmă sânt construcții, instalații sau echipamente existente pe traseul unui circuit de apă, având altă destinație decât cea de măsurare de debite. Ele însă pot fi

amenajate pentru măsurarea debitelor prin introducerea unui aparat auxiliar și realizarea unei etalonări corespunzătoare.

În funcție de scopul urmărit mijloacele de măsurare pot fi mijloace *fixe*, de exemplu cele aflate în exploatare și mijloace *mobile*, cum ar fi cele necesare etalonărilor sau măsurărilor ocazionale, [110].

2.2.1.2 Sistemul de curgere

Sistemul de curgere reprezintă modul în care se produce curgerea în raport cu condițiile de contact și este un element important în hidrometrie prin faptul că majoritatea mijloacelor de măsurare sunt specializate pentru un singur sistem. Deosebim astfel, [110]:

- *sistemul de curgere cu nivel liber*, unde lichidul în mișcare are o suprafață liberă în contact cu atmosfera. Acesta este și cazul curgerii în rețeaua de canalizare unde conductele sunt parțial umplute;

- *sistemul de curgere sub presiune*, este sistemul în care lichidul, (apa), în mișcare umple complet spațiul de curgere. Este de exemplu, cazul unei conducte complet umplute pentru transportul și distribuția apei potabile sau cazul unui sifon din rețeaua de canalizare.

2.2.1.3 Calitatea apei de măsurat

În măsurarea debitelor de apă este important și conținutul de materii solide al acesteia. Astfel apa poate fi clasificată în, [110]:

- *apă limpede*, este apa care nu are suspensii care se depun atunci când ea este în repaus;

- *apă cu suspensii*, este apa care conține suspensii solide, a căror depunere însă nu se realizează în limitele vitezelor de lucru din dreptul secțiunii de măsurare, (o astfel de apă este și apa de canalizare după trecerea ei prin separatorul de nisip);

- *apă cu materii târâte*, este apa cu conținut solid care se depune sau este târât de către curentul de apă în limitele vitezelor de lucru din dreptul secțiunii de măsurare.

2.2.1.4 Metode și mijloace de măsurare a debitelor de apă

Principalele metode și mijloace de măsurare a debitelor de apă ar fi următoarele, [110]:

- metoda *geometrică*, care are ca mijloc de măsurare *sectorul* de măsurare;

- metoda *volumetrică*, care are ca mijloc de măsurare *rezervorul etalon* și *contorul de apă volumetric*;

- metoda *gravimetrică*, care are ca mijloc de măsurare *rezervorul gravimetric* și *contorul de apă gravimetric*;

- metoda *modificării secțiunii de curgere*, care are ca mijloc de măsurare *ajutajul de măsurare*, *ajutajul Venturii*, *tubul Venturii*, *diafragma de măsurare*, *dispozitivul cu ștrangulare laterală*, *orificiul de măsurare*, *duza de măsurare*,

deversorul de măsurare, pragul de măsurare, debitmetrul cu mască, canalul de măsurare, ș.a.;

- metoda *centrifugală*, care are ca mijloc de măsurare *cotul de măsurare*;
- metoda *explorării câmpului de viteze*, care are ca mijloc de măsurare *flotorul, sonda de presiune, morișca hidrometrică ș.a.*;

- metoda *rezistenței la înaintare a corpurilor*, care are ca mijloc de măsurare *debitmetrul cu corp liber, debitmetrul cu corp ghidat, debitmetrul cu corp articulată*;

- metoda *injectării*;
- metoda *loviturii de berbec*;
- metoda *electromagnetică*, care are ca mijloc de măsurare *detectorul electromagnetic de debit*;

- metoda *termoelectrică*;
- metoda *ultrasonică*, care are ca mijloc de măsurare *debitmetrul ultrasonic*.

2.2.1.5 Măsurarea debitelor apei de canalizare

Măsurarea cantității apelor uzate nu prezintă numai o importanță în cadrul stației de epurare, unde prin controlul debitului, respectiv a volumului de apă uzată influentă, se reglează buna funcționare a stației și se urmăresc parametrii calitativi ai liniei apei și a nămolului. Puncte de măsurare trebuie să existe pe întreaga arie a bazinului canalizat. Prin acestea obținându-se informații legate de aportul de debit al diferitelor zone, variațiile de debit pe timp ploios, timpii și vitezele de colectare a apei în rețea, capacitatea de acumulare a canalului, etc., [110].

La alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare a *debitelor apelor uzate* se va ține seama de următoarele considerente, [110]:

- pentru ca măsurările de debite să satisfacă precizia cerută este necesară o amplasare corectă a mijloacelor de măsurare, mijloace care necesită anumite *gabarite*. Aceste condiții de gabarit sânt de cele mai multe ori impuse de necesitatea uniformizării regimului de curgere a curentului de apă în dreptul secțiunii de măsurare. Pentru aceasta este necesară asigurarea în amonte de secțiunea de măsurare a unei porțiuni rectilinii, fără obstacole perturbatoare, care să influențeze nefavorabil curgerea;

- *pierderea de sarcină* produsă prin măsurare este și ea determinantă în alegerea metodei și mijlocului de măsurare. Cele mai uzuale mijloace de măsurare folosesc pentru determinarea debitului chiar diferența de nivel sau o pierdere de sarcină produsă în secțiunea de măsurare;

- *calitatea apei*, condiționează de asemenea alegerea și amplasarea mijlocului de măsurare. Astfel apa uzată colectată în rețeaua de canalizare, datorită materialelor în suspensie și a celor târâte, exclude folosirea anumitor tipuri de instalații de măsurare;

- *limitele de măsurare*, constituie un criteriu care trebuie înțeles în sensul că mijloacele de măsurare prezintă anumite limite între care măsurarea se poate face cu suficientă precizie. Se urmărește utilizarea de mijloace la care orice modificare de debit să fie sesizată cu bună precizie de aparatul auxiliar

al acestora. Important în canalizare este înregistrarea debitelor minime, care între anumite ore din zi pot fi apropiate zero sau chiar zero;

- *efortul de exploatare minim*. Mijloacele de măsurare a debitului trebuie să ofere o exploatare cât mai simplă cu rezultate cât mai ușoare de prelucrat. Se urmărește ca citirea mărimilor caracteristice la aparatura auxiliară să fie cât mai simplă, dacă este posibil automată, și să se efectueze într-un singur punct;

- un ultim criteriu în alegerea mijlocului de măsurare ar fi *simplitatea de construcție și prețul de cost*.

Pentru determinarea debitului apei de canalizare vor fi definite și prezentate patru mijloace de măsurare aparținând a trei metode de măsurare.

2.2.1.6 Mijloace normalizate pentru măsurarea debitelor de apă uzată în canale cu nivel liber prin metoda modificării secțiunii de curgere

Măsurarea debitului în canale cu nivel liber prin metode micșorării locale a secțiunii de curgere constă în crearea unei diferențe de nivel, în punctul de măsurare, între porțiunile amonte și aval ale canalului, printr-o modificare locală a secțiunii de curgere. Diferența de nivel este funcție de debitul ce traversează dispozitivul, [110].

2.2.1.7 Deversorul cu perete subțire, cazul deversorului dreptunghiular

Această instalație se compune dintr-o porțiune rectilinie de canal care este barată transversal, pe o anumită lățime, cu un perete prevăzut cu o creastă deversantă. Dacă conturul acestei *creste deversante*, (în planul peretelui), este o linie dreaptă orizontală, deversorul se numește *deversorul dreptunghiular*. Se utilizează în practică și alte tipuri de contururi cum ar fi: un triunghi isoscel cu vârf în jos, *deversorul triunghiular*, un trapez, *deversorul trapezoidal*; un arc de cerc, *deversorul circular*. Un caz aparte este *deversorul proporțional*, la care între debitul vehiculat și nivelul amonte există o relație liniară.

La deversorul dreptunghiular creasta deversantă poate fi prevăzută pe toată lățimea canalului sau numai în partea centrală a canalului. În al doilea caz lama deversantă este o lamă cu contracție laterală.

Vederea în plan, secțiunea longitudinală și secțiunile transversale, (fără contracție laterală și cu contracție laterală), sunt redată în figurile 2.1 a, b, c. Iar detaliul creastă în figura 2.2.

În cazul deversorului fără contracție laterală, când lama deversantă se întinde pe toată pe toată lățimea canalului, este necesară aerarea porțiunii din avalul crestei, (cuprinsă între creastă și partea inferioară a lamei deversante). Pentru aceasta se prevede un orificiu amplasat în peretele canalului, orificiu care se continuă cu un tub de aerisire.

Trasarea curbilor caracteristice ale deversorului dreptunghiular se face cu relațiile:

- cazul deversorului fără contracție laterală

$$Q = \mu \cdot B \sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad (2.2)$$

- cazul deversorului cu contracție laterală

$$Q = \left(0.405 + \frac{0.0027}{H} - 0.03 \frac{B-b}{B} \right) \cdot \left[1 + 0.55 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \cdot \frac{H^2}{(H+p)^2} \right] \cdot b \cdot H \sqrt{2g \cdot H} \quad (2.3)$$

În care:

- Q - debitul care traversează instalația de măsurare, (m^3/s);
- μ - coeficientul de debit al deversorului, (adimensional);
- B - lățimea de canal curentă, (m), (măsurată la fundul secțiunii transversale);
- b - lățimea secțiunii de curgere micșorată local, (m), (măsurată la partea inferioară a liniei de contact între curentul de apă și secțiunea micșorată);
- H - înălțimea apei în amonte de mijlocul de măsurare, (m);
- p - distanța de la fundul canalului, (în amonte), și până la punctul cel mai de jos al crestei deversorului sau pragului, (m);
- g - accelerația gravitațională, $g = 9.81 m/s^2$.

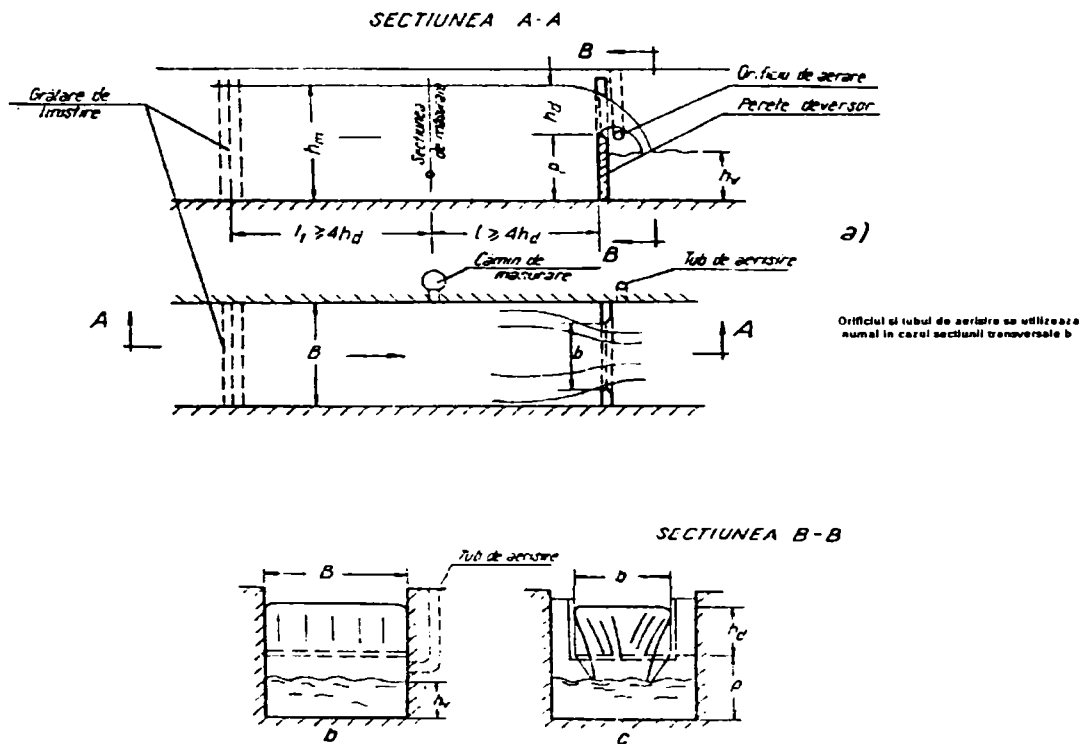


Figura 2.1 a, b, c „Detalii canal de măsură prevăzut cu deversor”

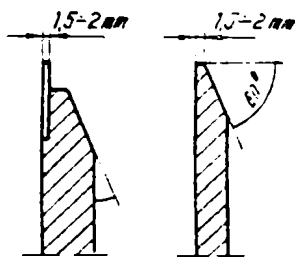


Figura 2.2 „Detaliu creastă”

Observații și recomandări referitoare la dimensionarea și realizarea practică a deversorului:

- coeficientul de debit μ este oferit de literatura de specialitate, el fiind o funcție de H și p ;

- dimensionarea deversorului se va face astfel încât pentru intervalul de debite pentru care se fac măsurătorile lama deversantă să se înscrie în limitele $0.10 \leq H \leq 0.6m$;

- relațiile (2.2) și (2.3) presupun o funcționare neînecată a deversorului. Asta înseamnă realizarea condiției $H_v = p + H_{n.lim}$, unde H_v reprezintă înălțimea apei în aval de secțiunea de măsurare, iar $H_{n.lim}$ reprezintă înălțimea maximă a nivelului apei din aval deasupra crestei deversorului la care influența înecării încă se mai poate considera neglijabilă;

- se recomandă să se stabilească înălțimea crestei deversorului astfel încât $H_{max} < p$;

- măsurarea înălțimii apei se face în amonte de deversor la o distanță de minim $4H_{max}$ de creasta acestuia;

- dacă nu se dispune pe canalul de acces, în amonte de deversor, de o lungime suficientă de aliniament, (20 raze hidraulice), vor fi prevăzute dispozitive de liniștire a apei. Aceste dispozitive se vor amplasa astfel încât între partea lor aval și punctul de măsurare a nivelului să fie o distanță de cel puțin $4H_{max}$;

- la deversoarele cu contracție laterală trebuie ca $b/B \leq 0.6$ iar în amonte de punctul de măsurare să existe o porțiune de aliniament de minim $4B$;

- introducerea în circuitul curgerii a deversorului, (caracterizat prin p și H_{max}), nu trebuie să perturbe nefavorabil regimul de aducțiune al apei, [110].

2.2.1.8 Canale de măsurare, canalul de măsurare Parshall

Canalele de măsurare constau dintr-o micșorare locală, profilată, a unui canal special amenajat pentru măsurări. În acest canal mișcarea lentă este transformată în mișcare rapidă. Cea mai largă utilizare în practică o au canalele de măsurare de tip Parshall, [110]. Vederea în plan și secțiunea longitudinală a canalului de măsură de tip Parshall sunt prezentate în figura 2.3:

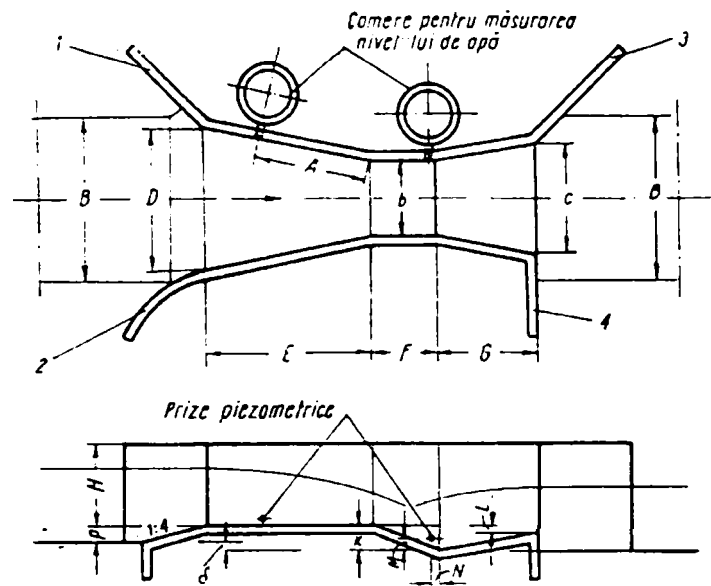


Figura 2.3 „Vederea în plan și secțiunea longitudinală a canalului de măsură de tip Parshall”

După lățimea secțiunii strangulate canalele de măsurare de tip Parshall se împart în trei grupe distincte. În continuare sunt prezentate caracteristicile grupei a doua.

Partea de racord amonte, convergentă, are fundul orizontal și pereții verticali, realizați din suprafețe plane. Pereții verticali fac un unghi de $11^{\circ}10'$ cu axa longitudinală a canalului.

Porțiunea de strangulare, cu secțiune constantă, dreptunghiulară, are o lungime de 0.61m, invariabilă, oricare ar fi dimensiunile canalului, și lățimi care pot varia între 0.35 și 2.44m, (grupa a doua). Fundul canalului în porțiunea de strangulare este în pantă, coborând cu 0.23m față de nivelul fundului porțiunii convergente.

Porțiunea de racord aval, divergentă, are o lungime de 0.914m, independentă de dimensiunile canalului. Pereții verticali formează un unghi de $9^{\circ}28'$, cu axa longitudinală a canalului. Fundul porțiunii divergente este înclinat, astfel ca la racordarea cu canalul propriu-zis cota radierului acestuia să fie cu 7.6cm mai jos decât fundul porțiunii convergente. Lungimea strangulării și porțiunii divergente sunt invariabile și nu depind de dimensiunile transversale ale dispozitivului. Mărimile notate în schemă cu A , B și B' se determină în funcție de lățimea l a secțiunii strangulate prin intermediul grupului de relații:

$$\begin{aligned} A &= 1.196l + 0.049 \\ B &= 0.5l + 1.22 \\ B' &= l + 0.305 \end{aligned} \quad (2.4)$$

toate dimensiunile fiind date în (m).

Citirea nivelului amonte se face într-o cameră liniștire, situată la distanța de $2/3 B$ de limita strangulării. Deoarece dispozitivul de măsurare

Parshall poate funcționa și înecat, se prevede și o cameră de liniștire racordată la limita aval a porțiunii strangulate.

În cazul curgerii neînecate, $H_v < H_{v,lim}$, debitul ce traversează canalul de măsurare se determină în funcție de înălțimea apei h măsurată în camera de liniștire amonte cu relația:

$$Q = 0.372l \cdot \left(\frac{h}{0.305} \right)^{1.57l^{0.026}} \quad (2.5).$$

În cazul că nu se poate evita curgerea înecată, determinarea debitului prin canalul Parshall se face pe baza diagramelor oferite de literatura de specialitate, în acest caz fiind necesară și citirea nivelului aval.

Observații și recomandări referitoare la dimensionarea și realizarea practică a canalului:

- materialele de execuție sunt cele obișnuite, cărămidă și beton, recomandându-se o tencuire îngrijită în partea de contact cu apa;

- lungimea canalului în aliniament în amonte va fi de cel puțin 20 de raze hidraulice;

- canalul va fi pereat cu dale de beton pe o distanță de $12 H_{v,max}$ în aval și $2 H_{m,max}$ în amonte față de secțiunea de măsurare.

2.2.1.9 Mijloace normalizate pentru măsurarea debitelor de apă uzată în conducte sub presiune, metoda electromagnetică, metoda ultrasonică

Detectorul electromagnetic de debit se utilizează pentru măsurarea debitelor unor lichide cu conductibilitate electrică. Aparatul generează un semnal electric, direct proporțional cu viteza lichidului prin conductă, care este transformat într-un semnal electric unificat de curent, tensiune, frecvență, prin intermediul unui adaptor electronic.

Măsurarea debitului se face pe principiul inducției electromagnetice. În lichidul care parcurge conducta de secțiune constantă a detectorului, aflat în câmp magnetic, se induce o tensiune electromotoare. Această tensiune, detectată de doi electrozi ce vin în contact cu fluidul de măsură, este proporțională cu viteza lichidului și nu este influențată de densitatea, presiunea sau vâscozitatea lui, [123]:

$$e = K_1 \cdot B \cdot D \cdot v = K \cdot Q \quad (2.6)$$

în care:

- e - tensiunea electromotoare (v);
- K - coeficient de proporționalitate ($v \cdot s/m^3$);
- Q - debitul care traversează secțiunea de măsurare (m^3/s).

Principalele elemente ale detectorului electromagnetic de debit sunt:

- tubul de măsură, poate fi din oțel inoxidabil nemagnetic căptușit cu un material izolant, (cauciuc, teflon, email, care se va alege în funcție de natura lichidului de măsurat), sau realizat din poliester armat cu fibră de sticlă. Tubul este prevăzut cu flanșe pentru montaj;

- circuitul electromagnetic, alcătuit din două bobine și unul sau mai multe miezuri magnetice;

- electrozi pentru detectarea tensiunii induse în lichidul care curge prin tubul de măsură;

- carcasă etanșă și partea electronică, (inclusiv afișajul numeric).

Detectorul electromagnetic de debit prezintă multiple avantaje în montare, exploatare și întreținere. Practic montarea detectorului se poate face în orice poziție, (orizontal, oblic sau vertical), singura condiție fiind ca el să lucreze la plin. Dimensiunile de gabarit sunt foarte reduse comparativ cu mijloacele de măsurare a altor metode, (de exemplu pentru un diametru nominal al conductei de 800mm lungimea totală a decantorului este de numai 1190mm la o masă de 635kg). Nu este necesară uniformizarea regimului de curgere a curentului de apă în dreptul secțiunii de măsurare iar pierderea de sarcină locală este minimă.

Aparatul fiind simplu și ne având piese în mișcare, necesită o întreținere minimă. Personal calificat este necesar numai pentru operația de reglaj sau de revizie a părții electronice. Trebuie menționat însă că această întreținere depinde de calitatea lichidului a cărui debit se măsoară. Apa de canalizare care este corozivă, prezintă o cantitate mare de substanțe solide abrazive în suspensie și are un conținut ridicat de grăsimi, impune o verificare și curățire periodică a tubului de măsură și a electrozilor.

Acest mijloc de măsurare prezintă dezavantajul că se impune o conductibilitate electrică constantă a lichidului supus măsurării, lucru mai greu realizat pentru apa de canalizare. Faptul că aparatul lucrează numai la secțiune plină ar însemna montarea sa în sifon ceea ce conduce la curățiri dese pentru evitarea depunerilor. Curățirile dese ar fi necesare și datorită grăsimilor din apa de canalizare, care s-ar depune pe electrozi.

Funcționarea debitmetrului ultrasonic se bazează pe proporționalitatea dintre debitul, (viteza), lichidului supus măsurării și viteza de propagare a ultrasunetelor care par-curg acest curent de lichid după o direcție dată. Ecuația debitului:

$$Q = K \cdot \frac{\Delta t}{T^2} \quad (2.7)$$

în care:

Q - debitul care traversează secțiunea de măsurare (m^3/s);

K - coeficient de calibrare (m^3);

Δt - diferența de timp (s);

T - durata standard de transmitere a impulsului sonor (s).

Debitmerul ultasonic se compune din (figura 2.4):

- tubul de măsură, executat din oțel inoxidabil, prevăzut cu flanșe pentru montare;

- traductorul sau traductoarele ultrasonice, (numărul lor depinzând de diametru);
- carcasa și partea electronică.

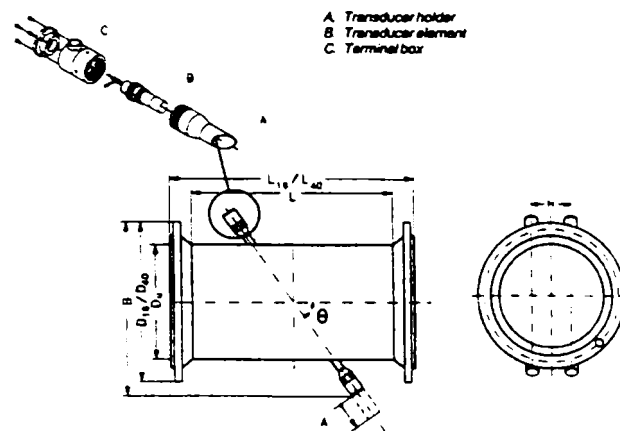


Figura 2.4 „Detalii debitmetru ultrasonic”

Debitmetrul ultrasonic prezintă în principiu aceleași avantaje și dezavantaje ca și detectorul electromagnetic de debit. Și în acest caz este necesar ca pentru o măsurătoare corectă el să lucreze cu secțiune plină. Se cere suplimentar și uniformizarea regimului de curgere amonte și aval. Debitmetrul ultrasonic însă nu este sensibil la variații ale presiunii, densității, temperatură și conductibilitate electrică a lichidului, măsurătoarea nefiind influențată de acești parametri, [125].

2.2.1.10 Determinarea indirectă a cantității de apă uzată vehiculată în stațiile de epurare de capacitate mică și foarte mică

De regulă, metodele și mijloacele de măsurare descrise mai sus nu sunt eficiente în cadrul stațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică. Motivul este discontinuitatea debitului influent. În practică s-au impus metode indirecte de apreciere a cantității de apă care trece prin instalația de epurare într-un timp dat. Astfel, se înregistrează orele de funcționare a pompelor de alimentare sau transfer, se înregistrează nivelul din bazinul de recepție și se contorizează energia electrică consumată.

În subcapitolul 2.8.3 este prezentat un mecanism de ridicare a apei cu cupe. Cu ajutorul acestui mecanism, în combinația cu un contor și cu un înregistrator de nivel al apei în bazinul de recepție, se poate determina cu o precizie suficient de mare debitul influent, [44].

2.2.2 Grătare

Grătarele sunt construcții care rețin materialele în suspensie grosiere din apele de scurgere, hârtii și cartoane, lemne, cârpe, materiale plastice, etc, care ar împiedica buna funcționare a echipamentelor din stația de epurare. Din acest motiv ele se amplasează imediat la intrarea apelor uzate în stație sau înaintea stației de pompare dacă apa trebuie pompată în stația de epurare.

Grătarele sunt formate dintr-un sistem de bare paralele de oțel, așezate într-o construcție de beton armat, de secțiune dreptunghiulară, care este amplasată în prelungirea canalului de sosire. Barele grătarului pot fi drepte, caz în care ele se pot așeza vertical sau înclinat sau curbe, (grătarul de formă circulară).

Curățirea grătarelor se realizează de regulă automat, materialul colectat fiind transportat prin intermediul unui melc transportor în container. Totuși există în exploatare și sisteme mai vechi de grătare care prevăd curățirea manuală. Acestea, datorită pericolului de colmatare, se execută cu o distanță între bare mai mare decât la grătarele curățite automat. Din această cauză eficiența lor este mai redusă.

La sistemele de canalizare unitare se poate amplasa, în unul din pereții construcției grătarului, deversorul lateral. Acest deversor va fi de asemenea prevăzut cu un grătar.

La stațiile de epurare de capacitate mare, cu un debit de calcul mai mare $10000\text{m}^3/\text{zi}$ se recomandă utilizarea unui sistem format dintr-un grătar rar urmat de un grătar fin, [13], [20], [24], [32], [44], [81], [85], [88], [94].

2.2.3 Site

Sitele constau din discuri perforate, împletituri de sârmă inoxidabilă sau bare de grosimi mici cu interspații între ele, de asemenea mici. Deschiderile au în mod uzual dimensiunile cuprinse între 1.0 și 1.5mm.

Inițial sitele au fost folosite pentru înlocuirea decantoarelor, ele reținând materialele în suspensie cu diferențe mari între cele trei dimensiuni. Eficiența lor a fost însă foarte mică. Actualmente, prin utilizarea de materiale superioare și prin utilizarea de dispozitive de curățire eficiente și prin automatizare integrală, sitele au devenit un sistem deosebit de performant în reținerea materialului grosier, completând grătarele sau înlocuind acestea, chiar și la stațiile de epurare de mare capacitate.

Unul din cele mai răspândite tipuri de site este cel în formă de tambur. La acest tip sita constă dintr-un cilindru rotitor. Axul cilindrului este așezat într-un plan orizontal perpendicular pe direcția de curgere a apei uzate, în care cilindrul este scufundat. Apa pătrunde în interiorul cilindrului și iese pe la un cap al acestuia. Materialul reținut la exterior este desprins de sită printr-un sistem de perii sau cu jet de apă și decantat. De la baza decantorului este preluat cu un transportor cu cupe și transportat pe platforma de uscare.

Un alt sistem de sită în formă de tambur este sistemul "Rotamat". La acest sistem tamburul este fix, apa pătrunzând în interior printr-o deschidere a acestuia și iese lateral prin inelele sitei. Sistemul de curățire, de tip perie, este mobil și parcurge sita în interiorul ei. Depunerile reținute sunt ridicate prin rotirea sistemului de curățire până la cheia tamburului, de unde desprinzându-se gravitațional și sub efectul unui jet puternic de apă de spălare, cad în jgheabul melcului transportor ce se află în interiorul tamburului și a cărui ax este coaxial cu cel al tamburului.

Sitele prezintă avantajul unei construcții robuste de mici dimensiuni putând fi ușor realizate în variantă acoperită figura 2.5:

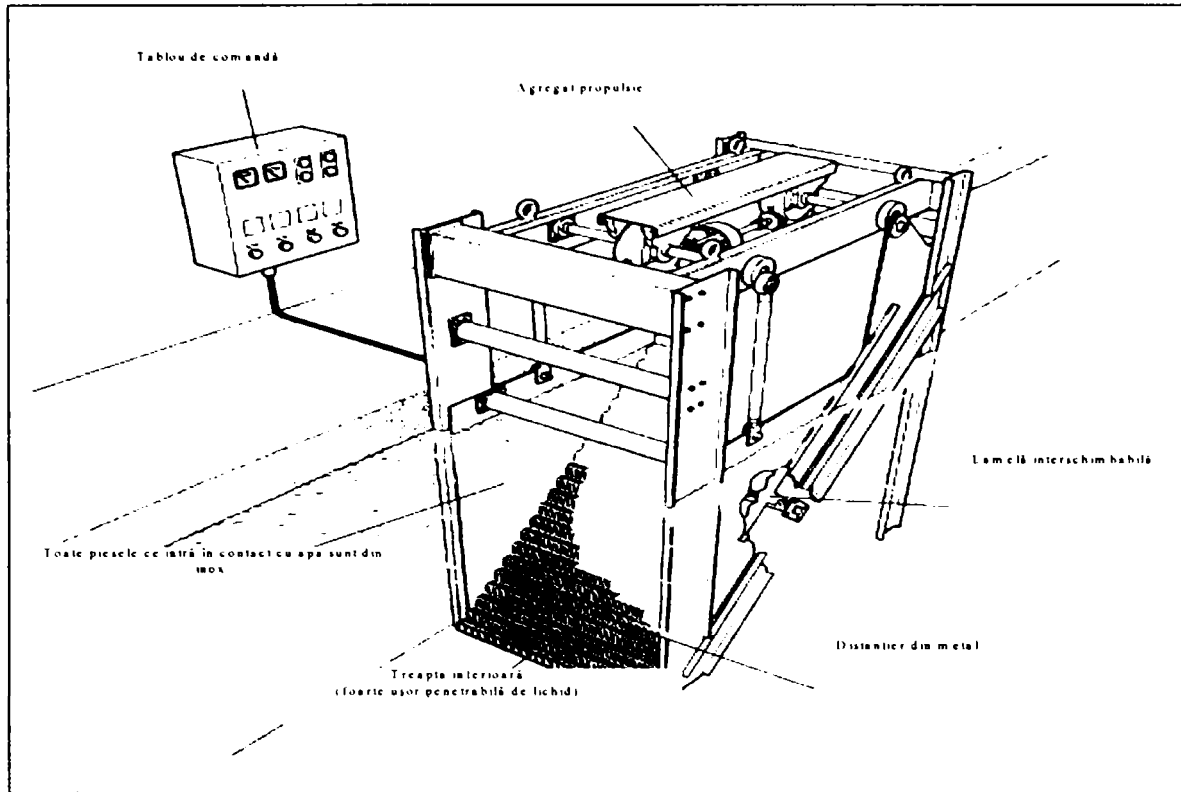


Figura 2.5 „Instalație modernă de site cu sistem de curățire mecanizat și automat Step Screen”

Pentru instalațiile de epurare de capacitate mică și foarte mică este suficient să se prevadă o sită de tip coș. Această sită va fi montată la intrarea în decantorul primar sau la intrarea în bazinul de recepție, curățirea ei făcându-se manual, [13], [20], [24], [32], [44], [81], [85], [88], [94].

2.2.4 Cominutoare (site tăietoare)

Cominutoarele sunt grătare mecanice prevăzute cu mecanism de tăiere. Acest mecanism lasă să treacă mai departe, împreună cu apa uzată, numai impuritățile sub o anumită dimensiune.

Ele înlătură practic problema gospodăririi materialului reținut de grătarul simplu sau sită. Se pune însă problema calității acestui material, deoarece, el mărunțit și trecut prin grătar odată cu apa uzată, va afecta întregul proces de epurare ulterior. Un dezavantaj ar fi formarea suplimentară de spumă și crustă în bazinele de fermentare.

Cominutorul constă dintr-un tambur rotitor cu fante pe care sunt montate cuțitele și barele de fărâmițare. La exteriorul tamburului se găsește un cilindru fix, care la interior are o serie de dinți. Apa uzată împreună cu materiile în suspensie mai mici decât fantele intră în tambur și pleacă mai departe pe la partea inferioară a acestuia. Reținerile vor fi fărâmițate în continuare până când dimensiunea lor va fi mai mică decât a fantelor.

Cominutoarele au un consum mare de energie și se uzează repede, mai ales la prezența materialului dur, abraziv, în apă. De aceea, în cazul apelor uzate cu mult nisip, se recomandă montarea lor în aval de deznisipatoare.

În cazul instalațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică și-au dovedit eficiența microcominutoarele de bucătărie. Aceste instalații mărunțesc reziduurile grosiere de bucătărie înainte ca acestea să fie descărcate la canal. Prin aceasta se evită înfundarea instalațiilor interioare de canalizare, a canalelor de racord și se creează un surplus de biomasă necesar bunei funcționări a treptei de epurare biologice, [20], [25], [32], [81], [85], [88], [101].

2.2.5 Deznisipatoare

Deznisipatoarele rețin suspensiile minerale granulare, (nisip, piatră, cioburi de sticlă, metal), caracterizate prin lipsă de putrescibilitate, și viteze de sedimentare superioare materiilor solide în suspensie organice, putrescibile. Acest aspect este deosebit de important, deoarece reținerea în deznisipator de materie organică conduce la putrezirea nisipului și îngreunează prin aceasta neutralizarea și înlăturarea acestuia.

Principiu de funcționare al deznisipatoarelor constă în sedimentare, adică depune-rea particulelor în suspensie din apă când aceasta se mișcă cu o viteză redusă.

Reținerea nisipului este necesară pentru protecția instalațiilor mecanice în mișcare, (pompe), reducerea posibilității de înfundare a conductelor, reducerea frecvenței de curățire a bazinelor de fermentare a nămolului și a decantoarelor de acumulări excesive de nisip.

Din punct de vedere al mișcării apei în separatorul clasic deosebim separatoare de nisip verticale, la care mișcarea apei se face pe verticală, (ascensional) și separatoare de nisip orizontale, la care mișcarea apei decurge pe orizontală. Alegerea tipului de deznisipator este funcție de amplasament, (spațiul disponibil), natura terenului de fundare, tipul de utilaje folosite, cantitatea de nisip ce se reține ș.a., [13], [20], [24], [32], [44], [81], [85], [88], [94].

2.2.6 Separatoare de grăsimi

Separatoarele de grăsimi rețin grăsimi, uleiuri, benzină și spuma din apele uzate. Aceste impurități se prezintă sub forma unei pelicule la oglinda apei sau sub forma unor bule care se ridică la suprafața apei sau se depun. Prin depunerea grăsimilor pe instalațiile prin care trec, se reduc secțiunile de scurgere a conductelor și grătarelor, se colmatează sitele și filtrele biologice. Deosebit de periculoase pentru procesul de epurare sunt grăsimile de natură minerală. Acestea, fiind stabile chimic și biologic, formează pelicule care inhibă activitatea biologică și îngreunează aerarea.

Ca și funcționare, separatoarele de grăsimi se bazează pe flotare. Astfel se insuflă aer comprimat la nivelul radierului bazinului, (printr-un sistem de membrane), particulele de grăsimi fiind antrenate spre partea superioară. Pentru a limita agitarea apei din bazin, partea centrală este separată de părțile laterale printr-un sistem de pereți longitudinali semiînecați prevăzuți cu fante. Grăsimile vor pătrunde prin aceste fante din partea centrală spre părțile laterale, unde vor fi colectate în rigole și evacuate, (pentru fermentare sau ardere), [13], [20], [24], [32], [44], [81], [85], [88], [94], [128].

2.2.7 Decantare

Decantările au rolul de a reține particulele floculente, insolubile din din apa uzată. Ca și deznisipatoarele, care rețin particulele granulare, decantările sânt bazine cu apă în mișcare lentă, depunerea efectuându-se sub acțiunea gravitației. Față de particulele discrete, particulele floculente sedimentează după reguli mai complexe. Astfel, datorită modificării în timpul căderii a volumului, formei și greutateii flocoanelor și implicit a vitezei de cădere, adâncimea decantorului nu mai este indiferentă. Raportarea volumului bazinului la debitul influent reprezintă timpul de trecere al apei prin decantor. Cantitatea de substanțe insolubile care se depune într-un interval de timp se determină pe cale experimentală și constituie *curba de depunere*. Recomandările literaturii de specialitate, legate atât de cercetările experimentale cât și de experiența dobândită în exploatare, recomandă timpi de trecere ai apei prin decantor de până la 1.5 ore. La timpi mai mari sporirea cantității de depuneri nu mai justifică creșterea cheltuielilor de investiție și exploatare.

Criterii de clasificare a decantărilor sunt:

- după direcția de curgere a apei și după alcătuirea tehnologică se deosebesc: decantare *orizontale longitudinale*, decantare *orizontale radiale* și decantare *verticale*;

- după modul de îndepărtare al depunerilor decantările pot fi: cu curățire manuală, cu sistem de curățire mecanică și cu sistem de curățire hidraulică;

- după natura nămolului evacuat decantările se clasifică în: decantare cu spațiu de colectare și decantare cu spațiu de colectare și fermentare. Din prima categorie se evacuează nămol proaspăt iar din cea de-a doua nămol fermentat;

- după amplasarea lor în stația de epurare și deci după încadrarea lor în procesul de epurare, se deosebesc: decantare *primare*, amplasate înainte de instalațiile de epurare biologică și care au drept scop să rețină materiile în suspensie din apele brute și decantare *secunare*, amplasate după instalațiile de epurare biologică artificială.

Într-o schemă clasică de epurare, decantorul primar încheie treapta de epurare mecanică, [20], [24], [32], [44], [81], [85], [88].

2.3 Obiectele epurării biologice

Epurarea biologică este o completare a epurării mecanice, ea având menirea de a reține încărcarea organică din apele de scurgere. Epurarea biologică se poate realiza pe cale naturală, prin niște construcții și amenajări simple, având la bază proprietatea de autoepurare a apei și a solului și pe cale artificială. În prezentul referat se vor prezenta unele construcții și instalații care sunt componente ale stațiilor de epurare și au drept scop epurarea biologică artificială.

Construcțiile pentru epurarea biologică artificială au apărut la sfârșitul secolului al XIX-lea din necesitatea înlăturării dezavantajelor sistemelor de epurare biologică naturală, cum ar fi: necesarul de suprafețe mari, funcționare sezonieră, imposibilitatea reglării epurării funcție de nivelul încărcării, ș.a..

Conform, cele mai uzuale construcții pentru epurarea biologică artificială sunt: filtrele biologice obișnuite, filtrele biologice de mare încărcare, aerofiltrele și filtrele biologice rotative, la care procesele de epurare sunt asemănătoare cu cele de la autoepurarea solului și bazinele de aerare, șanțurile de oxidare, și bazinele de activare, la care procesele de epurare biologică sunt asemănătoare cu cele ale autoepurării cursurilor de apă. Pe lângă acestea se mai adaugă instalațiile *Stählermatic*, la care procesele de epurare sunt mixte.

Tot din cadrul epurării biologice fac parte și decantoarele secundare, care au rolul de a separa nămolul biologic de apă și decantoarele cu etaj de tip Imhoff.

În construcțiile de epurare biologică artificială se realizează, pe suprafețe mici, condiții prielnice de viață și înmulțire a organismelor mineralizatoare, (bacterii aerobe și anaerobe), mărindu-se prin aceasta foarte mult intensitatea procesului de epurare și reducându-se durate de desfășurare a acestuia.

În funcție de procedeele de epurare predominante, epurarea biologică artificială se poate clasifica, [12], [20], [24], [32], [44], [81], [82], [85], [88], [132], [133], [134], [135]:

- epurare biologică cu *peliculă fixă*, (filtrele biologice clasice, cu corp suport fix sau cu discuri, ș.a.);
- epurare biologică cu *peliculă în suspensie*, (bazine cu nămol activ, șanțuri de oxidare, bazine de activare, ș.a.);
- epurare biologică *mixtă*, (instalații *Stählermatic*).

2.3.1 Filtre biologice

Biofiltrele au rolul de a oxida, (mineraliza), substanțele organice biodegradabile prin intermediul microorganismelor aerobe. De regulă filtrul biologic se conectează în urma unui decantor primar, el preluând apă care în prealabil a fost limpezită și reprezintă prima piesă a epurării biologice.

Filtrele biologice pot fi clasificate după mai multe criterii și anume, [13], [21], [24], [32], [81], [85], [88]:

- după modul de funcționare și alcătuirea constructivă: filtre *de contact*, astăzi mai rar folosite; filtre *percolatoare*, (cu picurare); filtre cu *contactoare biologice rotative*;
- după încărcarea organică și hidraulică: filtre de *mică încărcare*; filtre de *medie încărcare*; filtre de *încărcare normală*; filtre de *mare încărcare*;
- după forma în plan: filtre circulare și rectangulare;
- după sistemul de distribuție al apei pe suprafața materialului filtrant: filtre cu *sistem de distribuție fix* și vas de dozare, filtre cu *sistem de distribuție mobil* și vas de dozare, (la filtrele biologice cu forma în plan dreptunghiulară); filtre cu *sistem de distribuție rotativ*, (la filtrele biologice cu formă în plan circulară), la acest sistem nefiind obligatoriu vasul de distribuție;
- din punct de vedere al ventilației: filtre cu ventilație naturală și filtre cu ventilație artificială;
- din punct de vedere al contactului cu atmosfera: filtre deschise și închise.

2.3.1.1 Filtrele biologice de mică încărcare

Filtrele biologice de mică încărcare, (obișnuite), sunt bazine circulare sau dreptunghiulare în plan, construite în variantă deschisă sau închisă și prevăzute în interior cu o umplutură de material poros, (calâpuri de lemn, piatră spartă, cocs, zgură de furnal, cărămidă sau material sintetic). Acest umplutură poroasă reprezintă suprafața suport pentru microorganismele aerobe, mineralizatoare de substanțe organice.

Epurarea biologică constă în trecerea suspensiilor organice din stare insolubilă, (nereținută în decantorul primar) și din starea coloidală sau dizolvată în substanțe mai stabile sub acțiunea microorganismelor.

Dezvoltarea microorganismelor pe adâncimea stratului filtrant se desfășoară după gradul de evoluție al acestora. Microorganismele inferioare, cum ar fi bacterii, alge, mucegaiuri, formează o *peliculă mucilaginoasă* pe granulele zonei superioare a filtrului.

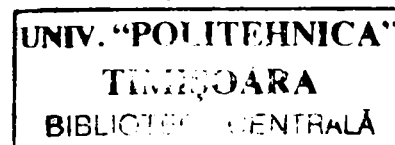
Din substanțele absorbite o parte, corespunzătoare consumului biochimic de oxigen, sunt atacați de fermenții microorganismelor și asimilate ca hrană iar o altă parte, corespunzătoare diferenței dintre consumul chimic de oxigen și consumul biochimic de oxigen, contribuie la dezvoltarea membranei biologice. Materiile în suspensie și coloidale trec prin membrana bacteriilor numai după ce în prealabil au fost transformate în stare de soluție de către enzimele secretate de această membrană. Prin consumul de oxigen bacteriile reduc substanțele organice. Astfel substanțele hidrocarbonate sunt transformate în interiorul celulelor și eliminate sub formă de CO₂ și H₂O, iar substanțele organice azotoase sunt transformate până la stadiul de nitrați și nitriți.

Microorganismele inferioare din partea superioară a stratului filtrant, care preiau direct apa încărcată biologic, servesc ca hrană pentru protozoare, care se dezvoltă în partea mediană și care la rândul lor servesc ca hrană pentru microorganismele superioare, (ciuperci, viermi, larve de insecte).

Introducerea apei uzate în filtrul biologic se realizează prin intermediul de sprinklere sau printr-un distribuitor rotativ. În ambele cazuri se urmărește o distribuție cât mai uniformă și mai fină a apei, evitându-se incidența de jeturi compacte pe suprafața masei filtrante.

Alimentarea cu aer a filtrului biologic, se realizează prin ventilație naturală, datorită diferenței de temperatură dintre lichidul de scurgere și aer, (efectul de tiraj). O diferență de temperatură de 3-4°C este suficientă pentru asigurarea unor curenți de aer corespunzători. Dacă apa filtrată are o temperatură mai mare decât cea a aerului înconjurător ventilația se realizează în curent ascensional iar dacă temperatura apei este mai mică decât cea a aerului curentul de aer format este descendent. Situația critică se realizează în situația în care temperatura apei este egală cu cea a aerului și ventilația naturală încetează. Dacă se anticipează astfel de situații se poate recurge la ventilația forțată. Formarea de CO₂ favorizează formarea curenților de aer datorită faptului că fiind mai greu decât aerul, coboară, iar locul său este ocupat de aer. Pentru filtrele biologice închise suprafața secțiunii transversale a coșului de aerisire reprezintă circa 1% din suprafața filtrului.

6/9/58



Odată cu apele filtrate se elimină din filtru și reziduurile activității bacteriilor sub forma unor suspensii cu aspect de humus. De asemenea se elimină și excesul de peliculă biologică. Apa scursă prin filtru împreună cu materialul spălat și antrenat la baza filtrului, se colectează la partea inferioară a acestuia pe un fund impermeabil prevăzut cu jgheaburi colectoare. De aici evacuarea se face spre decantorul secundar în care se va reține nămolul biologic.

Ca și performanțe de epurare filtrele biologice se caracterizează prin creșterea stabilității apei epurate cu până la 90%, micșorarea cantității de CBO_5 cu 90%, prezența în apă a oxigenului și a nitraților într-o cantitate de până la 20mg/dm^3 și reținerea bacteriilor într-un procent de 80-90%. Pentru mărirea eficienței de epurare se pot realiza și filtre biologice în două trepte, asta însemnând două filtre biologice urmate fiecare de câte un decantor secundar, [13], [20], [24], [32], [81], [85].

2.3.1.2 Filtrele biologice de mare încărcare

Filtrele biologice de mare încărcare au o capacitate mare de încărcare atât din punct de vedere al debitului cât și al substanțelor organice. Ele absorb în special impuritățile organice și oxidează numai substanțele organice ușor oxidabile. Randamentul lor este de numai 90-95% din cel al filtrelor biologice obișnuite iar substanțele azotoase se descompun numai până la faza de nitriți.

În aceste filtre, membrana biologică se dezvoltă pe granulele zonei superioare, este extrem de fină și formată preponderent din microorganisme inferioare care servesc ca hrană protozoarelor din zona inferioară.

O particularitate a acestor filtre este diluarea apei care intră în filtru cu apă filtrată de recirculare sau apă de altă proveniență. Această apă de diluție reprezintă 40-140% din apa de scurgere. Diluția contribuie la:

- menținerea unor condiții aerobe mai bune în filtru datorită prezenței sporite a oxigenului în lichidul recirculat;
- punerea de acord a încărcărilor cu variația debitelor și calităților apei;
- diluarea impurităților și evitarea spumei;
- evitarea colmatării și a dezvoltării prea rapide a membranei biologice;
- însămânțarea continuă a filtrului cu microorganisme active conținute în apa de recirculație;
- obținerea de ape de scurgere aerobe fără miros;
- împiedicarea dezvoltării muștelor;
- evitarea înghețării datorită căldurii aduse de apa de recirculare.

Filtrele biologice de mare încărcare pot funcționa într-o singură treaptă sau în două trepte, (ca și filtrele biologice de mică încărcare), [13], [20], [24], [32], [81], [85].

2.3.1.3 Aerofiltru de mare încărcare pentru epurarea biologică a apelor uzate

Aerofiltrul de mare încărcare realizează epurarea biologică a apelor uzate constând din trecerea acestora, în spațiu închis, printr-un strat de material filtrant din produse ceramice sau zgură de furnal susținut de un strat suport

format din piatră spartă, aerarea patului biologic al membranelor formate din stratul filtrant fiind realizată cu aer preîncălzit, vehiculat alternativ de sus în jos și de jos în sus, aerul viciat fiind evacuat într-o zonă cu condiții de autoepurare.

Aerofiltrul constă dintr-o cuvă semiîngropată în care este dispus materialul filtrant, distribuitorul de apă uzată, un acoperiș și o priză de aer în legătură cu un preîncălzitor, un sistem de ventilare și o coloană de distribuție a aerului.

Prin acest procedeu se elimină poluarea mediului înconjurător prin evacuarea aerului viciat într-o zonă în care există condiții de autoepurare naturală, se urmărește creșterea eficienței epurării, se menține o temperatură optimă și constantă de lucru și se realizează o vehiculare dirijată a aerului prin materialul filtrant.

Aerofiltrul prezintă două circuite tehnologice distincte:

- circuitul apelor uzate, care se compune din conducta de alimentare, sistem de distribuție, (rotativ), masă filtrantă, (parcursă de sus în jos) și jgheaburi colectoare, efluentul filtrului fiind condus spre decantorul secundar.

- circuitul aerului, trebuie să asigure oxigenul necesar pentru activitatea optimă a florei bacteriene. Cantitatea de aer insuflată, printr-un sistem format din trei ventilatoare ce pot funcționa independent sau în serie și sensul aerării, este funcție de mărimea încărcării organice influente. Vehicularea aerului în sens ascendent este indicat să fie aplicată în perioadele de micșorare a încărcării organice, iar vehicularea în sens descendent este indicată în perioadele de creștere a încărcării organice, cu scopul de a favoriza fluxul apei și a peliculelor din stratul filtrant. De menționat că preîncălzirea aerului insuflat înlătură și perturbațiile de funcționare induse de variațiile climatice.

Performanțele aerofiltrului sunt funcție de capacitatea acestuia, astfel aerofiltrul de mare capacitate poate prelua o încărcare organică de 900-1800kgCBO₅/zi, ceea ce înseamnă o încărcare specifică de 180-300gO₂/zi și m³ material filtrant și o încărcare specifică cu ape uzate de 4-6m³ape uzate/h·m³aerofiltru. Gradul de epurare biologică realizat fără recircularea apei este de 80-90%, iar cu recirculare, (în caz de necesitate), gradul de epurare poate ajunge la 90-96%. Consumul specific energetic în perioada friguroasă fiind de 30-60Kwh/1000m³ ape epurate biologic la o temperatură a aerului insuflat preîncălzit de 20-25°C.

Aerofiltru, față de filtrele biologice clasice, prezintă următoarele avantaje: micșorarea suprafeței necesare epurării biologice cu de 6-12 ori, reducerea cheltuielilor de investiție cu 25-60% și a celor de exploatare cu 15-25%; asigurarea unor condiții optime de biodegradare organică; asigurarea unei vehiculări gradate a aerului necesar funcției de rezistențele aerodinamice create în stratul filtrant; posibilitatea obținerii unei productivități constante prin adaptarea sensului de aerare funcției de evoluția încărcării organice; asigurarea protecției mediului ambiant.

Secțiunea în plan orizontal, și în plan vertical a aerofiltrului sunt prezentate în figura 1.1i – a, b, [103].

2.3.2 Contactoare biologice rotative

Contactoare biologice rotative, cunoscuți și sub numele de *Rotating biological contactors*, (RBC), sau *filtre biologice cu discuri*, (FBD), sunt instalații de epurare alcătuite din discuri din material plastic cufundate parțial, (35-40% din diametru), în apa uzată supusă decantării. Discurile, numite și *biodiscuri*, se rotesc prin intermediul unui angrenaj mecanic cu o turație lentă de 1-3rot/min.

Ca și filtrele biologice clasice, filtrele biologice cu discuri au rolul de mineralizare a substanțelor organice dizolvate sau în stare coloidală din apa uzată. Ele se amplasează după decantoarele primare și în amonte de decantorul secundar. Schemele de epurare care au în alcătuire astfel de filtre nu prevăd recirculare de apă epurată și nici de nămol activ. Totuși ele pot fi utilizate și în schemele de epurare unde se urmărește nitrificarea, denitrificarea și reținerea fosforului.

Filtrele biologice cu discuri sunt niște construcții robuste, joase și care presupun un consum redus de energie și o întreținere simplă. Ele se pretează pentru colectivități mici, 5-500 locuitori deserviți.

Ca și alcătuire filtrele biologice cu discuri se compun din pachete de discuri cu diametrul cuprins între 0.60-3.00m, cu grosimea de 10-15mm amplasate pe un ax și distanțate între ele cu 20mm. Aceste discuri sunt cufundate până la 40% din diametrul lor în jgheaburi. În aceste jgheaburi are loc circulația apei uzate. Membrana biologică se formează pe suprafața filtrelor și este formată din microorganisme mineralizatoare aerobe. Prin rotire, zonele aflate în contact cu apele ies succesiv la suprafață realizând alimentarea cu oxigen a membranei biologice. Tot datorită rotirii, surplusul de membrană biologică se desprinde și cade în jgheab de unde este evacuat și transportat spre decantorul secundar.

Ca și performanțe, pentru o epurare convențională, filtrele biologice cu discuri pot prelua o încărcare hidraulică de $0.08-0.16\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{zi})$ respectiv o încărcare organică specifică de $10.00-17.00\text{gCBO}_5/(\text{m}^2/\text{zi})$. Timpul de trecere al apei prin filtru fiind de 0.70/1.50h, [13], [107], [108], [109], [114], [115].

2.3.3 Bazine de aerare, (bazine cu nămol activ)

Bazinele de aerare sunt bazine rectangulare în care are loc epurarea biologică intensă a apelor de canalizare în mișcare, în condiții create în mod artificial. Bazinele de aerare au o funcționare deosebită prin faptul că pe lângă debitul apă uzată vehiculat, (provenit de la decantoarele primare), se recirculă o parte a nămolului reținut în decantoarele secundare. Acest nămol, numit *nămol activ*, este o formație de materie gelatinoasă în care trăiesc bacterii aerobe și protozoare care absorb substanțele coloidale și dizolvate din apele de canalizare și le trec în fază solidă decantabilă.

Procesul de epurare intensă realizat în bazinele de aerare se datorează:

- măririi concentrației microorganismelor prin recircularea nămolului activ;
- aerării artificiale, care asigură pe de o parte oxigenul necesar activității biologice a bacteriilor și oxidării chimice a unor impurități și contribuie, pe de altă parte, la menținerea nămolului în stare de suspensie în lichidul supus epurării;

- agitării artificiale a apei pentru ca nămolul activat să vină în contact cu toată masa de substanță organică dizolvată și coloidală.

După sistemul de aerare folosit bazinele de aerare pot fi dotate cu aerare mecanică, pneumatică sau mixtă. Datorită multiplelor avantaje pe care o prezintă aerarea pneumatică, (randament ridicat și nu se realizează prin piese mecanice în mișcare), ea s-a impus ca sistem.

Ca și alimentare bazinele de aerare se alimentează cu nămol activat, de regulă, la capătul amonte al acestora. Introducerea apei uzate se poate face concentrat, adică introducerea întregului debit la partea amonte sau distribuit, când apa uzată este introdusă partiționat în puncte distincte situate în lungul bazinului, (sistemul Gould).

Procesul de epurare al apelor uzate are loc în două faze:

- în primele două ore de la introducerea apei uzate în bazinul de aerare sunt mineralizate materiile organice ușor oxidabile, consumându-se complet oxigenul pentru procesele de oxidare, (se realizează o micșorare a CBO-inițial cu circa 50%);

- în faza a doua se continuă oxidarea substanțelor azotoase, deficitul de oxigen apropiindu-se de zero. Această oxidare se încheie după 6-10 ore rezultând un lichid stabil care conține nitrați și oxigen dizolvat.

În funcție de schema tehnologică adoptată bazinele de aerare pot fi cu aerare completă, când se realizează ambele faze ale procesului de epurare sau cu epurare incompletă, când se realizează numai prima fază, [13], [20], [24], [32], [44], [81].

2.3.4 Bazine de activare

Bazinele de activare sunt dezvoltate din bazinele de aerare și au apărut din necesitatea realizării epurării avansate. Ele reprezintă partea centrală a epurării biologice moderne, găzduind un complex de procese biochimice aerobe și anaerobe. Printr-o dispunere anume a instalației de aerare în bazinul de activare se crează zone aerate, zone anaerobe și zone anoxice, prin care se realizează atât reducerea carbonului organic cât și eliminarea fosforului și a azotului. Astfel:

- carbonul organic (CBO₅-CCO) este descompus, în prezența oxigenului, în nitrați;

- azotul organic trece prin hidrolizare în azot amoniacal, iar prin oxidare, (în prezența oxigenului), trece în nitrat, proces ce se numește *nitrificare*;

- *denitrificarea*, se produce prin agitarea amestecului apă nămol activat în condiții anoxice;

- eliminarea *biologică* a fosforului se realizează tot în bazinul de activare, în mediu anaerob, ea având în general o eficiență de 50%.

Pentru realizarea nitrificării și denitrificării, s-au creat, prin succesiunea zonelor aerate, anaerobe și anoxice și prin interconectarea lor, diferite variante de realizare a bazinelor de activare. Cel mai uzual se recurge la predenitrificare, adică zonă anaerobă cu agitare în partea amonte a bazinului. Alte variante ar fi denitrificarea simultană, intermitentă sau în cascadă.

Respectarea regimului de funcționare a fiecărei zone este deosebit de importantă pentru menținerea eficienței acesteia. Față de bazinele de aerare

simple, bazinele de activare sunt dotate cu agitatoare mecanice, iar unele dintre procedee recurg pe lângă circuitul de recirculare a nămolului din decantorul secundar și la un circuit intern de recirculare de nămol. Agitatoarele cât și circuitele complexe de nămol sunt surse nedorite de introducere de aer în bazin.

Constructiv, bazinele de activare se realizează în variantă orizontal longitudinală dar și în variantă circulară, (sisteme monobloc de capacitate mică), [13], [20], [24], [32], [44], [59], [81].

2.3.5 Șanțuri de oxidare

Șanțurile de oxidare sunt construcții simple care realizează atât epurarea mecanică cât și cea biologică a apelor uzate. Ele se pretează pentru localități mici și mijlocii având forma unui bazin trapezoidal ce se amplasează sub nivelul terenului, stabilizarea taluzului făcându-se cu dale de beton.

Avantajele șanțurilor de oxidare sunt: costuri de investiție reduse, condiții ușoare de execuție, sensibilitate redusă la variații ale încărcării organice și hidraulice, randament mare de epurare biologică, întreținere și exploatare ușoară.

Ca dezavantaje: suprafață mare de teren ocupată, consum mare de energie a sistemului de aerare.

Ca și alcătuire șanțurile de oxidare pot fi simple, duble sau triple iar din punct de vedere al funcționării pot fi cu funcționare continuă sau discontinuă, (intermitentă). După intrarea apei brute în șanț, ea este amestecată cu nămol activ provenit din decantorul secundar și supusă aerării prin intermediul perilor de aerare. Aerarea este necesară pentru menținerea activității microorganismelor mineralizatoare aerobe. După formarea nămolului activ în șanț, intră în funcție și decantoarele secundare. Din decantorul secundar apa epurată este trimisă în emisar, (eventual după o tratare suplimentară), o parte din nămol este recirculat, iar cel în exces, este trimis după caz, direct la platformele de uscare sau la linia de tratare a nămolului.

Ca și performanțe ale șanțurilor de oxidare se pot menționa: CBO_5 la intrare 220mg/l iar la ieșire 9mg/l, oxidabilitatea ($KmnO_4$) la intrare 120mg/l iar la ieșire 47mg/l. Calitatea efluentului este superioară față de cea a unei stații de epurare clasice, suplimentar se constată și o reducere a azotului, apa în parcursul ei prin șanț traversând zone aerate și anaerobe, [24], [81].

2.3.6 Decantoare cu etaj

Decantoarele cu etaj, sau decantoarele Imhoff, sunt bazine de formă circulară sau paralelipipedică în care are loc și decantarea apei și fermentarea mezofilă, anaerobă a substanțelor organice decantate. Acest tip de decantoare realizează o combinație dintre decantorul longitudinal și rezervorul de fermentare metanică, spațiul de decantare fiind separat de spațiul de colectare și fermentare.

Decantoarele cu etaj prezintă o bună eficiență pentru debite de ape uzate mai mici de 100l/s. Substanțele organice sunt descompuse în proporție de 50%, randamentul fiind influențat foarte mult de temperatura apei uzate.

La ora actuală aceste decantoare mai există în exploatare, ele realizând combinarea epurării mecanice și tratarea biologică a nămolului în cadrul aceluiași bazin, [13], [20], [24], [32], [81].

2.3.7 Decantoare secundare

Decantoarele secundare au drept scop să rețină nămolul, materiile solide separabile prin decantare, membrana biologică sau flocoanele de nămol activ, evacuate odată cu apa uzată din filtrele biologice, respectiv din bazinele cu nămol activ.

Nămolul din decantoarele secundare are un conținut mare de apă, este puternic flocculat, ușor și intră repede în descompunere. Dacă nămolul rămâne mai mult timp în decantor, bulele de azot rezultate prin denitrificare vor antrena nămolul la suprafața decantorului. Nămolul separat de decantoarele secundare va fi, o parte, recirculat la bazinele de aerare sau activare, iar diferența va fi tratată ca nămol în exces. Efluentul decantoarelor secundare va fi deversat în emisar.

Ca și construcție și alcătuire decantoarele secundare nu diferă de cele primare. Cel mai recomandat tip de decantor pentru asigurarea decantării secundare este decantorul vertical. Evacuarea nămolului din decantor este de preferat să se facă continuu pentru a asigura o bună calitate a nămolului de recirculare. Încadrarea decantoarelor secundare în cadrul schemei de funcționare a epurării biologice se face în urma bazinului de activare, a filtrului biologic, respectiv înaintea treptei de dezinfecție, [13], [20], [24], [32], [44], [81].

2.3.8 Epurare biologică mixtă, (instalații Stählermatic).

Instalațiile de epurare biologică mixtă de tip Stählermatic se compune dintr-un ansamblu funcțional bazin-aerator, ea conectându-se în avalul treptei de epurare primare.

Aeratorul este realizat sub forma unui tambur rotativ, cufundat $\frac{3}{4}$ din diametrul său în lichid, (amestec de apă uzată epurată mecanic și nămol activ de recirculare). Cu acest aerator se realizează o epurare biologică mixtă care se desfășoară în același bazin. O variantă de aerator și fazele de funcționare sunt prezentate în figura 2.6.

Tamburul aeratorului are dispuse pe circumferință mai multe țevi alcătuite din pachete de discuri. Discurile au secțiunea profilată pentru a crea o suprafață de contact cât mai mare între apa uzată și pelicula biologică. În interiorul pachetelor de discuri sunt create spații goale care permit intrarea aerului necesar fazei de epurare biologice pe perioada cât discurile se află deasupra apei.

Aerarea lichidului din bazin și alimentarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare se produce prin eliberarea aerului după scufundarea discurilor. Aerul se eliberează prin niște fante care sunt astfel dimensionate încât să rezulte bule fine și medii. Când pachetele de discuri se află din nou deasupra oglinzii apei lichidul din interior se scurge înapoi în bazin, locul său fiind luat de aerul atmosferic. Pelicula organică dezvoltată pe biodiscuri se alimentează cu

aer tot la trecerea ei prin atmosferă. Viteza cu care se repetă acest ciclu este dată de intensitatea necesară a procesului de aerare.

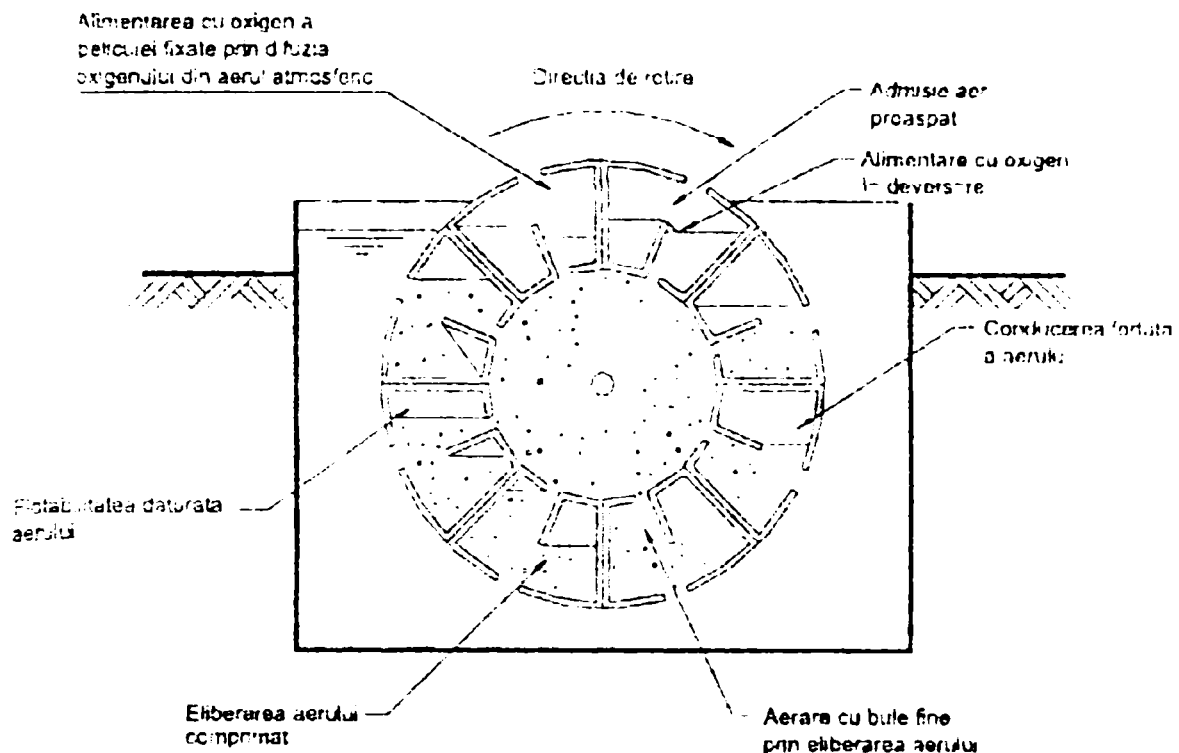


Figura 2.6 „Sistemul Stählermatic ZR”

Sistemul Stählermatic se poate adapta pentru toate tipurile de epurare biologică, mergându-se până la nitrificare-denitrificare, eliminarea fosforului și stabilizarea aerobă a nămolului, [107], [108], [109].

2.4 Obiectele epurării terțiare

Epurarea terțiară se poate defini ca o completare adusă procedeelor de epurare mecanică, mecanico-biologică sau mecanico chimică, o epurare de finisare. Epurării terțiare îi revine rolul de a reduce conținutul de substanțe în suspensie, CBO_5 , azot și fosfor, la un nivel care să nu afecteze în nici un fel, nici pe moment nici pe termen lung, emisarul.

Procedeele de epurare terțiară sunt eficiente numai în măsura în care treptele de epurare din amonte asigură un influent de bună calitate. Epurarea terțiară nu are rolul de a transforma un influent de slabă calitate, (puternic încărcat), datorat parametrilor slabi sau nefuncționării corespunzătoare a epurării anterioare, într-un efluent de bună calitate.

Câteva din procedeele de epurare terțiară deja experimentate și aplicate în practică în unele țări ar fi: *filtrarea rapidă prin nisip*, *filtrarea lentă prin nisip*, *microfiltrarea*, (care datorită performanțelor ridicate este aplicată și ca epurare de bază), *clarificatorul ascensional*, *terenul înierbat* și *laguna*, [20], [24], [81], [94].

2.4.1 Filtrarea rapidă prin nisip

Filtrarea rapidă prin nisip este metoda cea mai larg utilizată și la care, plecând de la filtrele rapide din domeniul alimentărilor cu apă, sa acumulat deja o vastă experiență în proiectare și exploatare. Filtrarea rapidă prin nisip este un procedeu de epurare terțiară ce se pretează la stațiile de epurare de mare capacitate, acceptându-se în dimensionarea acestor instalații o încărcare hidraulică de până la $200\text{m}^3/(\text{m}^2/\text{zi})$.

Ca variante constructive sau adoptat filtrele gravitaționale, (având ca încărcătură nisip), filtrele ascensionale sau chiar cele cu strat mixt.

Ca și performanțe un astfel de filtru poate realiza o reținere a substanțelor în suspensie de 65-85% și a CBO_5 de 20-35%.

Aceste filtre prezintă dezavantajul că nu au o activitate biologică, fiind necesară spălarea lor în contracurent de apă o dată la 24-48 de ore, [57], [74], [75], [76], [77], [78], [79].

2.4.2 Filtrarea lentă prin nisip

Filtrarea lentă prin nisip este un procedeu ce se poate aplica cu bune rezultate pentru stațiile mici de epurare. Dimensionarea hidraulică făcându-se pentru o încărcare de $2-5\text{m}^3/(\text{m}^2/\text{zi})$.

Un astfel de filtru realizează o reținere a substanțelor în suspensie de 60-80% și a CBO_5 de 30-50%, are un cost redus de execuție, exploatare și întreținere însă prezintă dezavantajul unei suprafețe mari de teren ocupate.

Filtrarea lentă se remarcă printr-o activitate biologică semnificativă, ceea ce asigură reducerea CBO_5 și totodată realizarea unui anumit grad de nitrificare, [57], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [57], [101].

2.4.3 Microfiltrarea

Instalațiile de microfiltrare prezintă o serie de avantaje din punct de vedere constructiv, ele fiind de dimensiuni reduse și au posibilitatea de a fi executate în variantă acoperită.

Performanțele instalației depind direct de dimensiunile ochiurilor sitei filtrului și de încărcarea hidraulică aplicată. Ca și eficiență medie a epurării, prin microfiltrare se poate realiza o reținere a substanțelor în suspensie de 35-75% și o reducere a CBO_5 de 12-50%. Indiferent de sistemul de microfiltrare aplicat, microfiltrele înlocuiesc decantoarele secundare, ele fiind amplasate în spatele filtrelor biologice sau a decantoarelor secundare.

În prezent costul instalațiilor de microfiltrare încă este ridicat, ele necesitând și o întreținere mai anevoioasă datorită colmatării. Totuși, la ora actuală, există deja în Europa mai multe stații de epurare cu microfiltrare, ele deserving colectivității de ordinul sutelor de locuitori echivalenți. Un fascicol de membrane filtrante și un modul filtrant realizat din astfel de fascicule sunt prezentate în figura 27 a și b, [9].

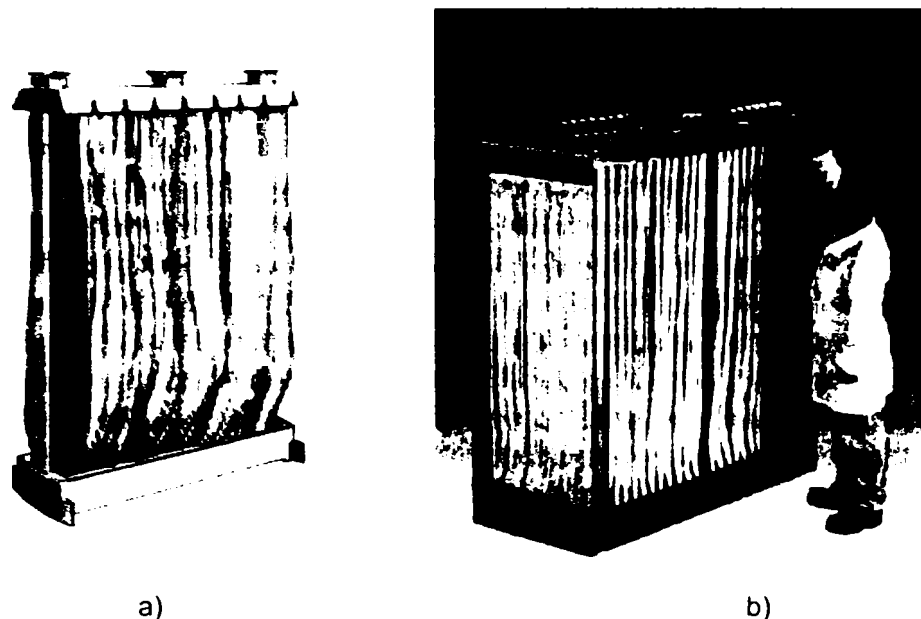


Figura 2.7 a, b „Fascicol de membrane filtrante a), și modul filtrant b)”

2.4.4 Clarificatorul ascensional

Acest tip de instalație constă dintr-un bazin în care apa are sens ascendent de circulație, trecând printr-un strat de pietriș, (cu mărimea agregatelor de 5-10mm și o grosime de strat de 15cm). Dimensionarea hidraulică se face pentru o încărcare de $24 \text{ m}^3/(\text{m}^2/\text{zi})$.

Principiul de funcționare constă în flocularea materialului în suspensie la traversarea stratului de pietriș, pe a cărei suprafață se vor depune floculele astfel formate. Suspensiile acumulate sunt îndepărtate intermitent prin coborârea nivelului lichidului sub stratul de pietriș.

Se pot obține performanțe de 30-50% reținere a substanțelor în suspensie, în funcție de mărimea pietrișului și tipul substanțelor în suspensie, [42], [83].

2.4.5 Terenul înierbat

Terenul înierbat preia prin irigare diferite categorii de ape uzate, metoda fiind eficientă pentru realizarea unei epurări finale superioare. Este de preferat ca terenul să fie parcelat și situat în pantă, apa scursă colectându-se într-un canal la baza pantei. Pentru calculele de dimensionare se poate considera o încărcare superficială de $0.05-0.3 \text{ m}^3/(\text{m}^2/\text{zi})$.

O parte din nutrienții, (N, P), conținuți în efluent sunt reținuți de vegetație, performanțele obținute fiind de 60-90% reținere a substanțelor în suspensie și o reducere de până la 70% a CBO_5 .

Dezavantajele terenului înierbat sunt date de suprafața mare ocupată și de funcționarea sezonieră, [3], [4], [6], [101].

2.4.6 Lagune, (iazuri)

Utilizarea de lagune înseamnă stocarea efluentului pentru realizarea sedimentării și oxidării biologice a particulelor rămase în apa epurată. Performanțele lagunei sunt date de timpul de stocare al apei. Astfel pentru un timp de 14-21 zile se poate realiza o reținere de 75-90% a substanțelor în suspensie, o reducere de 50-60% a CBO₅ și o reducere de 90% a microorganismelor coliforme.

Trebuie avut în vedere, ca o deficiență, posibila dezvoltare masivă de alge. De asemenea funcționarea și amenajarea lagunelor, ca și a terenurilor înierbate, este condiționată de climă și de existența suprafețelor de teren necesare, [3], [4], [25], [26], [27], [67], [101].

2.5 Procedee de dezinfecție

Dezinfecția apelor de scurgere are ca scop distrugerea bacteriilor din aceste ape. Prin dezinfecție reușindu-se distrugerea aproape în totalitate a acestor bacterii, asigurându-se un grad sporit de protecție al emisarului. De multe ori dezinfecția este considerată ca un procedeu care ține loc de epurare terțiară, dar în cele mai multe cazuri ea urmează epurarea terțiară ca un tratament final al apei de scurgere.

Cele mai uzuale procedee de dezinfecție sunt iradierea cu raze ultraviolete, tratarea apei de scurgere cu ioni de metale grele, (argint, cupru), prin efect termic, tratarea cu acizi și alcalii puternici, tratarea cu detergenți cationici, oxidarea cu ozon, oxidarea cu clor gazos sau cu clorură de var. Ultimele două metode s-au impus prin simplitate, eficiență și cost redus. Un alt avantaj al dezinfecției cu clor este că în apă se formează o serie de compuși care și ei au proprietăți dezinfectante. Clorura de var s-a folosit ca dezinfectant pentru prima dată în Anglia în anul 1887 și avea ca scop îndepărtarea mirosului greu din apele uzate.

Alegerea modalității de dezinfecție are la bază natura și concentrația organismelor care urmează a fi distruse.

De regulă, dezinfecția este ultima fază de tratare a apelor uzate, ea realizându-se după ce aceste ape au fost în prealabil epurate. Există însă și posibilitatea intercalării dezinfecției în circuitul de epurare, de exemplu dezinfecția chimică cu clor se poate realiza înaintea filtrelor biologice pentru prevenirea colmatării și înlăturarea mirosului neplăcut sau în decantoarele cu etaj pentru prevenirea spumei.

Literatura americană recomandă chiar și dezinfecția apelor de amestec, (ape pluviale amestecate cu apa uzate menajere), atunci când acestea sunt descărcate direct în emisar. Acest lucru este justificat pentru protecția emisarului, eficiența instalațiilor este însă mai redusă decât la apele limpezi, datorită turbidității ridicate a apelor de amestec.

Câțiva agenți patogeni care pun în pericol sănătatea oamenilor și a animalelor și se găsesc în apa uzată, chiar după ce aceasta a fost epurată biologic, sunt redați în tabela 2.1, [120], [121], [122], [131].

Tabela 2.1
Agenți patogeni din apa uzată și bolile provocate de aceștia

| | Tipul agentului patogen | Boala provocată |
|------------|--|--|
| Virusi | Poliovirus Coxsackievirus A, B Echovirusi Hepatitis A | Meningită Meningită, herpangită, laringită Meningită, diaree Hepatitis epidemică |
| Bacterii | Salmonella typhi Enteritische Salmonellen ș.a. Shigella sp. Enteropathogene Escherichia coli Yersinia sp. Pseudomonas aeruginosa Vibrio cholerae Campylobacter jejuni Leptospira sp. Listeria monocytogenes Francisella tularensis Bacillus anthracis Chlostridium botulinum Mycobacterium sp. Chlamydia trachomatis | Febra tifoidă Salmoneloză Dizenterie Enterite, enterotoxemie Enterite Dermatită, otită Holeră Enterite Leptospiroză Listerioză Tularemie Antrax Botulism Ulcerații cutanale, tuberculoză Conjunctivită, trahom |
| Protozoare | Entamoeba histolytica Giardia lamblia Cryptosporidium sp. | Dizenterie amebiană Lamblioză Criptosporidioză |
| Viermi | Ascaris lumbricoides Taenia sp. | Ascaridioză Tenioză |

2.5.1 Dezinfecția chimică. Clorul și compușii lui

Principiul dezinfecției chimice constă în distrugerea enzimelor care sunt vitale în procesul de viață al bacteriilor. Bacteriile mor în momentul în care enzimele devin inactive. Deoarece enzimele iau naștere și evoluează în interiorul celulelor, procesul de dezinfecție presupune două faze: prima, pătrunderea dezinfectantului în interiorul celulei prin peretele acesteia, iar a doua, distrugerea propriu zisă a enzimelor.

Parametrii care pot fi urmăriți și reglați în cadrul dezinfecției chimice și care stabilesc calitatea acestei dezinfecții sunt:

- *natura și concentrația* dezinfectantului, care depinde de natura și concentrația organismelor care trebuie distruse;
- *gradul de amestec* al apei cu dezinfectantul, amestecul putându-se realiza, după caz, în piesele stației de epurare sau în construcții special amenajate în acest scop;
- *timpul de contact* între organisme și dezinfectant.

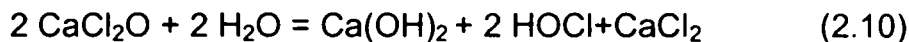
Clorul ca dezinfectant dezvoltă în apă o serie de reacții după cum urmează:



Acidul hipocloros descompunându-se în continuare astfel:



Oxigenul format este un oxidant puternic prin care se produce dezinfecția apei. În același timp clorul acționează asupra bacteriilor provocând distrugerea lor. Aceleași reacții au loc și atunci când se folosesc compuși ai clorului, cum ar fi:



acidul hipocloros descompunându-se în continuare conform relației (2.9).

Se recomandă ca dezinfecția chimică cu clor să se aplice apelor uzate deja epurate biologic, deoarece prezența impurităților presupune un consum mare de clor pentru distrugerea bacteriilor adăpostite în ele. S-a constatat că din totalul cantității de clor necesare dezinfecției, 30% este consumată de materiile solide în suspensie separabile prin decantare, 40% de materiile solide în suspensie coloidale sau de cele care, datorită dimensiunilor lor mici, nu se pot separa prin decantare, iar 30% revine materiilor solide dizolvate. Pe măsură ce prin epurare se separă o parte din aceste materii scade și consumul de clor necesar dezinfecției.

Timpul de contact între clor și apa uzată trebuie să fie de cel puțin 30 de minute. Acest timp de contact se realizează în bazinele de contact, în decantoarele secundare după filtrele biologice sau în canalul de evacuare al apelor epurate de la stația de epurare la gura de vărsare în emisar.

Cantitatea de clor ce rămâne în apa dezinfectată se numește *clor rezidual* sau *clor în exces* și trebuie să se încadreze în limitele 0.5-1mg/l. Nerespectarea cantității de clor introduse pentru dezinfecție și depășirea cantității de clor rezidual conduce la distrugerea florei și faunei din emisar. Acesta este principalul dezavantaj al dezinfecției chimice cu clor.

Pentru o protecție deosebită a emisarului există posibilitatea unei declorinări cu cărbune activ a apei de scurgere dezinfectate.

Câteva valori orientative ale dozelor de clor pentru calculele de predimensionare sunt date în tabela 2.2, (debitul de calcul fiind debitul maxim orar al apelor epurate), [1], [2], [58], [62], [81], [89], [111]:

Tabela 2.2

Doze de clor necesar astfel încât după 15 min. clorul rezidual să fie de 0.5-1.0mg/dm³

| Felul apei sau a nămolului | Doza de clor (mg/dm ³) |
|--|------------------------------------|
| Apă brută | 6-24 |
| Apă decantată | 3-8 |
| Apă după coagulare | 3-12 |
| Apă după filtrele biologice | 3-9 |
| Apă după bazinele cu nămol activ | 3-9 |
| Apă după filtrele cu nisip | 1-6 |
| Pentru îndepărtarea mirosului din apă | Max. 20 |
| Pentru împiedicarea coroziunii | 2-10 |
| Apă decantată, pentru împiedicarea colmatării filtrelor biologice, (se administrează periodic timp de 8h) | 20-50 |
| Apă brută care intră în decantoarele Imhoff, pentru împiedicarea formării spumei | 3-15 |
| Apă brută, pentru mărirea eficienței separatoarelor de grăsimi | 1-1.5 |
| Nămol de recirculare pentru prevenirea umflării, (2-3 minute timp de contact) | 1-10 |
| Nămol din concentratoarele de nămol, amonte de bazinele de fermentare a nămolului, pentru a se obține în apa de nămol din concentrator o doză de clor rezidual de 1 mg/dm ³ | Max. 20 |

2.5.1.1 Dezinfecția cu clor gazos

Dezinfecția cu clor gazos are loc după introducerea unei soluții de clor cu concentrația maximă de 2.9% în apa uzată. Pentru prepararea soluției se necesită 0.5-1l apă curată pentru un gram de clor. Soluția de clor se prepară în camera de clorinare cu ajutorul aparatelor de clorinare. Aceste aparate pot fi: cu presiune și doză constantă, cu presiune și doză variabilă și cu vid. Aparatele cu presiune și doză variabilă prezintă avantajul unei utilizări eficiente și raționale a clorului, dozarea acestuia fiind făcută automat în funcție de debitul de scurgere. Clădirea în care se realizează clorinare și unde sunt depozitate și buteliile de clor, este prevăzută cu un sistem de ventilație care permite o exploatare în condiții de siguranță a instalațiilor, [24], [81].

2.5.1.2 Dezinfecția cu clorură de var

Dezinfecția cu clorură de var necesită vase pentru prepararea și dozarea soluției de clorură de var, camere de amestec și bazine de contact. Datorită agresivității soluției, vasele, robinetele și conductele trebuie executate din materiale anticorozive, (cauciuc, ebonită, plumb, mase plastice). Amestecul soluției cu apele de scurgere se face în camere de amestec cu minimum cinci șicane, [24], [81].

2.5.1.3 Bazine de contact

Bazinele de contact au rolul de a asigura contactul între soluția de clor și apa de scurgere. Aceste bazine se dimensionează asemeni unui decantor, timpul de contact între soluția de clor și apa de canalizare considerându-se de 30 de minute.

Cantitatea de depuneri din aceste bazine depinde de modul în care se realizează clorinarea, astfel se consideră 0.10l/(om·zi) în cazul tratării cu clor gazos și de 0.17l/(om·zi) pentru tratarea cu clorură de var, (umiditatea în ambele cazuri fiind de 96%). Aceste depuneri, (nămoluri), se supun tratării în amestec cu celelalte nămoluri din stația de epurare.

Pentru un amestec cât mai intim între soluția de clor și apa de scurgere în interiorul bazinelor de contact se prevăd pereți șicană. Din considerente economice sau pentru utilizarea eficientă a spațiului bazinele de contact pot fi cuplate și cu alte instalații din stația de epurare. Astfel, în cazul canalelor lungi de evacuare a apei spre emisar, se determină un timp de contact și în acestea. Bazinul de contact propriu-zis se va dimensiona numai pentru diferența de timp până la 30 minute. În funcție de situație, datorită emanațiilor de clor, bazinele de contact se pot prevedea în variantă acoperită, [24], [81].

2.5.2 Tratări speciale, iradierea UV

Dezinfecția apelor uzate prin radiații UV câștigă teren din anii 70, tendința fiind de înlăturare a tratării cu clor. Procedeeul a fost dezvoltat în S.U.A., el fiind asemănător cu cel utilizat la dezinfecția apei potabile prin UV. Există stații de epurare care utilizează această metodă la un debit de 16000m³/h, mai

mult de atât, s-a reușit prepararea de apă industrială chiar din efluentul stațiilor de epurare prin iradierea acestuia cu UV.

Efectul razelor UV constă în modificările efectuate la nucleul celulelor microorganismelor. Modificările au loc la nivelul acizilor nucleici, prin acestea celulele pierzându-și capacitatea de înmulțire, defect care de obicei este ireversibil.

Radiațiile UV aplicate au o lungime de undă cuprinsă între 200nm și 280nm, eficiența maximă fiind la 260nm, lungime de undă la care absorbția acizilor nucleici este maximă. Cele mai uzuale surse de iradiere sunt lămpile de presiune joasă cu vapori de mercur, care produc radiații cu o lungime de undă de 254 nm.

Eficiența iradierii depinde de sensibilitatea microorganismelor dar și de natura apei tratate. Permeabilitatea apei față de radiația UV scade prin prezența suspensiilor, a compușilor de fier și mangan, a acidului humic sau a plutitorilor. O măsură a permeabilității apei față de radiația UV-C este transmisia înregistrată la o adâncime de 1cm pentru o lungime de undă a radiației de 254nm.

Din practică rezultă o energie medie de iradiere pentru asigurarea unei dezinfecții satisfăcătoare de 300 – 450J/m². (Pentru o transmisie a radiației de 55-60% în apa epurată biologic rezultând un consum energetic de 40Wh/m³ ceea ce corespunde unei puteri a sursei de radiație de 0,15 kW/(l/s)), [94], [111].

2.5.3 Tratări speciale, ozonarea

Ozonarea ca procedeu de tratare a apei a fost introdus prima dată în Olanda la început de secol 20. În dezinfecția apelor uzate metoda est utilizată abia din 1986 și este deosebit de eficientă pentru înlăturarea încărcării organice dătătoare de miros penetrant sau gust.

Ozonul se caracterizează printr-o capacitate foarte ridicată de oxidare, mai ridicată decât cea a clorului. Eficiența ozonării depinde de dozare, de timpul de reacție, de încărcarea organică a apei și de valoarea pH. La un pH ridicat ozonul se descompune mai rapid decât la valori scăzute ale pH-ului, ceea ce are un efect negativ asupra dezinfecției.

Ozonul se produce prin reacție endotermă și datorită faptului că se descompune foarte repede în oxigen atomic și molecular el nu poate fi stocat. Astfel s-au dezvoltat tehnologii de producere a ozonului în cantitatea dorită la fața locului. Cea mai uzuală instalație de producere a ozonului, (mai ales când trebuie produse cantități mari), este cea cu arc electric în reactorul de tip Siemens.

Ozonul se poate extrage din aerul atmosferic, care în prealabil a fost purificat și uscat, sau produce din oxigen pur. Consumul energetic la producerea unui gram de ozon din aer este de 10-30Wh iar la producerea aceleași cantități din oxigen pur de 6-15Wh.

Absorbția ozonului în apă depinde de sistemul de insuflare, de temperatură și de compoziția apei. Presiuni scăzute de insuflare și temperaturi ridicate ale apei duc la randamente scăzute ale ozonării.

Dozele recomandate de ozon variază între 5-30gOzon/m³ apă, timpii de reacție între 5-30min, iar ozonul rezidual între 0.1-1.0gOzon/m³ apă uzată.

Ozonarea are ca efect reducerea microorganismelor în proporție de 20-30%. Pentru o eficiență mai ridicată se poate mării doza de ozon sau aplicarea procedurii combinat format din ozonare și iradiere UV, [94], [111], [131].

2.6 Linia nămolului

Obiectele componente ale liniei nămolului la o stație de epurare pot fi următoarele, [24], [32], [34], [70], [81], [85]:

- instalații de pompare ale nămolului;
- instalații de sitare ale nămolului;
- bazin de amestec și omogenizare a nămolului;
- instalații de fermentare aerobă sau anaerobă ale nămolului;
- rezervor de stocare a nămolului;
- instalații de condiționare chimică a nămolului;
- instalații de deshidratare a nămolului;
- depozit de nămol deshidratat;
- conducte și canale aferente.

Linia nămolului cuprinde toate construcțiile și instalațiile aferente pentru colectarea, evacuarea, tratarea și depozitarea sau înlăturarea nămolului. Se urmărește obținerea unui nămol stabil și valorificarea sa economică. Astfel, nămolul poate fi utilizat ca și combustibil, (pentru producerea biogazului sau prin ardere directă), ca fertilizat agricol, în agricultură sau silvicultură sau în alte scopuri, [65], [67].

2.7 Scheme tehnologice de epurare

2.7.1 Elaborarea schemelor tehnologice de epurare

La elaborarea schemele tehnologice de epurare mecano-biologice, (și/sau chimică), pe lângă gradul de epurare necesar se vor avea în vedere următoarele considerații, [24], [32], [36], [37], [39], [42], [43], [44], [52], [60], [63], [85], [95], [106], [107], [108]:

- obiectele stației de epurare trebuie să asigure cel puțin gradul de epurare necesar pentru fiecare indicator;
- utilajele și echipamentele trebuie să fie de fiabilitate ridicată, să aibă un consum redus de energie electrică, să fie avantajoase din punct de vedere al cheltuielilor de exploatare și al investiției inițiale;
- să se aibă în vedere posibilitatea de extindere a stației de epurare în funcție de evoluția debitului influent;
- să permită recepționarea materialului colectat în fosele septice provenit din punctele a căror racordare la rețeaua publică de canalizare este imposibilă sau nejustificată economic;
- pentru fiecare obiect tehnologic se va adopta soluția optimă din punct de vedere tehnico-economic;
- schema tehnologică să fie simplă din punct de vedere al exploatării și să nu necesite personal de înaltă calificare;

- stația de epurare să ocupe o suprafață în plan cât mai redusă și să asigure pe cât posibil o curgere gravitațională a apei în procesul de epurare;
- va fi prevăzută obligatoriu treapta de degrosare care constă în grătare dese, deznisipator, separator de grăsimi, (eventual în variantă combinată cu deznisipatorul) și canal de by-pass pentru grătarul des singular;
- prevederea unui bazin de egalizare și omogenizare a debitelor și a concentrațiilor când acestea variază într-o plajă foarte largă.

Schema tehnologică de epurare este corelată și cu tipul procesului de epurare adoptat:

- epurare biologică convențională;
- epurare biologică cu nitrificare;
- epurare biologică prin aerare prelungită și cu stabilizare în comun a nămolului;
- epurare biologică prin aerare prelungită cu nitrificare, denitrificare și stabilizare în comun a nămolului.

Ca o particularitate a stațiilor de epurare de mică capacitate este faptul că poate lipsi din componență decantorul primar. Acest lucru se acceptă dacă:

- epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate redusă, (soluție cu bazine de aerare);
- când eficiența decantării primare prin sedimentare gravimetrică este sub 40%.

Decantorul primar va fi însă obligatoriu când epurarea biologică se realizează prin filtre biologice.

2.7.2 Variante de scheme tehnologice de epurare

Conform celor prezentate la punctul anterior pentru stațiile de epurare de mică capacitate s-au dezvoltat scheme de epurare mecanico-biologică cu bazine de activare cât și cu filtre biologice în diferite variante de execuție. Câteva din aceste scheme sunt prezentate în cele ce urmează.

2.7.2.1 Epurare mecanico-biologică convențională cu bazine cu nămol activat

Această schemă, figura 2.8, de epurare se caracterizează prin, [44], [70], [81], [85], [89], [93], [105], [107], [109], [113]:

- existența bazinelor cu nămol activ în care au loc procesele biochimice de eliminare a materiilor organice pe bază de carbon;
- lipsa nitrificării apelor uzate;
- eficiența eliminării CBO_5 până la 90%;
- recircularea nămolului activat reținut în decantorul secundar;
- evacuarea nămolului în exces spre treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare;
- lipsa decantorului primar.

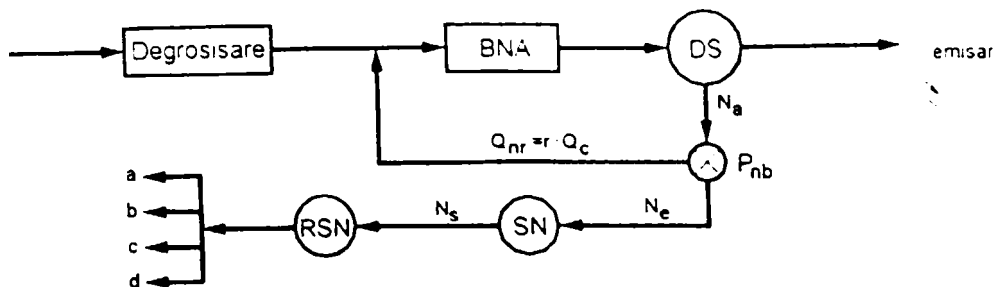


Figura 2.8 „Epurare mecanico-biologică convențională cu bazine cu nămol activat”
 Degrosiere – grătar+deznisipator+separator de grăsimi; BNA – bazin cu nămol activat; DS – decantor secundar; P_{nb} – pompare nămol biologic; SN – stabilizator de nămol; RSN – Rezervor de stocare a nămolului; a – deshidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de deshidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.7.2.2 Epurare mecanico-biologică cu nitrificare - denitrificare cu bazin cu nămol activat

Această schemă, figura 2.9, realizează în treapta biologică atât eliminarea substanțelor organice pe bază de carbon, cât și a azotului prin crearea condițiilor de nitrificare și denitrificare a apelor uzate. Schema presupune, [44], [70], [81], [85], [89], [93], [105], [107], [109], [113]:

- realizarea de zone anoxice în bazinul de denitrificare;
- realizarea de zone aerobe, (intens aerate), în bazinele de nitrificare și de mineralizare a substanțelor organice;
- recircularea nămolului activat reținut în decantorul secundar în amonte bazinului de nitrificare, (recirculare externă);
- recircularea amestecului aerat cu un conținut mare de nitrați în amonte bazinului de nitrificare, (recirculare internă);
- evacuarea nămolului în exces spre treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare.

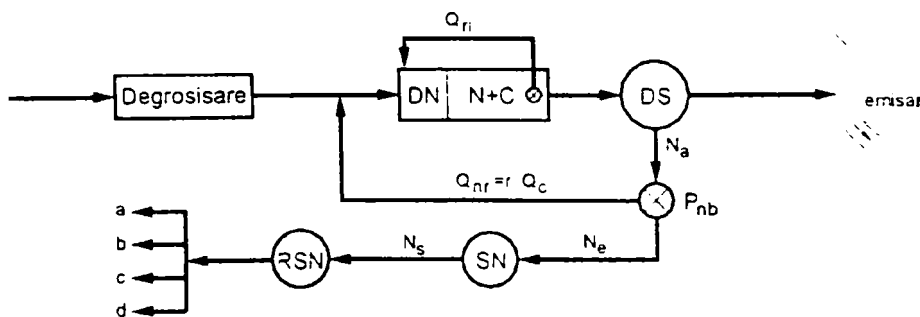


Figura 2.9 „Epurare mecanico-biologică cu nitrificare-denitrificare, cu bazin cu nămol activat”

Degrosiere – grătar+deznisipator+separator de grăsimi; DN – compartiment de denitrificare; N+C – compartiment în care are loc nitrificarea, oxidarea compușilor organici pe bază de carbon și stabilizarea nămolului; DS – decantor secundar; P_{nb} – pompare nămol biologic; SN – stabilizator de nămol; RSN – Rezervor de stocare a nămolului; a – deshidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de deshidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.7.2.3 Epurare mecanico-biologică cu aerare prelungită cu bazin cu nămol activat

Schema, figura 2.10, cuprinde în treapta biologică instalații în care se realizează eliminarea materiilor organice pe bază de carbon, nitrificarea și denitrificarea apelor uzate, precum și stabilizarea aerobă a nămolului. Schema se caracterizează prin [44], [70], [81], [85], [89], [93], [105], [107]:

- aplicarea la debite mici și foarte mici de ape uzate;
- aplicarea recirculării externe;
- lipsa decantorului primar;
- durata de aerare mare, (18-24h și chiar mai mult);
- aplicarea recirculării interne, în care lichidul aerat din bazinul de aerare, bogat în nitrați, este trimis în amonte de zona de denitrificare;
- nămolul în exces, stabilizat pe cale aerobă în bazinul de aerare, unde are loc și epurarea biologică a apelor uzate, este trimis în rezervorul de stocare a nămolului, de unde poate urma variante de prelucrare și eventual ulterior de valorificare;

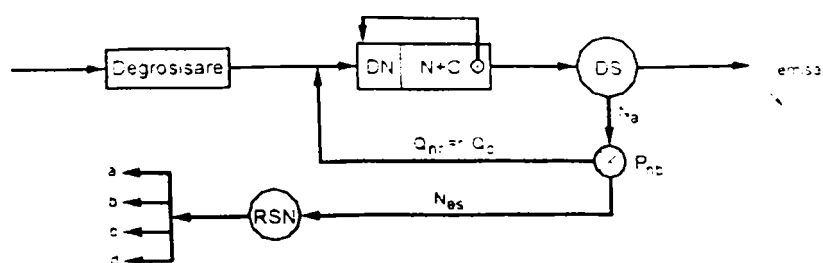


Figura 2.10 „Epurare mecanico-biologică cu aerare prelungită, cu bazine cu nămol activat”
 Degrosiere – grătar+deznisipator+separator de grăsimi; DN – compartiment de denitrificare; N+C – compartiment în care are loc nitrificarea, oxidarea compușilor organici pe bază de carbon și stabilizarea nămolului; DS – decantor secundar; P_{nb} – pompare nămol biologic; RSN – Rezervor de stocare a nămolului; a – dehidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de dehidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.7.2.4 Epurare mecanico-biologică convențională cu filtre biologice clasice

Schema, figura 2.11, cuprinde filtre biologice clasice, (percolatoare), urmate de decantoare secundare. Ea presupune, [44], [81], [88], [93], [106], [107], [109]:

- necesitatea decantoarelor primare pentru evitarea colmatării prematură a filtrului biologic;
- pomparea apelor uzate decantate primar în filtre având în vedere că acestea sunt în general construcții supraterane;
- pentru apele uzate decantate cu un conținut ridicat de substanțe organice, (peste 150-250mg CBO₅/dm³), se impune recircularea apelor uzate amonte de filtru, (într-o proporție de 50-300% din debitul de calcul);

- absența recirculării nămolului biologic reținut în decantoarele secundare. (Acest nămol este amestecat cu cel primar într-un bazin de amestec, după care este prelucrat).

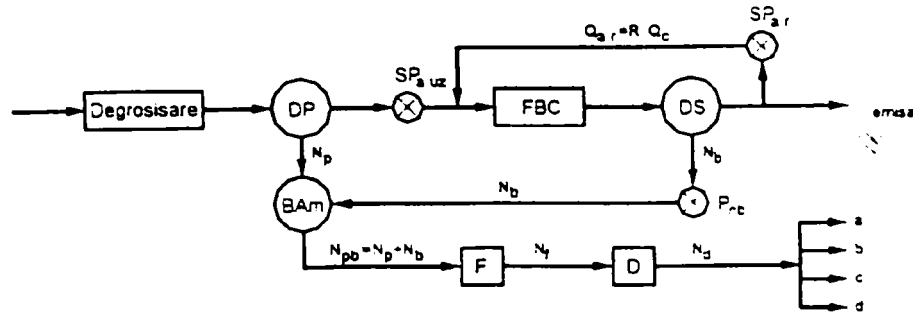


Figura 2.11 „Epurare mecanico-biologică convențională cu filtre biologice clasice”
 Degrosiere – grătar+deznisipator+separator de grăsimi; DP – decantor primar; SP_{uz} – stație pompare ape uzate; FBC – filtru biologic clasic; DS – decantor secundar; SP_{ar} – stație pompare apă recirculată; P_{nb} – pompe nămol biologic; BAm – bazin de amestec a nămolului primar cu cel biologic; F – fermentare nămol; D – deshidratare nămol; a – deshidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de deshidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.7.2.5 Epurare mecanico-biologică convențională cu filtre biologice cu discuri

Este o schemă, figura 2.12, asemănătoare cu cea anterioară, deosebirile constând în, [44], [106], [107], [109]:

- lipsa pompării apelor uzate decantate primar în filtrele biologice cu discuri dacă condițiile locale de relief o permit. Acest obiect tehnologic se poate introduce în profilul tehnologic al stației de epurare astfel încât alimentarea lui cu apă uzată decantată primar să se facă gravitațional;
- în unele situații se poate renunța la recircularea apei epurate și a nămolului secundar amonte de filtru.

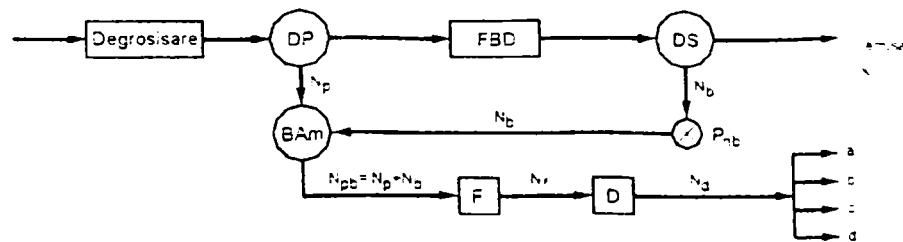


Figura 2.12 „Epurare mecanico-biologică convențională cu filtre biologice rotative”
 Degrosiere – grătar+deznisipator+separator de grăsimi; DP – decantor primar; SP_{uz} – stație pompare ape uzate; FBD – filtru biologic cu discuri; DS – decantor secundar; P_{nb} – pompe nămol biologic; BAm – bazin de amestec a nămolului primar cu cel biologic; F – fermentare nămol; D – deshidratare nămol; a – deshidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de deshidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.7.2.6 Epurare mecanico-biologică convențională cu instalații de tip Stählermatic

Această schemă, figura 2.13, prevede epurarea biologică în instalații de tip Stählermatic care utilizează procedee mixte de epurare, atât cu peliculă fixă cât și cu biomasă în suspensie. Instalația Stählermatic este urmată de decantor secundar. Schema se caracterizează prin, [44], [106], [107], [109]:

- soluția se aplică la debite mici și foarte mici;
- pot lipsi din schemă decantoarele primare;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare în amonte de bazinul biologic;
- stabilizarea nămolului se poate face cu același tip de instalație într-un bazin special amenajat;
- dirijarea nămolului în exces spre treapta de prelucrare.

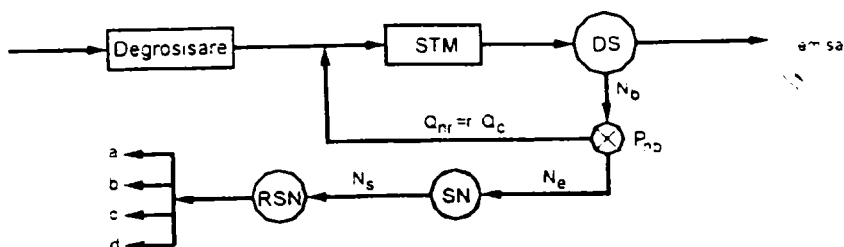


Figura 2.13 „Epurare mecanico-biologică convențională cu instalație de tip Stählermatic”
 Degrosiere – grătar+deznisipator+separator dr grăsimi; STM – bazin echipat cu aeratoare de tip Stählermatic; DS – decantor secundar; P_{nb} – pompă nămol biologic; SN – stabilizator de nămol; RSN – rezervor de stocare a nămolului; a – deshidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de deshidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.7.2.7 Epurare mecanico-biologică cu aerare prelungită cu instalații de tip Stählermatic

Această schemă, figura 2.14 este asemănătoare cu cea prezentată la punctul anterior, bazinul de activare biologică fiind echipat cu o instalație de tip Stählermatic în locul sistemului de aerare, [44], [106], [107], [109]:

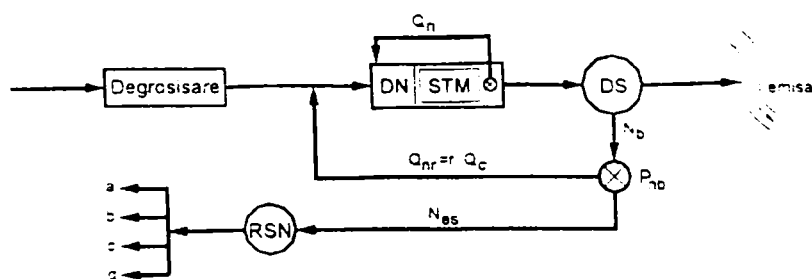


Figura 2.14 „Epurare mecanico-biologică cu aerare prelungită cu instalație de tip Stählermatic”
 Degrosiere – grătar+deznisipator+separator dr grăsimi; DN – compartiment de denitrificare; STM – bazin echipat cu aeratoare de tip Stählermatic; DS – decantor secundar; P_{nb} – pompă nămol biologic; RSN – rezervor de stocare a nămolului; a – deshidratarea nămolului în stația de epurare și evacuarea pe câmp ca îngrășământ agricol; b – transportul nămolului la o altă stație de epurare; c – prelucrarea nămolului într-o instalație mobilă de deshidratare și trimiterea pe câmp ca îngrășământ agricol; d – evacuarea nămolului în depozite controlate și amestecarea cu deșeuri menajere.

2.8 Alte elemente tehnologice ale stațiilor de epurare

Câteva elemente tehnologice ale unei stații de epurare care vin în completarea celor prezentate anterior ar fi conductele și canalele de legătură, (indispensabile), repartitoarele de debit, stavile, deversoare, canale de ocolire, bazine de retenție, stații de pompare și nu în ultimul rând, protecția împotriva vandalizării, [24], [32], [42], [44].

2.8.1 Deversorul din amonte stației de epurare și canalul de deviere

Deversorul din amonte stației de epurare este o construcție ce se prevede numai în cazul obiectivelor canalizate în sistem unitar sau mixt. El are rolul de limitare a debitului de apă admis în stația de epurare, limitare necesară pe timp de ploaie. Debitul total de ape de amestec pe timp de ploaie este:

$$Q_T = Q_{u.or..max.} + Q_p \quad (2.11)$$

unde:

- Q_T - debitul total pe timp de ploaie al apelor de canalizare care intră pe timp de ploaie în camera deversorului, (l/s);
- $Q_{u.or..max.}$ - debitul maxim orar al apelor uzate, pe timp uscat, (l/s);
- Q_p - debitul apelor de ploaie, (l/s), (calculate conform STAS 1846-90).

Debitul maxim de apă de canalizare admis în stația de epurare pe timp de ploaie este, în (l/s):

$$Q_{SE} = n \cdot Q_{u.or..max.} \quad (2.12)$$

unde: $n=2$ este un coeficient de majorare admis. În cazuri bine justificate economic, coeficientul n poate lua, conform STAS 1846-90, și valori mai mari decât 2.

Debitul de calcul al deversorului în (l/s) devine:

$$Q_d = Q_T - Q_{SE} = Q_p - Q_{u.or..max.} \quad (2.13)$$

O altă situație posibilă de exploatare a deversorului este cea când întreg debitul este deviat spre un bazin de retenție sau chiar direct în emisar, (cazuri de avarie). În această situație debitul de verificare al deversorului și al canalului de deviere, (ocolire), în (l/s), va fi:

$$Q_v = Q_T = Q_p + Q_{u.or..max.} \quad (2.14)$$

Instalațiile de epurare de capacitate mică și foarte mică, de regulă, prin natura construcției, în caz de avarie sau la șocuri de debit care nu pot fi preluate, funcționează în regim de scurtcircuit. Prin aceasta, apa brută parcurge

compartimentele prin intermediul trecerilor de preaplin, fără a fi supusă epurării. Chiar și în această situație, o parte din încărcări vor fi reținute mecanic, [24], [32], [42], [44].

2.8.2 Bazinul de retenție

Pentru sistemul de canalizare în sistem unitar sau mixt, bazinul de retenție îndeplinește următoarele funcții:

- înmagazinează pe timp de ploaie cantitatea de apă de amestec ce reprezintă diferența dintre debitul deversat Q_d și debitul admis a se descărca direct în emisar fără epurare;

- înmagazinează pe timp de ploaie debitul deversat Q_d , (debit de amestec între apa uzată menajeră și apa meteorică), în vederea epurării ulterioare a cantității de apă ce reprezintă diferența dintre debitele de ape uzate sosite în stație Q_{uz} și capacitatea maximă de epurare a acesteia pe timp de ploaie. $Q_{SE} = n \cdot Q_{u.or.max.}$

Astfel debitul de calcul al bazinelor de retenție este dat de relația:

$$Q_b = Q_d - Q_{dr} \quad (2.15)$$

unde:

Q_b - debitul de calcul al bazinului de retenție, în (m^3/s);

Q_d - debitul de ape de amestec, în (m^3/s);

Q_{dr} - debitul de ape de amestec care poate fi evacuat direct în emisar fără epurare, în (l/s).

Regimul hidraulic al emisarului și categoria de calitate a acestuia pot impune mărirea capacității bazinului de retenție pentru înmagazinarea apelor care nu pot fi evacuate, (în anumite perioade), neepurate și gravitațional în emisar. În acest caz, soluția cu bazin de retenție se va studia comparativ, tehnic și economic, cu soluția mixtă care presupune un bazin de retenție și o stație de pompare sau cu cea care implică numai o stație de pompare.

Bazinul de retenție al instalațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică nu va fi dimensionat decât pentru preluarea șocurilor de debit provenite de la apa uzată, [24], [32], [42].

2.8.3 Stația de pompare

Se va evita pe cât posibil pomparea influentului în stația de pompare. Dacă din motive bine întemeiate acest lucru nu este posibil se va recurge la transferul apei la o cotă dorită prin pompare. Pe de altă parte, există și situația în care efluentul stației de epurare trebuie deversat prin pompare datorită nivelului ridicat al apei di emisar. Soluția optimă se va alege în baza unui calcul tehnico economic, prin care se vor compara soluțiile posibile.

O stație de pompare a apelor uzate cu pompe submersibile se compune din: bazin de aspirație, (sau bazin de recepție), agregatele de pompare, tijele de ghidare și glisare a pompelor, golurile și chepengurile de acces, instalația

electrică de forță și iluminat, instalația de automatizare și instalația hidraulică, (conducte de aspirație și refulare, piese speciale, armături, etc.).

Volumul util al bazinului de aspirație se va stabili în funcție de debitul maxim care trebuie pompat pentru un timp de $t=2-10\text{min}$, cu relația:

$$V_u = Q_{P_{\max}} \cdot t \quad \text{în } m^3 \quad (2.16)$$

unde $Q_{P_{\max}}$ reprezintă debitul maxim care trebuie pompat.

Înălțimea utilă a volumului bazinului de aspirație se va stabili cu relația:

$$h_u = \frac{V_u}{A_0} \quad \text{în } m \quad (2.17)$$

unde A_0 reprezintă aria orizontală a bazinului de aspirație. Se recomandă ca domeniul de variație a înălțimii să fie cuprins între 0.50-1.50m.

Dimensiunile în plan ale cuvei de pompare se vor stabili în funcție de tipul și dimensiunile agregatelor de pompare precum și de alte condiții de gabarit.

Amenajarea radierului se va proiecta și realiza astfel încât să se evite depunerile, (zone moarte), care ar putea duce la fermentări preponderent anaerobe.

Agregatele de pompare, după caz, pot funcționa în paralel sau în serie. Se va prevedea o pompă de rezervă, (chiar și pentru capacități mici).

Viteza apei în conductă se recomandă de 0.7-1.0m/s la un diametru de 100mm pentru conducta de aspirație și 1.0-1.3m/s la un diametru de 50mm pentru conducta de refulare.

Alimentarea cu energie electrică, ventilatoarele, cât și partea de automatizare și control va fi astfel executată încât să prezinte un grad ridicat de protecție la explozie.

Datorită faptului că instalațiile de epurare de capacitate mică și foarte mică sunt supuse unui debit influent discontinuu, variația de la debit zero la debitul orar maxim putându-se realiza în câteva secunde, un sistem simplu și eficient de pompare, care s-a și impus în practică, este mecanismul cu cupe, figura 2.15. Acest mecanism, față de o pompă submersibilă clasică, prezintă avantajul că nu se înfundă, se blochează relativ greu datorită depunerilor, uzura este mică, energia consumată redusă, iar în combinație cu un contor, înregistrează foarte exact cantitatea de apă ridicată, [24], [32], [42], [44], [88], [109].

2.8.4 Construcții și instalații auxiliare aferente unei stații de epurare

Construcții și instalații auxiliare aferente unei stații de epurare pot fi: clădirile tehnologice, stația de suflante, instalații sanitare, de încălzire și ventilație, atelier mecanic, drum de acces și platforme, împrejmuiri, instalațiile de alimentare cu energie electrică, (grup electrogen), instalațiile electrice de iluminat și forță, instalații de automatizare, măsură și control, telefonie, îndiguiuri, [24], [32], [42], [44], [88].

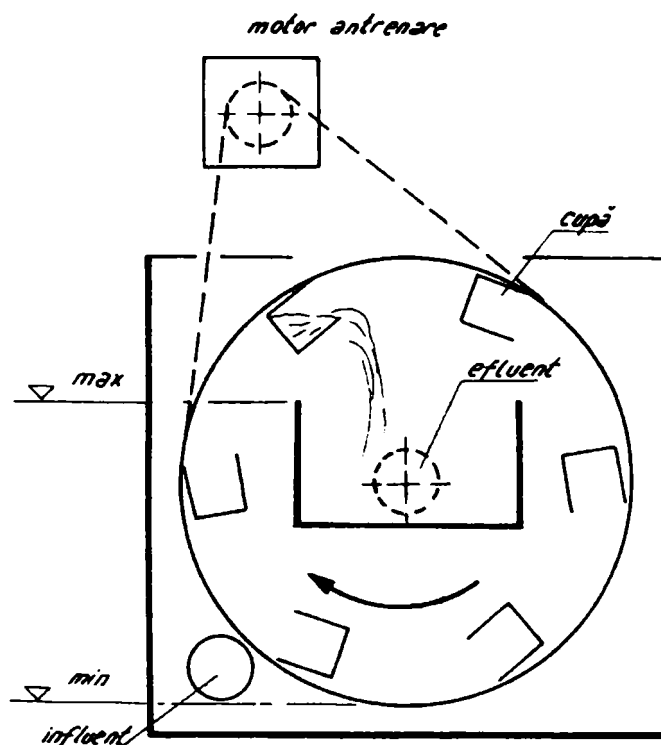


Figura 2.5 „Mecanism de pompare a apei uzate cu cupe, brevet Prof.Dr. H. Renner”

2.9 Autoepurarea apelor de suprafață

Prin autoepurare se înțelege ansamblul proceselor naturale de epurare prin care receptorii sunt readuși la caracteristicile lor calitative pe care le-au avut înainte de primirea apelor uzate.

Autoepurarea este o succesiune de fenomene complexe care se realizează fără intervenția omului și depind de natura receptorului și de cantitatea și calitatea apelor uzate deversate. Capacitatea de autoepurare a unui receptor este limitată, din acest motiv se înregistrează un continuu regres al acestei capacități, [23].

2.9.1 Factorii care influențează capacitatea de autoepurare

Autoepurarea se realizează prin îndepărtarea din masa apei a materiilor solide în stare de suspensie și prin transformarea unor substanțe pe cale chimică sau/și biologică. Aceste procese sunt influențate de numeroși factori de mediu, fizici, chimici și biologici, [94], [97], [98], [99].

2.9.1.1 Factori fizici

Principalii factori fizici care influențează procesul de autoepurare sunt: procesul de sedimentare, lumina, temperatura și mișcarea apei.

Sedimentarea, înseamnă depunerea materiilor în stare de suspensie pe fundul apei. Prin sedimentare se realizează practic limpezirea apelor caracterizate prin turbiditate.

Sedimentarea este condiționată de natura suspensiilor și de anumite caracteristici ale apei, cum ar fi greutatea specifică, viteza de curgere, temperatura, etc.

Ca și ordine de depunere întâi se vor depune particulele grosire pe urma cele fine. Particulele organice pot suferi descompuneri biochimice cu degajare de gaz. Acest gaz datorită mișcării sale ascensionale are un efect negativ asupra procesului de sedimentare. Prin sedimentare sunt antrenate la fundul apei și bacterii sau ouă de paraziți, de aici importanța igienico sanitară a sedimentării.

Lumina, influențează direct sau indirect reacțiile chimice și procesele biologice care intervin în autoepurare. În funcție de unghiul de incidență al razelor de soare cu suprafața apei numai o parte din lumina solară este refractată și pătrunde în apă. De asemenea penetrabilitatea luminii în profunzimea apei depinde și de turbiditatea acesteia.

Lumina, constituie sursa de energie pentru procesele fotosintetice, pentru reacțiile fotochimice și determină mișcări pe verticală a unor organisme acvatice. Totodată radiația ultravioletă este un bun agent bactericid, contribuind și pe această cale la procesul de autoepurare.

Temperatura, are o implicație profundă în autoepurare, având o influență hotărâtoare asupra proceselor fizice, chimice și biologice. Temperatura influențează direct activitatea biologică a microorganismelor, datorită faptului că se modifică regimul oxigenului în apă, favorizează unele reacții chimice, accelerează procesul de sedimentare, (creșterea vitezei de sedimentare datorită scăderii densității apei).

Căldura de la soare poate fi primită de apă direct, fie indirect prin cedarea căldurii de către aer și pământ. Căldura influențează practic întreaga dinamică energetică și materială a ecosistemului acvatic, mai ales în cazul apelor stătătoare.

Mișcarea apei, stă la baza procesului de amestec al apelor uzate cu cele ale receptorului. În afară de mișcarea longitudinală a masei de apă, în direcția de curgere a receptorului, mai există și componente transversale ale mișcării. Acestea influențează procesul de amestec, transportul și depunere al aluviunilor cât și intensitatea procesului de aerare.

La apele stătătoare mișcarea este produsă de curenții și valurile formate de vânt și de diferențele termice, (prin crearea de diferențe de densitate).

2.9.1.2 Factori chimici

Factorii chimici contribuie la crearea mediului de viață al microorganismelor, contribuind astfel direct sau indirect la activitatea biologică a acestora. Principalii factori chimici care influențează autoepurarea sunt:

Oxigenul, este determinant, prin concentrația sa, la intensitatea proceselor de descompunere biochimică a materiei organice, la popularea cu microorganisme a mediului acvatic și la realizarea proceselor de oxidare a substanțelor minerale.

Regimul oxigenului dintr-un curs de apă este o oglindă a activității biologice din acel curs. Scăderea oxigenului dizolvat din apă poate fi ca urmare a unei activități de descompunere bacteriană sau ca rezultat a unor oxidări chimice. Dinamica aerării și dezoxigenării apei variază în special funcție de mișcarea acesteia. (De aici rezultă diferența între capacitatea de autoepurare a unei ape stătătoare și a unei curgătoare.)

Bioxidul de carbon, est sursa principală de carbon pentru activitatea plantelor de sinteză a substanțelor organice. Bioxidul de carbon se află în apă în stare liberă sau combinat sub formă de bicarbonat sau carbonat de calciu. Apele cu un conținut ridicat de bicarbonat de calciu au o bună capacitate de neutralizare a acizilor și a bazelor aduse de apele uzate, ele formând astfel o zonă de tampon.

Alte elemente chimice cum ar fi fierul, manganul, azotul, fosforul, sulful, siliciul, magneziul, potasiul și unele oligoelemente stau și ele la baza unor reacții fizico chimice care influențează mediul de viață acvifer. Substanțe poluante chimice cu grad ridicat de toxicitate cât și valori ale dozei limită și a dozei minime mortale pentru anumiți poluanți chimici sunt redată în tabelele 2.3 și 2.4, [94], [97], [98]:

Tabela 2.3

Substanțe poluante cu grad ridicat de toxicitate

| | |
|---|--|
| 1 | Compuși organohalogenati și substanțe care pot forma astfel de compuși în mediul acvatic |
| 2 | Compuși organofosforici |
| 3 | Compuși organostanici |
| 4 | Substanțe cu proprietăți cancerigene în mediul acvatic |
| 5 | Compuși organici ai mercurului |
| 6 | Compuși organosilicici și substanțe care pot forma asemenea compuși în mediul acvatic |
| 7 | Uleiuri minerale persistente și hidrocarburi de origine petrolieră persistente |
| 8 | Deșeuri radioactive care se concentrează în mediu sau în organismele acvatice |
| 9 | Substanțe sintetice persistente care pot rămâne în suspensie, decantare sau flotare, deranjând utilizarea apei |

Tabela 2.4

Valori ale dozei limită și a dozei minime mortale pentru anumiți poluanți

| Substanța chimică | Doza limită (mg/l) | Doza minimă mortală (mg/l) |
|--------------------|--------------------|----------------------------|
| Acid clorhidric | 3 | 5 |
| Acid sulfuric | 0.2-1.0 | 2-5 |
| Amoniac | 5-10 | 14 |
| Clorură de calciu | 10 | 30 |
| Sulfat de cupru | 2.5 | 25 |
| Cianură de potasiu | 0.005 | 0.1 |

2.9.1.3 Factori biologici

În procesul de autoepurare al apelor rolul cel mai important revine organismelor acvifere. Dintre aceste organisme bacteriile joacă rolul determinant. În regiunile impurificate deosebim bacterii care se dezvoltă în mod normal în apă sau sol și bacterii care provin din tubul digestiv al omului sau al

animalelor. Din punct de vedere al nutriției bacteriile se împart în bacterii autotrofe și heterotrofe.

Bacteriile autotrofe, utilizează substanțele minerale ca hrană. Carbonul necesar, (pentru sinteza glucidelor, lipidelor și proteinelor), îl iau din bioxidul de carbon, carbonați și bicarbonați. Bacteriile autotrofe pot fi chemosintetice, care-și iau energia necesară din oxidarea unor substanțe minerale și fotosintetice, care folosesc ca sursa de energie lumina solară.

Bacteriile heterotrofe, sunt acele bacterii care au nevoie de materii organice ca surse de carbon și energie. În acest scop ele utilizează hidrați de carbon și aminoacizi, care împreună cu sărurile minerale servesc la sinteza materiilor celulare. Bacteriile heterotrofe se împart în bacterii saprofite care utilizează materiile organice moarte, jucând prin aceasta rolul principal în cadrul procesului de autoepurare și bacterii parazite, a căror prezență este numai întâmplătoare în apă, ele dezvoltându-se în corpul animalelor sau în organismele vegetale.

Asimilarea substanțelor de către bacterii se realizează prin procese de degradare și de sinteză, în care produșii rezultați sunt folosiți la construirea materiei celulare proprii.

Unele bacterii se dezvoltă numai în prezența oxigenului, bacteriile aerobe, ele având nevoie de oxigen liber, altele, bacteriile anaerobe utilizează oxigenul combinat chimic, iar o a treia categorie sunt bacteriile facultativ aerobe, acestea având posibilitatea să utilizeze atât oxigenul liber cât și cel legat chimic. În procesul de autoepurare intervin în mod complex toate aceste bacterii.

Treapta anaerobă a autoepurării, constă în degradarea proteinelor, a hidraților de carbon, a grăsimilor, transformarea ureei în compuși de amoniu, reducerea sulfatilor la hidrogen sulfurat, a azotaților la azotiți, amoniac și azot. Tot anaerob se realizează și hidroliza celulozei în celobioză, descompunerea celobiozei în glucoză și transformarea glucozei în acid tartic. De remarcat faptul că prin descompunerea anaerobă a celulozei cât și a proteinelor rezultă gaz metan.

Treapta aerobă a autoepurării, continuă descompunerea până la nivelul de bioxid de carbon și apă, realizând o oxidare completă a materiei organice.

Pe lângă bacterii, care sunt hotărâtoare în procesul de autoepurare, un rol important îl au și protozoarele, macrovertebratele și plantele clorofiliene.

Protozoarele, însoțesc bacteriile grăbind procesul de autoepurare. Prin ingerarea de bacterii ele contribuie la menținerea unui echilibru biologic a populației respective. De asemenea, protozoarele absorb coloizi și consumă unele particule organice contribuind astfel la limpezirea apei.

Macrovertebratele, filtrează apa prin reținerea chiar de particule solide contribuind la limpezirea și la modificarea fizico chimică a acesteia. Macrovertebratele din mîlul de fund contribuie la aerarea acestuia. Substanțele solubile în apă și cele gazoase rezultate din descompunerea anaerobă a mîlului ies mai ușor la suprafață dacă mîlul este populat cu larve de macrovertebrate.

Plantele clorofiliene, sunt niște producătoare de oxigen în cadrul procesului de autoepurare. Ele îndeplinesc și un rol activ prin metabolizarea substanțelor organice. Astfel, algele absorb substanțele organice în stare

solvidă și prelucrează anumiți compuși intermediari derivați din descompunerea protidelor, (peptide, aminoacizi, uree, acizi grași), iar pe de altă parte folosesc drept hrană săruri minerale cum ar fi fosfați și azotați. Se cunosc plante acvifere capabile să înmagazineze în țesuturile lor metale grele, nocive, contribuind astfel la înlăturarea acestora din apă. Ținând seama de cele arătate mai sus s-a propus realizarea unei trepte de epurare biologice, susținută de activitatea plantelor, în care să fie reținute sărurile nutritive și metalele toxice, prevenindu-se efectele negative ale acestora asupra emisarului.

Rolul cel mai important al plantelor clorofiliene este însă cel de oxigenare al apei, oxigenul produs prin fotosinteză desprinzându-se de pe suprafața plantelor sub formă de bule foarte fine, ușor solubile în apă.

Nămolul de pe fundul apelor, rezultă din depunerea materialelor solide inerte, din descompunerea cadavrelor și a resturilor de plante, din produși de dezasimilație a organismelor și din materiile organice și minerale aduse de afluenți reziduali. Nămolul de pe fundul apelor este populat cu o biocenoză diferită de cea a apei, dar care se află într-o strânsă legătură cu aceasta. În straturile superioare ale nămolului se produc procese biochimice aerobe, iar în straturile inferioare domină procesele anaerobe, [94], [97], [98].

De remarcat faptul că factorii fizici, chimici și biologici care influențează procesele de epurare naturale, se regăsesc și în cadrul tehnologiilor de epurare artificiale. Controlul lor înseamnă înlăturarea efectelor inhibitoare și menținerea unei bune stabilități în funcționare a instalațiilor.

Capitolul 3

Elemente de calcul tehnico economic

Fiabilitatea echipamentelor hidromecanice din stațiile de epurare

3.1 Elemente de calcul tehnico economic

Realizarea unor stații de epurare performante, care să asigure un raport optim preț calitate, reprezintă o prioritate în dezvoltarea infrastructurii urbane dar și a celei rurale. Câteva aspecte legate de calculele tehnico economice care stau la baza adoptării unei soluții de colectare, transport, tratare și descărcare a apelor uzate sunt prezentate în cele ce urmează.

Indiferent de criteriul de evaluare tehnico economic adoptat, se va ține seama și de alternativele care pot fi adoptate, realizarea, pentru o durată scurtă de exploatare, a unei fose septice, canalul vacuumat sau canalul sub presiune.

3.1.1 Criteriul cheltuielilor actualizate anuale minime

Metodele de comparație care utilizează criteriul cheltuielilor actualizate este aplicată cu succes la optimizarea obiectivelor tehnologice executate pe etape. În fiecare etapă se stabilesc anumite perioade de ani r de funcționare parțială și prin însumare se evaluează capitolului investit în fiecare din aceste perioade, precum și venitul brut, cheltuielile de exploatare, respectiv venitul net $(V-C)$ corespunzător. Ca atare, criteriul cheltuielilor actualizate însumează pentru perioada totală de m ani de construcție aceste componente și pune condiția ca valoarea cheltuielilor de calcul în fiecare alternativă să fie minimă.

Dacă se ține seama și de coeficientul β , fracțiune care reprezintă beneficiul și cota de acumulare, cu valoarea curentă $\beta=0.10$, la însumarea atât a cheltuielilor indirecte cât și a celor directe de exploatare, se introduce un factor de forma $(1+\beta)^{m-i}$ respectiv $(1+\beta)^{r-i}$, pentru stabilirea soluției optime. Logica acestei relații exponențiale constă în faptul că orice investiție realizată pe etape, respectiv valorile venitulului net în anumite etape, reprezintă după următorii ani valori exponențiale $(1+\beta)^m$ respectiv $(1+\beta)^r$.

Criteriul se scrie sub forma:

$$C_{\text{calcul}} = C + \beta \cdot \sum_1^m I_i (1 + \beta)^{m-i} - \beta \cdot \sum_1^r (V - C)_i (1 + \beta)^{r-i} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

în care:

- m - ani de construcție;
- r - ani de funcționare parțială;
- $(V-C)_i$ - venitul net din anul i , (venitul brut din care se scad cheltuielile de exploatare), în u.c./an;
- β - coeficient de beneficiu și acumulare de capital, (≈ 0.10), sau dobânda medie, (10%);
- I_i - investiția eșalonată în anul i , în u.c.;

- C - cheltuielile totale anuale la profilul final, (cheltuieli indirecte, cheltuieli de exploatare, cheltuieli de regie, amortizări, reparații capitale), în u.c./an;
 $(1+\beta)^n$ - factor de actualizare al valorii investiției.

La aplicarea metodei se propun diferite soluții de etapizare a lucrărilor pentru toată perioadă de m ani de construcție și în fiecare etapă se consideră r ani de funcționare parțială. Diferențele la care ajunge valoarea criteriului C sunt moderate, totuși metoda este foarte sensibilă și conduce la rezultate edificatoare în condițiile unei economii stabile, în care nu au loc variații importante ale costurilor și ale politicii economice de fiscalitate, [42], [43], [96].

3.1.2 Aplicarea timpului de recuperare a investițiilor

3.1.2.1 Compararea soluțiilor de aceeași capacitate

Compararea soluțiilor de aceeași capacitate înseamnă analiza timpului de recuperare comparativ pentru aceste soluții, [42], [43], [96].

- $I_1 > I_2$ u.c. (cheltuieli investiții)
- $C_2 < C_1$ u.c./an (cheltuieli anuale)

timpul de recuperare comparativ, T_c :

$$T_c = \frac{I_1 - I_2}{C_2 - C_1} \rightarrow \min \quad \text{în ani} \quad (3.2)$$

3.1.2.2 Compararea soluțiilor cu diferite capacități

Timpul de recuperare propriu, T_p :

$$T_p = \frac{I}{V_{brut} - C} = \frac{I}{V_{net}} \rightarrow \min \quad \text{în ani} \quad (3.3)$$

3.1.3 Factorii care influențează costul unei microstații de epurare

La data redactării acestui material, în țara noastră există un număr foarte redus de stații foarte mici de epurare în funcție. Ofertanții de microstații fiind de regulă importatori-distribuitori. Ca și valoare a investiției inițiale, (fără montaj), prețurile diferă între 2000-10000 Euro, această „plajă” fiind foarte largă.

Câțiva factori fundamentali care influențează costul unei microstații de epurare sunt, [20], [87], [89], [90]:

- capacitatea stației, (trebuind să se facă diferențierea între o singură stație sau o baterie de stații care realizează capacitatea respectivă). Evident, prețul nu crește liniar cu capacitatea;
- performanțele microstației;
- materialele din care este executată microstația, (beton prefabricat, beton turnat la fața locului, materiale compozit reciclabile, etc.);
- soluția prefabricată sau turnarea la fața locului;

- performanțele și fiabilitatea utilajelor care echipează microstația;
- nivelul de automatizare;
- consumul de energie;
- utilizarea de materiale și componente autohtone;
- adoptarea ca soluție temporară sau permanentă;
- posibilitatea de racordare la aceeași instalație a mai mulți beneficiari independenți;
- dimensiunile microstație și dificultățile la montaj;
- poluarea fonică realizată de microstație;
- modalitatea de descărcare a apei uzate epurate și îndepărtarea nămolului;
- posibilitatea de utilizare a apei epurare și a nămolului;
- adaptarea la teren și integrarea în decor;
- zona și locul în care se realizează microstația;
- existența căilor de comunicații;
- perspectivele urbanistice ale zonei;
- natura și importanța obiectivului deservit.

Câteva valori orientative referitoare la costurile de investiție pentru execuția lucrărilor de colectare, transport și epurare a apelor uzate cât și la costurile de execuție și exploatare a stațiilor de epurare de capacitate mică sunt date în tabelele 3.1 și 3.2, [87], [89]:

Tabela 3.1

Costuri estimative de execuție și exploatare a stațiilor de epurare de mică capacitate

| Capacitate | Cost execuție Euro/loc.echiv ¹ | Cheltuieli exploatare Euro/loc.echiv |
|---------------|--|---|
| 5 loc.echiv | 2123 | 92 |
| 10 loc.echiv | 1465 | 77 |
| 25 loc.echiv | 965 | 63 |
| 50 loc.echiv | 765 | 53 |
| 100 loc.echiv | 643 | 45 |
| 150 loc.echiv | 593 | 40 |
| 200 loc.echiv | 572 | 38 |

¹ reprezentarea grafică a evoluției costului de execuție în funcție de numărul de locuitori echivalenți deserviți este redată în figura 3.1.

Tabela 3.2

Costuri de investiție pentru execuția lucrărilor de colectare, transport și epurare a apelor uzate

| Nr. crt. | Denumire obiectiv | Cost |
|----------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | Canal apă uzată DN 200 | 110-15 Euro/m |
| 2 | Racorduri casnice | 1430-2123 Euro/racord |
| 3 | Stații pompare | 5715-21430 Euro/stație |
| 4 | Conductă sub presiune DN 80 | 72 Euro/m |

| | | |
|----|--|--|
| 5 | Stație epurare pentru 1000 loc. | 430-500 Euro/loc. |
| 6 | Stație epurare pentru 10000 loc. | 286-360 Euro/loc. |
| 7 | Cheltuieli exploatare rețea canal | 0.75 Euro/(m·an) |
| 8 | Îndepărtarea nămolului | 7.15-17.85 Euro/(loc·an) |
| 9 | Cheltuieli de exploatare stație de epurare ptr. 1000 loc. | 28572-35715 Euro/an, inclusiv eliminarea P și tratarea nămolului ¹⁾ |
| 10 | Cheltuieli de exploatare stație de epurare ptr. 10000 loc. | 0.22-0.25 mil.Euro/an, inclusiv eliminarea P și tratarea nămolului ²⁾ |
| 11 | Cheltuieli specifice de execuție rețea canal și stație de epurare pentru un racord casnic în zonele dispersat populate | 7143-14286 Euro, din care 10%-20% pentru epurare și 80%-90% pentru rețeaua de canalizare |

¹⁾ 29-36 Euro/(loc·an), pentru utilizarea parțială a capacității valorile sunt mai ridicate,

²⁾ 22-25 Euro/(loc·an), pentru utilizarea parțială a capacității valorile sunt mai ridicate.

Valorile menționate în tabelele anterioare sunt niște valori orientative, care reflectă însă costurile legate de o astfel de categorie de lucrări în țări europene cu tradiție în domeniu.

O evoluție a costurilor de execuție, exprimate în Euro/locuitor echivalent deservit sunt redată în figura 3.1:

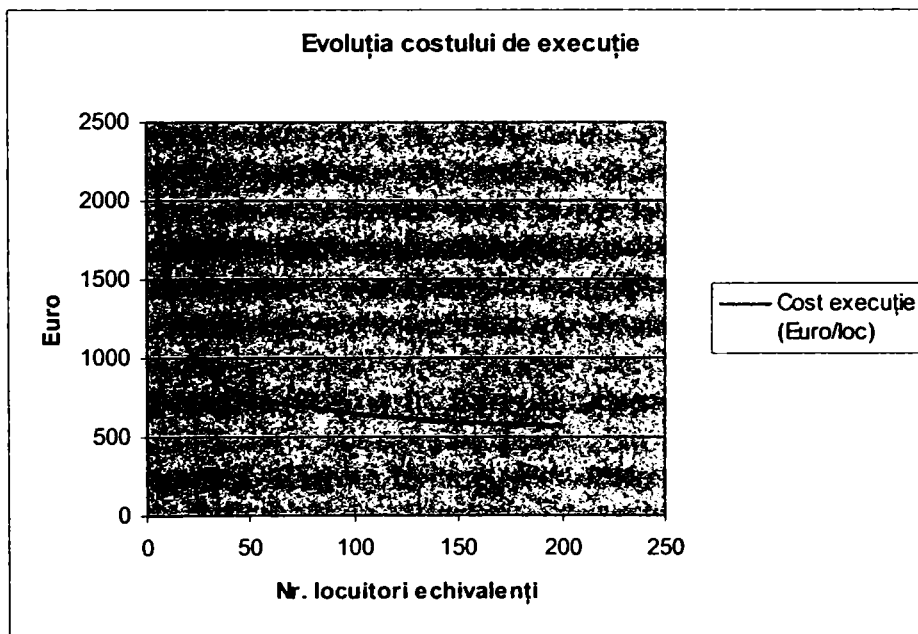


Figura 3.1 Evoluția costurilor de execuție a unei stații de epurare de capacitate mică în funcție de nr. de locuitori echivalenți deserviți

3.2 Fiabilitatea echipamentelor hidromecanice din stațiile de epurare

3.2.1 Generalități, definiții

Fiabilitatea exprimă conservarea în timp a performanțelor produselor. Performanțele unui produs ieșit din uzină pot fi interpretate ca o *calitate statică* a acestuia iar performanțele obținute în exploatarea curentă reprezintă *calitatea dinamică* sau *fiabilitatea* produsului. Calitatea complexă, (reală), este un ansamblu a celor două calități. Fiabilitatea unui produs este o garanție a calității acestuia, [8].

Fiabilitatea se mai poate defini ca probabilitatea ca un echipament, instalație sau chiar proces să-și îndeplinească funcția pentru care a fost creat, la parametrii estimați, cel puțin un timp „t” dat în condițiile prevăzute de exploatare.

Fiabilitatea reprezintă atributul unui sistem de a produce aceleași rezultate în mod constant și la parametrii la care a fost proiectat.

Se va face distincția între *fiabilitate* și *siguranța în funcționare*. Siguranța în funcționare referindu-se la defecțiunile producătoare de accidente, explozii, etc.

Definiția fiabilității ia în considerare trei elemente principale, și anume, [92], [94]:

- funcționarea echipamentului în regim permanent;
- parametrii de exploatare conform proiectului;
- precizarea duratei de timp în funcționare neîntreruptă.

Noțiunea de *sistem* reprezintă *mașina* în ansamblul ei destinată să realizeze anumite funcții.

Teoria fiabilității cuprinde:

- exprimarea caracteristicilor de calitate pentru aprecierea și prognoza fiabilității produselor în diferite stadii de la concepție și proiectare până la execuție și exploatare;
- metode pentru verificarea fiabilității proceselor, instalațiilor și echipamentelor;
- sisteme pentru urmărirea fiabilității produselor în timpul exploatării la beneficiar.

Fiabilitatea se caracterizează prin următoarele elemente constitutive specifice condițiilor tehnice ce o caracterizează:

- îndeplinirea funcțiilor specifice în sensul conservării performanțelor, respectiv a calității, precizate la momentul când instalația este gata de livrare de la producător;
- precizarea duratei de timp în care trebuie să se mențină performanțele inițiale, denumită și timp de misiune. Din acest punct de vedere fiabilitatea este considerată drept calitate păstrată în timp, (dimensiunea temporală a fiabilității);
- exploatarea sistemului, instalației, echipamentului se face în regimul de funcționare prescris sau altfel spus îndeplinirea funcției specifice trebuie realizată în condiții prescrise de factorii externi de mediu, (factori de climat tehnic).

Conceptul de fiabilitate are un caracter probabilistic și statistic. Aprecierea fiabilității unui proces, a unei instalații sau echipament, precum și a

subansamblurilor acestora se bazează pe utilizarea metodelor stohastice. Caracteristicile de fiabilitate se determină pe baza datelor referitoare la timpul mediu de funcționare și a defecțiunilor constatate pe o anumită *populație statistică*. Populația statistică fiind un lot de produse de același tip, realizate și exploatare în condiții identice.

Fiabilitatea se clasifică din punct de vedere al etapei de realizare în:

- fiabilitatea previzională, (denumită și preliminară sau proiectată), care reprezintă fiabilitatea unui produs determinată pe baza considerentelor referitoare la concepția și proiectarea acestuia sau a componentelor sale în condițiile de exploatare prescrise;

- fiabilitatea experimentală, care este fiabilitatea unei instalații, echipament sau sistem precizată experimental în laboratoare, stații pilot sau ștanduri de probă unde s-au creat condiții similare cu cele din exploatare;

- fiabilitatea operațională, (efectivă la beneficiar), care reprezintă fiabilitatea unor sisteme precizate pe baza rezultatelor obținute în exploatarea curentă a acestora pe o durată de timp efectiv de operare a unui număr mare de produse de același tip.

Din punct de vedere al modalității de estimare se deosebesc:

- fiabilitatea nominală, care reprezintă fiabilitatea unui produs prescrisă în specificații, (sau inscripționată pe sistem);

- fiabilitatea estimativă, care reprezintă fiabilitatea unui sistem precizată, cu un interval de încredere, pe baza rezultatelor obținute din încercări de laborator sau pe baza datelor colectate din exploatarea produselor identice.

3.2.2 Defectări, tipuri și evoluție

Defectarea sau ieșirea din funcție a unui echipament, instalație sau sistem este reprezentată prin pierderea totală sau parțială a capacității de funcționare sau alterarea proprietăților acestuia fapt care modifică valorile mărimilor de ieșire în raport cu cele admisibile. În principiu orice element al unui echipament este caracterizat printr-un parametru ce poate fi utilizat ca indice al calității, (acești parametri se vor preciza cu exactitate).

Defectele se pot clasifica, [92], [94]:

- la sistemele redondante în locale și distribuite;

- din punct de vedere al cauzei ele pot fi datorate unei incorecte exploatări, unei deficiențe ascunse în structura constructivă a echipamentului sau datorate uzurii și îmbătrânirii;

- după intensitatea de manifestare a defecțiunii ele se clasifică în defectări limitate, defectări parțiale, defectări totale, defectări intermitente și defectări de degradare;

- după efectele pe care le au defectările se deosebesc defectări minore și majore;

- din punct de vedere al caracterului aplicației defectarea poate fi bruscă sau progresivă;

- după caracterul remedierii defecțiunile pot fi definitive, permanente sau temporare;

- după modul de aplicație se deosebesc defectări bruște și defectări treptate;

- după ușurința de depistare defectele sunt evidente și ascunse.

Regimul comportării în exploatare a produselor este caracterizat fie printr-o rată constantă a defecțiunilor, ceea ce înseamnă o fiabilitate independentă de durata de exploatare, fie de o rată crescătoare la care fiabilitatea este independentă de durată.

3.2.3 Fiabilitatea echipamentelor hidrodinamice

Fiabilitatea echipamentelor hidrotehnice se exprimă prin probabilitatea ca o componentă sau întregul sistem să răspundă funcției pentru care a fost construit, fără avarie, pe durata de timp normată în ipoteza că el a fost exploatat corect.

Fiabilitatea reprezintă calitatea produsului de a-și păstra calitatea pe toată durata de utilizare, [92], [94].

3.2.4 Condiții moderne pentru instalațiile și echipamentele din stațiile de epurare

3.2.4.1 Condiții generale

Instalațiile și echipamentele din stațiile de epurare, datorită fluxului continuu, trebuie să răspundă următoarelor cerințe de bază, [92]:

- să prezinte o construcție simplă, ușor de realizat și întreținut;

- să aibă o fiabilitate ridicată asigurând funcționarea continuă 24/24 o cât mai lungă perioadă de timp.;

- să aibă o duranță ridicată, (timpul normat la aceste echipamente este prezentat în anexa 8)

- să reziste condițiilor grele de lucru din stațiile de epurare, (mediu coroziv);

- să reziste intemperiilor, majoritatea acestor echipamente lucrând în aer liber;

- să nu genereze în mediul înconjurător aerosoli din apa uzată sau alte pericole pentru personalul de exploatare și întreținere;

- să realizeze consumuri specifice reduse.

Pentru analiza importanței echipamentelor din domeniul epurării apelor se consideră o serie de indicatori temporali specifici de utilizare:

- *coeficientul de utilizare anuală*, K_a = numărul de ore lucru/360, (pentru regimul foarte greu de utilizare acest coeficient are valori mai mari de 0.75);

- *coeficientul de utilizare zilnică*, K_o = numărul de ore lucru/24, (pentru regimul foarte greu de utilizare acest coeficient are valori mai mari de 0.67);

- *durata relativă de cuplare* D , reprezintă raportul dintre durata perioadei active și durata ciclului de lucru, $D > 40\%$.

3.2.4.2 Condiții specifice

Pe lângă condițiile generale de funcționare a instalațiilor și echipamentelor din stațiile de epurare mai trebuie să se țină cont, la concepția și proiectarea acestora, de condiții specifice care caracterizează mediul de funcționare, [8]. Astfel au fost identificate o serie de căi care trebuie avute în vedere la concepția și proiectarea instalațiilor și a echipamentelor, [44], [48], [88], [92], [94]:

- determinarea precisă concentrației încărcărilor din apa uzată supusă epurării;
- deshidratarea și compactarea reținerilor de pe grătare;
- turații și viteze de lucru mici pentru reducerea uzurilor pieselor în mișcare;
- folosirea de materiale anticorozive, (oțelul inoxidabil, materiale plastice);
- fiabilitate ridicată datorită fluxului continuu de funcționare 24/24;
- funcționarea automată în condițiile unui sistem de restricții care să aibă în vedere optimizarea proceselor tehnologice;
- consum redus de energie;
- amplasarea echipamentelor în incinte închise pentru a fi cât mai puțin impuse intemperiilor;
- menținerea vitezelor de autocurățire pentru evitarea înfundărilor;
- protecția părții electrice pentru evitarea suprasarcinilor, (relee de protecție);
- protecția hidraulică pentru evitarea înecărilor, (dispozitive de preaplin, clapete de sens unic etc.);
- condiții impuse pentru nivelul de zgomot, vibrații, siguranță la foc, explozii, siguranță la seism, și altele;
- gabarite reduse și costuri mici de investiții.

3.2.5 Fiabilitatea proceselor din stațiile de epurare

Fiabilitatea procesului, (tehnologiei de epurare), este o caracteristică a succesiunii de procese unitare exprimată prin probabilitatea ca aceasta să îndeplinească funcțiunile, cu performanțele impuse și fără erori, într-un anumit interval de timp și în condițiile de exploatare date. Nonfiabilitatea tehnologiei trebuie atribuită în întregime greșelilor de concepție și/sau de proiectare.

Scopul evaluărilor de fiabilitate este, [92]:

- stabilirea fiabilității necesare stației de epurare în condițiile funcționării continue sau pentru compararea diferitelor tehnologii de epurare posibile ca ansamblu al unor procese unitare;
- determinarea/verificarea fiabilității unui sistem complex aflat în faza de dezvoltare, re tehnologizare sau exploatare;
- extrapolarea indicatorilor de fiabilitate, calculați pe baza datelor culese de-a lungul unei perioade de exploatare, pentru durata de viață rămasă;
- stabilirea siguranței în funcționare și a securității unei stații de epurare, instalații sau echipamente din dotarea stației.

Tehnologia de epurare apare ca o succesiune de procese unitare conectate în serie. Așadar, fiabilitatea globală a tehnologiei rezultă ca produs al fiabilităților parțiale a proceselor unitare.

Câteva exemple de timpi normați de funcționare a echipamentelor din industria apei sunt prezentați în tabela 3.3:

Tabela 3.3

Timpi normați de funcționare a echipamentelor din industria apei

| Echipament | Timp normat de funcționare (ani) |
|------------------------------|----------------------------------|
| Grătare cu curățire mecanică | 24 |
| Raclor | 40 |
| Pompă | 10...14 |
| Suflantă | 27 |
| Aerator | 25 |
| Amestecător (agitator) | 14 |
| Vane plane, stavile | 50 |
| Robinete cu sertar | 24 |

Stațiile de epurare de capacitate mică, fiind puțin atipice din punct de vedere al soluției tehnice adoptate, conțin însă toate elementele mai sus menționate, problema asigurării fiabilități punându-se exact ca și la o instalație de mare capacitate. Controlul și verificarea unor parametri de funcționare revine însă chiar utilizatorului, (beneficiarului). De remarcat faptul, că instalațiile mici, datorită complexității lor, necesită un service specializat pentru majoritatea operațiilor de exploatare și întreținere.

Câteva exemple de defecte intervenite în exploatarea unor instalații de capacitate mică, cât și cauza și numărul lor, vor fi prezentate în capitolul 6.

Capitolul 4

Cerințe specifice legate de stațiile de epurare de mică capacitate

4.1 Clasificarea stațiilor de epurare în funcție de capacitate

Clasificarea stațiilor de epurare în funcție de capacitatea acestora rezultă din diferențele tehnologice și constructive ale acestora dar și din condițiile specifice de exploatare, astfel, o clasificare generală a stațiilor de epurare în funcție de debitul apelor uzate este următoarea:

| | |
|---------------------------------|--|
| - stații de epurare foarte mici | $Q_{u.zi.max} \leq 5l/s;$ |
| - stații de epurare mici | $5l/s \leq Q_{u.zi.max} \leq 50l/s;$ |
| - stații de epurare medii | $50l/s \leq Q_{u.zi.max} \leq 250l/s;$ |
| - stații de epurare mari | $Q_{u.zi.max} \geq 250l/s.$ |

Această clasificare este însă dificilă de utilizat în contextul actual al scăderii continue a necesarului de apă datorită utilizării raționale a acesteia și a contorizărilor. Trebuie astfel propusă o clasificare a stațiilor de epurare care să țină cont de diferențele tehnologice și constructive date de debitul de apă uzată epurat dar și de numărul de locuitori echivalenți deserviți.

Clasificare generală a stațiilor de epurare în funcție de numărul de locuitori echivalenți deserviți, (ATV și ONORM), [108], [109]:

| | |
|---------------------------------|----------------|
| - stații de epurare foarte mici | 5-50 LE; |
| - stații de epurare mici | 50-500 LE; |
| - stații de epurare medii | 500-5000 LE; |
| - stații de epurare mari | 5000-50000 LE; |
| - stații de epurare foarte mari | >50000 LE. |

4.2 Importanța stațiilor de epurare de mică capacitate, domeniu de aplicare

Colectarea, transportul și epurarea apelor uzate prezintă o paletă amplă de probleme în condițiile mediului rural. Mediul rural, satul, este într-o continuă transformare, urmărindu-se estomparea marilor diferențe dintre confortul vieții "civilizate" de la oraș și a dotărilor edilitare sătești. Prin încercarea revigorării agriculturii, prin dispariția marilor industrii de la oraș care reușeau să absoarbă și o parte din forța de muncă de la sat și nu în ultimul rând prin mediul de viață încă nepoluat care-l oferă satul, se înregistrează în ultimii ani o creștere a populației sătești, (creștere ce nu se datorează neapărat unui spor demografic ci mai mult unei reveniri a populației active și a pensionarilor de la oraș înapoi la sat). Apariția la noi în țară a unei noi ramuri a industriei turismului, *agroturismul*, impune ridicarea dotărilor edilitare și implicit hidroedilitare la un nou standard, anume la *standardul actual al tehnicii*. Asta înseamnă dotarea hidroedilitară la un nivel care permite alimentarea cu apă potabilă de calitate și evacuarea și tratarea apelor uzate pentru absolut toate gospodăriile sătești. Generic vorbind, mediul rural înseamnă mici colectivități umane în care domină consumul de apă

casnic, industria fiind slab reprezentată. Putem asimila mediului rural și consumatorii din stațiuni turistice, sanatorii, parcări dotate cu motel și restaurant, mănăstiri, etc..

Alinierea la legislația europeană actuală presupune înlăturarea tuturor surselor de poluare datorate scurgerilor necontrolate a apelor uzate menajere și comunale. Prin aceasta se urmărește evitarea poluării, uneori fără posibilități de remediere, a solului și a apei freatiche.

Se are în vedere faptul că față de alte țări europene, mai ales puternic industrializate cu o infrastructură foarte dezvoltată, mediul rural românesc nu dispune încă de un concept unitar legat de alimentarea cu apă, situație valabilă chiar și pentru unele orașe mici. Din motive financiare, alimentarea cu apă mergând întotdeauna înaintea canalizării și epurării apei uzate. Această idee trebuie să dispară pe viitor și să se propună soluții de canalizare și epurare care să meargă în paralel cu alimentarea cu apă chiar și în cazul gospodăriilor izolate. Dotarea localităților României cu stații de epurare este redată în anexa 1. De menționat faptul, că nu toate localitățile rurale care sunt dotate cu rețea publică de canalizare au rezolvată în mod corespunzător probleme epurării.

Mediul rural prezintă probleme în colectarea, evacuarea și transportul apelor uzate mai ales în zonele de deal, cu gospodării răsfirate, (densitate mică de locuitori). Topografia locului fiind și ea uneori complet nefavorabilă realizărilor de rețele. Posibilitățile de rezolvare sunt: canal public și stație de epurare centrală, colectarea apelor uzate în fose septice, (etanșe), și epurarea locală în stații de epurare de capacitate mică și foarte mică.

Canalul public și stația de epurare centrală reprezintă o soluție foarte avantajoasă, este însă scumpă de executat în varianta clasică. Se poate interveni prin proiectarea și execuția rețelei în varianta economică, asta însemnând: diametre mici, distanțe mari între cămine, adâncime de pozare redusă, cămine simple, alegerea traseului astfel încât să nu necesite exproprieri sau despăgubiri costisitoare, la nevoie realizarea de trasee curbilini. Această rețea va fi deservită de stații de pompare sau de vacuumare. Este posibil ca în cazuri extreme această soluție să nu poată fi aplicată.

Sistemul de colectare a apelor uzate în fose, presupune fose septice perfect etanșe, (cu un volum 3-5m³/loc.deservit), și un serviciu organizat de vidanjare și transport analog celui de colectare a deșeurilor menajere. Pentru evitarea neregulilor serviciul de vidanjare va ține o evidență strictă a cantităților vidanjate, (serviciul de vidanjare trebuind să fie monitorizat, și realizat pe bază de contract). O fosă septică nu trebuie să deservească numai o singură gospodărie, avându-se în vedere și posibilitatea de acces a utilajului. Soluția este favorabilă din punct de vedere a respectării condițiilor de mediu însă foarte scumpă.

Stații de epurare de capacitate mică și foarte mică, sunt o soluție și pentru situațiile extreme, cum ar fi de exemplu comunitățile izolate cu drumuri de acces ce nu sunt întotdeauna practicabile. Soluția s-a impus la nivel european în ultimii ani, existând o serie întreagă de procedee de epurare și combinații între acestea, cât și o multitudine de soluții constructive, (materiale sintetice ușoare, execuție monobloc tip container, etc.), pentru aceste stații. Legislația unor țări europene, de exemplu Austria, prevede acordarea de subvenții la aplicarea acestei soluții. Dezavantajul stațiilor de epurare de

capacitate mică și foarte mică constă în faptul că ele înglobează în construcția lor o tehnică complexă, de regulă neaccesibilă beneficiarului, apărând uneori probleme de întreținere și reglaj care pot afecta performanțele de epurare. Acest dezavantaj poate fi considerat numai temporar deoarece la aplicarea pe scară largă a acestei soluții se dezvoltă și se perfecționează și serviciile de întreținere și control. Costurile estimative legate de execuția și exploatarea instalațiilor de colectare, transport și epurarea apelor uzate sunt redate în tabelele 3.1 și 3.2.

Termenele stabilite de Comunitatea Europeană pentru retehnologizarea și extinderea stațiilor de epurare existente și construcția celor noi la standardul actual al tehnicii prevăd întâi rezolvarea stațiilor de epurare de mare capacitate, urmând ca până în 2005 să se soluționeze și stațiile de epurare de mică capacitate. Conform alinierea Austriei la liniile directoare europene prevede pentru stațiile de epurare de capacitate mică termene până ianuarie 2007. O comparație între limitele încărcărilor din efluentul stațiilor de epurare și a gradelor minime de epurare prevăzute de legislația europeană, cea austriacă și cea română este redată în tabela 4.1. De remarcat faptul că față de NTPA 001, aceste limite de descărcare sunt funcție de numărul de locuitori deserviți, adică de debitul apei uzate, [8], [19], [20], [24], [31], [46], [52], [71], [99], [109], [117], [121].

Tabela 4.1
Comparație între valorile limită ale încărcărilor apelor epurate conform RL 91/271/EWG, 1.AEVka și NTPA 001/2002

| Parametru | RL 91/271/EWG | | 1.AEVka | | | | NTPA 001 |
|---------------------------|--|--|---------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|
| | Pentru toate zonele în afara zonelor sensibile și a celor situate peste 1500m altitudine | Zone sensibile | 50-500 | 500-5000 | 5000-50000 | >50000 | Pentru toate zonele |
| CBO ₅ (mg/l) | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 15 | 20-25* |
| CCO ₅ (mg/l) | 125 | 125 | 90 | 75 | 75 | 75 | 70-125* |
| NH ₄ -N (mg/l) | - | - | 10 | 5 | 5 | 5 | 2(3) |
| N _{total} | - | 15mg/l ¹⁾ 10mg/l ²⁾ 70-80% ³⁾ | - | - | 70% (>12°C) | 70% (>12°C) | 10(15) |
| P _{total} (mg/l) | - | 2 ¹⁾ 1 ²⁾ | - | 2 (>1000 loc.echiv) | - | - | 1(2) |

¹⁾ pentru instalații cu 10000 – 100000 loc.echivalenți deserviți,

²⁾ pentru > 100000 loc.echivalenți deserviți,

³⁾ media aritmetică a gradelor minime de reducere în decursul unui an,

*..... pentru stațiile noi, extinderi sau retehnologizări,

..... Normativ privind limitele de încărcarea a apelor uzate comunale, Austria,

*** ... Directivă a consiliului Uniunii Europene referitoare la limitele de încărcare a apei uzate comunale.

4.3 Probleme și cerințe specifice ale stațiilor de epurare de capacitate redusă

4.3.1 Probleme specifice ale stațiilor de epurare de capacitate redusă

Epurarea apelor uzate menajere de la micile colectivități sau chiar gospodării izolate ridică o serie de probleme specifice atât în proiectare cât și în execuție și exploatare. Astfel pot fi amintite următoarele aspecte particulare, [55], [62], [69], [72], [73], [108], [109], [114], [115]:

- valoarea redusă a debitelor vehiculate, (de dimensionare și de verificare), debitele la transportul cărora de regulă nu se realizează viteza de autocurățire;
- variația orară a debitelor, $Q_{u.o.max}/Q_{u.o.min}$, este foarte mare;
- stațiile prezintă intermitență în funcționare, (noaptea sau chiar în unele ore din zi debitul influent putând fi zero);
- aplicarea soluțiilor monobloc, soluțiile clasice fiind prea costisitoare;
- funcționare fără supraveghere continuă, personalul calificat executând inspecția periodică a stațiilor, el fiind angajat pentru un grup de stații sau aparține unei stații de epurare mari;
- emisar de capacitate mică sau chiar inexistent;
- emisar de calitate foarte ridicată, de exemplu cazul stațiilor amplasate lângă stațiuni turistice montane;
- asigurarea finanțării lucrărilor de proiectare, execuție și întreținere, aceste lucrări de cele mai multe ori nefiind finanțate din bani publici.

4.3.2 Cerințe specifice ale stațiilor de epurare de capacitate redusă

Cerințe legate de eficiența stațiilor de epurare de capacitate redusă sunt de asemenea în concordanță cu domeniul de aplicare al acestora, astfel [55], [61], [69], [72], [73], [108], [109], [114], [115]:

- cheltuieli de investiție și exploatare minime;
- să dispună de utilaje, echipamente și instalații robuste, fiabile și simplu de exploatat;
- să dispună de o automatizare complexă, de sisteme de transmitere a datelor la distanță;
- să aibă un consum de energie redus și un sistem fiabil de alimentare cu energie electrică, (pentru o mai mare siguranță se poate prevedea un grup electrogen de rezervă);
- materialele utilizate în construcție să fie rezistente și anticorozive;
- să poată prelua eventualele șocuri de debit;
- să fie compacte și să ocupe o suprafață în plan cât mai redusă;
- în cazul în care se impune o treaptă fizico-chimică ea să se conceapă astfel încât consumul de reactivi să fie minim;
- să fie astfel amplasate față de colectivitatea deservită încât să nu creeze neajunsuri prin producerea de miros, zgomot sau vibrații, în general să nu fie o sursă de poluare pentru apă, aer și sol;

- să se evite șocurile de debit și de încărcare cu poluanți, prevăzându-se mijloacele necesare unei funcționări continue a treptei de epurare biologică, cu debit pe cât posibil constant, (bazin de uniformizare și egalizare).

4.3.3 Caracteristici calitative ale influentului și efluentului stațiilor de epurare de mică capacitate

4.3.3.1 Caracteristici calitative ale apelor uzate la intrarea în stația de epurare

Caracteristicile calitative ale influentului se stabilesc, [7], [24], [44], [49], [45], [69], [103], [104], [105], [109]:

- în baza studiilor hidrochimice efectuate înainte de proiectare;
- prin analiza bazei de date pentru stații de epurare existente care trebuie extinse sau re tehnologizate;
- prin asimilarea valorilor indicatorilor de calitate înregistrați în alte stații de epurare care deserveșc localități cu sistem de canalizare, dotări edilitare, activități sociale și industriale similare și cu un număr apropiat de locuitori;
- prin calculul principalilor indicatori de calitate pe baza încărcărilor specifice de poluant, (g/om.zi).

Substanțele poluante care se găsesc în apele uzate dau caracteristicile calitative ale acestora. Prin normativul NTPA-002 se stabilesc condițiile de evacuare a apelor uzate în rețeaua de canalizare. Principalii indicatori de calitate sunt:

- materii organice biodegradabile dizolvate sau sub formă de particule în suspensie, exprimate uzual prin consumul biochimic de oxigen la cinci zile, CBO₅;
- materii organice biodegradabile și nebiodegradabile care pot fi descompuse chimic, exprimate prin consumul chimic de oxigen CCO;
- substanțe extractibile în eter de petrol, (grăsimi, uleiuri, hidrocarburi);
- substanțe solide în suspensie inerte, (nisip, plastic, sau alte materii solide similare);
- azot sub formă de amoniac, amoniu, azot organic, (în principal uree), sau azot oxidat, (nitrat și nitriți);
- fosfor organic și mineral sub formă de fosfați;
- germeni patogeni, (bacterii, viruși).

Principalele încărcări ale apelor uzate provenite de la micile colectivități sunt redate în tabela 4.2.

Limitele acestor încărcări diferă în funcție de:

- obiceiurile de viață;
- climă;
- alimentație;
- nivel de trai;
- grad de civilizație;
- modul de asigurare al apei potabile;
- natura și importanța obiectivului canalizat;
- prețul apei și altele.

Tabela 4.2

Încărcări specifice ale apelor uzate provenite de la micile colectivități

| Nr. crt. | Indicator de calitate | Încărcare specifică (g/(om·zi)) |
|----------|-----------------------|------------------------------------|
| 1 | CBO ₅ | 30-40 |
| 2 | CCO | 55-75 |
| 3 | MTS | 30-50 |
| 4 | N organic | 1-2 |
| 5 | N-NH ₄ | 3-6 |
| 6 | N total | 4-8 |
| 7 | P total | 1-4 |

A se vedea și tabela 5.2.

4.3.3.2 Caracteristici calitative ale apelor epurate

La proiectarea stațiilor de epurare de capacitate mică se iau în considerare prevederile HGR 188/2002 „Hotărâri pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate”. Astfel se va ține cont de prevederile normelor tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești, NTPA-011, tabela 4.3.

Pentru stațiile de epurare amplasate în zone sensibile, adică zone supuse eutrofizării, se vor aplica prescripțiile privind eliminarea nutrienților azot și fosfor conform NTPA-001, tabela 4.4. Valorile limită admise ale indicatorilor de calitate ai efluentului epurat pe durata funcționării stației de epurare sunt prezentați în anexa tabela 4.5, [24], [44], [45], [69], [101], [103], [104], [105], [109]:

Tabela 4.3

Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești, NTPA-011

| Nr. Crt. | Indicator de calitate | Concentrația pentru un număr de echivalenți locuitori (mg/dm ³) | | Procentul minim de reducere (%) | |
|----------|--|--|---------------|------------------------------------|----------------|
| | | 2000 - 10000 | 10000 -100000 | 2000 - 10000 | 10000 - 100000 |
| 1 | Consum biochimic de oxigen, CBO ₅ , la 20°C, fără nitrificare | 20....25 | | 70-90 | |
| 2 | Consum chimic de oxigen, CCO _{Cr} | 70....125 | | 75 | |
| 3 | Materii solide în suspensie | 60 | 35 | 70 | 90 |

Tabela 4.4

Prescripții privind eliminarea nutrienților în cazul zonelor sensibile

| Nr. crt. | Indicator de calitate | Concentrația pentru un număr de locuitori echivalenți (mg/dm ³) | | Procent minim de reducere | |
|----------|-----------------------|---|--------------|---------------------------|--------------|
| | | Sub 100000 | Peste 100000 | Sub 100000 | Peste 100000 |
| 1 | Fosfor total | 2 | 1 | 80 | 80 |
| 2 | Azot total | 15 | 10 | 70-80 | 70-80 |

Tabela 4.5

Valorile limită admise ale indicatorilor de calitate conform NTPA-001

| Nr. crt. | Indicator de calitate | UM | Valori limită admise | Metode de analiză |
|----------|---|------------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | pH | unități pH | 6.5-8.5 | SR ISO 10523-97 |
| 2 | CBO ₅ | mg O ₂ /dm ³ | 20-25 | STAS 6560-82 |
| 3 | CCO-Cr | mg O ₂ /dm ³ | 70-125 | SR ISO 6060-96 |
| 4 | MSS | mg/dm ³ | 35 (60)** | SR ISO 6953-81 |
| 5 | Azot amoniacal | mg/dm ³ | 2 (3) | STAS 8683-70 |
| 6 | Azot total | mg/dm ³ | 10 (15) | STAS 7312-83 |
| 7 | Fosfor total | mg/dm ³ | 1 (2) | SR EN 1189-99 |
| 8 | Substanțe extractibile cu solvenți organici | mg/dm ³ | 20 | SR 7587-96 |

* Valoarea de 20mg/l pentru CBO₅ și 70mg/l pentru CCO_{Cr} se aplică în cazul stațiilor de epurare existente sau în curs de realizare, pentru stații de epurare noi, extinderi sau re tehnologizări, se vor aplica valori mai mari, respectiv 25mg/l pentru CBO₅ și 125mg/l pentru CCO_{Cr}.

** A se vedea anexa 7 și aliniatul 2 din anexa la NTPA-011 din 2002.

4.4 Reguli de bază în execuție stațiilor de epurare de capacitate mică

4.4.1 Generalități

În general la stațiile de epurare, inclusiv la cele de capacitate mică, se urmărește prin proiectare asigurarea unei exploatare sigure, simple și fără perturbări, iar lucrările de întreținere să fie minime. Este important ca la instalațiile de capacitate mică să nu fie necesară prezența continuă a personalului de supraveghere. Pentru îmbunătățirea caracteristicilor de exploatare a instalațiilor de capacitate mică este necesar ca acestea să fie dotate cu tehnologie de măsură, control și reglare. Dotările oferite astăzi sînt comparativ cu cele din trecut mai ieftine, mai sigure și necesită întreținere puțină. Astfel, instalațiile de epurare de capacitate mică pot fi deservite prin intermediul unui sistem de supraveghere și control zonal, [31], [35], [44], [96], [108], [109].

4.4.2 Stațiile de (pre)pompă, sistemul de pompă prin gaz-lift

Instalațiile de epurare de capacitate mică și stațiile lor de pompă implică vehicularea de debite mici dar cu variații mari. La alegerea pompelor este important să se țină cont de faptul că diferența dintre debitul afluent zilnic maxim, pentru vreme uscată și cel zilnic mediu este mult mai mare decât la instalațiile de mare capacitate. Pentru compensarea acestor variații se recomandă să se prevadă un bazin de acumulare. Pentru eventualele defecte, de scurtă durată, ale pompelor se poate lua în calcul și capacitatea de acumulare a canalului influent. Se recomandă și utilizarea pompelor cu turație variabilă sau a sistemelor cu posibilitate de reglare în trepte. Se va ține cont și de faptul că după oprirea pompelor jgheburile trebuie să aibă posibilitatea să se golească. Alegerea pompelor, dimensionarea grătarului, a separatorului de nisip, cât și a decantoarelor secundare trebuiesc corelate între ele.

Funcționarea pompelor este în funcție de nivelul apei în bazin. Această automatizare se poate face prin contactoare acționate cu plutitori, contactoare cu electrozi, contactoare cu ultrasunete s.a. Standardul actual al tehnicii presupune o măsurare a nivelului fără contact direct.

Datorită debitelor mici, de regulă, ar fi suficientă o singură pompă pentru vehicularea volumului de apă. Substanța solidă din apa de canal conduce însă, în cazul instalațiilor mici, la înfundări mult mai frecvente a pompelor decât la instalațiile de mare capacitate. Aceste posibile perturbări în funcționare cât și lucrările necesare de întreținere și reparație presupun o dotare adecvată și o pompă de rezervă de aceeași capacitate ca și cea de bază. Siguranța în exploatare fiind mai importantă decât economia realizată la investiție sau la consumul energetic.

Pentru ridicarea la cotă a apei în cazul canalelor deschise se va utiliza melcul transportor. Prin acest sistem se pot transporta în condiții economic avantajoase și debite mici corespunzătoare vremii uscate. Randamentul melcului transportor scade simțitor abia după ce debitul ce trebuie transportat este sub 30% din cel nominal pentru care a fost dimensionată instalația. Principalul avantaj al melcului transportor este că evită o alimentare discontinuă a stației de epurare.

La stațiile de pompă care utilizează pompe centrifuge, varianta cea mai simplă și ușor de exploatat este aceea la care pompele sânt montate în cameră uscată. Această situație impune însă o construcție mai complicată, și de aceea, pentru stațiile de epurare de capacitate mică se recurge la pompe submersibile. Pentru alegerea soluției optime se va face o analiză tehnico-economică.

Pompele pneumatice, sânt eficiente la distanțe de transport mari. Prin funcționarea deosebită a acestor pompe dată de posibilitatea de conectare a post-sufiantelor se înlătură dezavantajele create de mirosul și capacitatea corozivă a hidrogenului sulfurat rezultat din putrezirile ce au loc în apa de canal. Datorită randamentului redus al acestor pompe este de luat în calcul un cost al energiei electrice mai ridicat decât în cazul pompelor centrifuge. În cazul transportului apei prin sisteme cu pompe centrifuge problemele de miros și coroziune pot fi controlate prin aerisirea periodică a instalației cu aer comprimat sau prin prevederea la extremitatea instalației a unui cămin de aerisire,

(degajare). Aerul viciat absorbit poate fi insuflat în bazinele de activare sau trecut printr-un filtru de compost, [31], [35], [44], [48], [96], [109].

Sistemul de pompare prin gazlift a fluidelor polifazice joacă un rol deosebit în dotarea stațiilor de capacitate mică. Acest sistem se bazează pe fenomenul de fluidizare este un procedeu tehnic prin care se conferă materialelor fine, dispersate într-un mediul fluid, proprietăți similare din punctul de vedere al curgerii, cu cele ale fluidului de bază.

Dimensiunea maximă a granulelor care pot fi fluidizate variază în funcție de natura fluidului, (gaz sau lichid), ele variind între 5 μ m și 3mm.

Cel mai simplu experiment pentru punerea în evidență a fenomenului de fluidizare constă din insuflarea de gaz, printr-o placă poroasă care formează fundul unui recipient, (cilindru). În recipient sunt așezate particule solide fine. Placa poroasă la rândul ei este astfel montată la baza cilindrului încât întreaga cantitate de gaz sub presiune să fie insuflată prin placă în cilindru, placa realizând un sistem de dispersie al gazului spre interiorul cilindrului. Gazul de fa insufla prin mărirea progresivă a vitezei, (respectiv creșterea progresivă a presiunii de insuflare).

În prima fază, la viteze mici ale gazului de 0.1-0.3m/s, gazul se strecoară printre particulele solide fără a provoca o deranjare substanțială a acestora.

La mărirea vitezei așezarea particulelor solide este deranjată, observându-se o afânare a acestora, (expandarea volumului), și înregistrându-se o pierdere de presiune.

Pentru o anumită viteză de insuflare pierderea de presiune devine egală cu greutatea stratului de particule solide raportată la aria suprafeței de bază. În această fază, numită fluidizare incipientă sau începutul fluidizării, forța de frecare dintre particula solidă și gaz corespunde unei forțe ascensionale egală cu greutatea particulei solide. În această fază particulele solide din strat sunt susținute de curentul de gaz, (fluid), fără a se mai sprijini pe particulele inferioare.

La mărirea vitezei particulele tind să fie antrenate de curent, crescând grosimea stratului de particule solide. Prin această creștere a volumului de amestec gaz-solid vitezele locale scad, particulele reașezându-se. După reașezare ele sunt din nou supuse la un curent ascensional mai intens fiind din nou antrenate. În această fază, prin reașezări repetate particulele tind spre o distribuție care să ofere o rezistență minimă la trecerea curentului de gaz, (fluidului). Rezistență minimă corespunde afânării maxime. Această fază se numește fluidizare liniștită și se caracterizează prin aceea că particulele solide au o oarecare libertate de mișcare în jurul unei poziții medii. Tot în această fază se constată o delimitare între faza fluidizată, (densă, de la baza stratului), și faza superioară dispersă, (faza fluidă superioară). Stratul afânat se comportă ca un fluid, el poate curge și exercită o presiune hidrostatică pe pereții vasului.

Dacă fluidul este un lichid, o mică creștere a vitezei peste limita vitezei de fluidizare liniștită determină împrăștierea uniformă a particulelor în toată masa, fenomenul purtând numele de fluidizare particulară. Dacă fluidul este un gaz particulele solide nu se mai distribuie uniform, ele putând rămâne particule individuale sau pot fi grupate în acumulări, fluidizare agregativă.

Pentru valori mari ale vitezei fluidului forțele de frecare vor depăși forțele de greutate. În această fază particulele solide sunt antrenate în mișcarea

generală a curentului, declanșându-se fenomenul de transport hidropneumatic. Un exemplu de calcul al unui sistem de pompare prin gazlift este prezentat în anexa 6, [18].

4.4.3 Măsurarea debitelor

Stațiile de epurare de talia celor prezentate în această lucrare vor fi obligatoriu dotate cu instalații de măsurare a debitelor, care trebuie să fie simple și să permită măsurarea și a debitelor influente mici. Măsurarea debitelor la efluentul stației prezintă avantajul că se evită pericolul de înfundare. Se va asigura un acces sigur la instalația de măsurare. (Alte indicații pentru alcătuirea și dispunerea instalațiilor de debitmetrie sunt menționate în capitolul 2, subcapitolul 2.2.1), [31], [109], [110].

4.4.4 Tratarea apei de ploaie

Chiar și în cazul bazinelor de colectare mici se prevăd instalații de tratare a apei de ploaie atât la sistemul de canalizare unitar cât și la cel separativ. Din punct de vedere al exploatării cel mai avantajos este amplasarea bazinelor de retenție în vecinătatea stației de epurare. În acest caz ele vor fi astfel dimensionate încât la avarii ale stației de epurare să poată funcționa ca bazine tampon.

Datorită debitelor influente mici preluate de stațiile de epurare descărcarea bazinelor de pluvial devine problematică, ea controlându-se cu atât mai greu cu cât debitele descărcate sânt mai mici. De asemenea există pericolul înfundării conductelor de diametru mic.

Se recomandă utilizarea instalațiilor de limitare a debitului cu reglare automată și plajă de reglare continuă și care nu sânt consumatoare de energie. Căderea la descărcare trebuie să fie cât mai mică, evitându-se însă posibilitatea depunerilor înainte și după stavilă.

Avantajoasă poate fi și descărcarea bazinului de retenție prin pompă proprie sau prin intermediul stației de pompare de la intrarea în stația de epurare. La pompele centrifugale se va avea în vedere, datorită variației mari a nivelului din bazinul de retenție, dependența dintre debitul pompat și înălțimea de pompare. După caz se poate interveni cu un sistem de reglaj, [31], [35], [44], [109].

În general nu se recomandă încărcarea stațiilor de epurare cu ape meteorice, nici prin intermediul unui bazin de retenție. Diluțiile realizate pot destabiliza pe termen lung treapta de epurare biologică, [57].

4.4.5 Epurarea mecanică

4.4.5.1 Grătare, site

În mod obligatoriu instalațiile de epurare de mică capacitate vor fi prevăzute cu grătare/site cu sisteme automate de curățire. Instalația aleasă va fi verificată hidraulic.

Materialul adunat la grătare și site va fi adunat și depus în containere. O mărunțire a acestuia și reintroducerea în circuitul de epurare nu este de dorit. Uneori se justifică o presă de deshidratare, depunerea materialului pentru zvântare sau chiar spălarea acestuia, (în vederea reciclării).

De regulă distanța dintre barele grătarului este de 6-20mm. Pentru deschideri mai mari pot apărea probleme în exploatare la instalații de epurare a apei care urmează grătarului cât și la prelucrarea nămolului și utilizarea acestuia în agricultură. Aceste defecte decurg din înfundări și din formarea de „fuior”. La deschideri mai mici, cantitatea de material reținut crește, crescând însă și cantitatea de materii fecale reținute ceea ce îngreunează prelucrarea și depozitarea reținerilor.

La grătarele și sitele care nu pot fi exploatate în regim înecat este necesar să se prevadă un canal de ocolire prevăzut de asemenea cu un grătar. Acest grătar se recomandă să fie curățat manual iar distanța dintre bare să fie de 100mm. Prin aceasta se evită un eventual remuu produs la grătarul principal în caz de defectare a mecanismului de curățire și o inundare a canalului, (jgheabului), de aducțiune.

Pentru o bună exploatare pe timp friguros, protecție împotriva rozătoarelor și a păsărilor, evitarea degajării de miros, evitarea acumulării de apă pluvială în containere dar și pentru crearea unor condiții mai bune de lucru, grătarele și sitele se execută în variantă acoperită. Se va asigura o aerisire corespunzătoare, [31], [35], [44], [108], [109].

4.4.5.2 Separatorul de nisip

Pentru capacități situate la limita superioară a domeniului de aplicare a stațiilor de epurare de mică capacitate se recomandă separatoare de nisip cu aerare. Pentru capacități mai reduse, dar și ca alternativă în cazul disponibilităților mai restrânse de teren se recomandă separatoare de grăsimi circulare, (verticale). Depunerile de nămol în separator se pot evita printr-o ușoară insuflare de aer sau prin agitatoare circulare. Nisipul va fi extras din separator prin intermediul pompelor mamut sau a pompelor submersibile pentru ape uzate. În complectarea instalațiilor de deznisipare, se poate prevedea un sortator de nisip care va separa componentele organice de cele minerale [31], [35], [44], [108], [109].

4.4.5.3 Separatorul de grăsimi

Multe din problemele generate de substanțele plutitoare din bazinele de activare sau decantoarele secundare pot fi evitate prin intercalarea în circuitul epurării a unui separator de grăsimi. Acesta va reține și uleiul pătruns accidental în rețeaua de canalizare. De regulă, deznisipatoarele aerate și cele circulare, (verticale), pot fi combinate constructiv cu separatoare de grăsimi [31], [35], [44], [108], [109].

4.4.6 Bazinul de activare

La instalațiile de epurare de mică capacitate treapta de activare funcționează fără decantare primară. Geometria bazinului cât și sistemul de aerare vor fi astfel alese încât să nu aibă loc depuneri de nămol. La acest tip de instalații se poate recurge la o variantă de alcătuire monobloc, unde bazinul de activare și decantorul secundar fac corp comun. Pentru această situație se vor avea în vedere posibilitățile de racordare a diferitelor instalații. În funcție de condițiile locale varianta clasică nu este întotdeauna mai scumpă decât cea compactă. Volumele mici ale bazinelor permit utilizarea elementelor prefabricate, (în special la beton).

Forma bazinelor de activare este dictată și de sistemul de aerare și amestec. Este importantă o corelare a geometriei bazinului cu agregatele utilizate cât și realizarea de economie de energie printr-un sistem simplu și eficient de reglare a aerării. Aerarea se realizează prin sisteme de tip conductă, de tip punctiform, de tip ciupercă sau placă. Agregatele de amestec oferă posibilitatea de funcționare intermitentă a aerării, ceea ce avantajează denitrificarea. Trebuie avută însă în vedere stabilizarea nămolului.

De regulă, stațiile de epurare noi, la darea lor în folosință nu sînt solicitate la capacitatea lor maximă. Aceasta datorită capacității de rezervă prevăzută prin proiectare. Printr-o corespunzătoare reducere a cantității de nămol din bazinul de activare se poate regla încărcarea în nămol și printr-o adaptare a aerării se poate realiza economie de energie.

În cazul în care activarea nămolului se face într-un singur bazin, trebuie să existe posibilitatea de extragere, (ridicare), a instalației de aerare și amestec. Se recomandă conceperea în așa fel a instalației de aerare încât să poată fi ridicată întregă din bazinul de aerare [31], [35], [44], [108], [109], [130].

4.4.7 Decantorul secundar

Recomandabile pentru stațiile de epurare de mică capacitate sînt decantoarele verticale, de tip pâlnie, (în curent ascensional), deoarece acestea nu necesită dispozitive mobile de evacuare a nămolului. Evacuarea trebuie realizată în așa fel încât să asigure o prelevare uniformă a nămolului de pe întreaga suprafață. De asemenea evacuarea trebuie să fie ușor de întreținut și curățat. Se vor prevedea pereți semiînecați, (sau alte construcții echivalente), cât și sisteme de înlăturare a nămolului plutitor. Acestea din urmă vor avea posibilitatea să fie demontate pe timp de iarnă. O bună aerisire a canalului influent în decantorul secundar favorizează decantarea.

În cazul unui decantor secundar unic și prevăzut cu raclor, se impune ca raclorul să fie demontabil [31], [35], [44], [108], [109].

4.4.8 Pavilionul de exploatare și anexele

Pentru un pavilion de exploatare, ca dotare minimă se impun: tablou electric de joasă tensiune, magazie piese schimb și banc de lucru. Trebuie să se asigure condiții pentru desfășurarea lucrărilor de revizie și control, trebuie să existe instalații sanitare. De asemenea este necesară o instalație de preparare a apei tehnologice pentru lucrările de salubritate, montarea unui număr suficient de racorduri pentru stropit și spălat în interiorul perimetrului stației cât și instalarea unui post telefonic. Se va asigura accesul spre stații a vehiculelor grele în vederea transportului nămolului sau a lucrărilor de întreținere. Drumurile de acces vor avea raza minimă de curbură de 12m și o lățime minimă de 3.5m. Căile de acces pietonal vor avea o lățime minimă de 0.6m și vor fi acoperite, cel puțin cu acoperișuri din materiale ușoare. La căile de acces cu dale se vor prevedea rosturi lărgite. Punctul de recoltare al probelor din efluentul stației trebuie să fie ușor accesibil, [108], [109].

4.4.9 Alte măsuri constructive pentru asigurarea bunei funcționări a stației

Datorită costurilor ridicate nu se justifică dubla alimentare cu energie electrică sau prevederea unui grup generator. Astfel nu se poate omite oprirea unor instalații și utilaje la întreruperea energiei electrice. Se consideră eficientă dispunerea în paralel a diferitelor trepte de tratare. Se va analiza și oportunitatea canalelor de ocolire pentru controlul situațiilor de avarie și se va prevedea posibilitatea de alimentare cu energie electrică prin grupuri mobile. Utilajele din dotare trebuie să fie ușor interschimbabile și dotate cu senzori de avarie.

Grătarele și sitele trebuie acoperite pentru evitarea pericolului de îngheț. Experiența a arătat că încălzirea diferitelor componente nu este suficientă. În zonele cu perioade friguroase mai îndelungate se recomandă și executarea separatorului de nisip în variantă acoperită sau cel puțin asigurarea împotriva înghețului a utilajelor de extragere a nisipului. Aeratoarele axiale trebuiesc și ele protejate prin acoperire împotriva picăturilor de apă înghețată rezultate la aerare. Aeratoarele cu rotor axial se pot proteja prin capote încălzite. Bazinele de activare cu aerare sub presiune sunt mai sensibile la îngheț. Idem, datorită adâncimii, și decantoarele secundare verticale. Pentru silozurile de nămol se recomandă ca la apariția înghețului să se recurgă la o activare mai intensă a instalațiilor de amestec, [108], [109], [114], [115].

4.4.10 Recomandări privind amplasarea stațiilor de epurare de mică capacitate

Amplasarea stațiilor de epurare de mică capacitate se va face ținând cont de următoarele aspecte, [108], [109], [114], [115]:

- să permită, dacă este posibil, primirea gravitațională a influentului în stație;
- să permită evacuarea gravitațională a apelor epurate din stație;
- să se respecte distanța de protecție între stație și cea mai apropiată zonă populată, astfel încât să nu se perturbe prin miros, zgomot sau vibrații viața oamenilor;
- să se diminueze, dacă este cazul, riscul de inundații prin executarea de îndiguiri;
- să se evite pe cât posibil alegerea amplasamentelor cu o textură geologică neadecvată;
- să existe posibilitatea de racordare cu ușurință a stației de epurare la rețelele de utilități, cum ar fi alimentarea cu energie electrică, apă, gaz și telefon;
- racordarea ușoară a drumului de acces la drumul principal;
- posibilitatea de extindere;
- limitarea timpului de retenție în anumite obiecte tehnologice, cum ar fi bazinul de recepție al stației de pompare sau bazinul de egalizare al debitelor și al concentrațiilor, în vederea evitării sedimentării și a septicității;
- condițiile de evacuare a efluentului epurat;
- aspectul estetic al construcțiilor și instalațiilor;
- accesul la depozitul de deșeuri al localității;
- siguranța construcțiilor și a instalațiilor.

4.5 Aspecte legislative, din câteva țări europene, legate de soluția epurării apelor uzate menajere prin stații de epurare de capacitate mică

Documentele necesare avizării, execuției, dării în folosință și exploatării unei microstații de epurare în Austria și Germania, țări cu tradiție în domeniu și cu o legislație de mediu bine conturată sunt:

- A. Memoriu tehnic care conține următoarele capitole:
 - a. descrierea zonei – a condițiilor locale - și a tipului de instalație;
 - b. indicații referitoare la condițiile existente legate de canalizare și epurarea apelor uzate;
 - c. motivarea instalației proprii de epurare;
 - d. descrierea instalației, (tehnologia adoptată, fundamentarea dimensionării, dimensionarea conductelor de intrare și evacuare;
 - e. indicarea cantității de apă consumate, gradul de epurare și valorile limită ale încărcărilor efluentului, debitul efluentului în m^3/d , m^3/h , l/s ;
 - f. descrierea emisarului, aprecierea influenței încărcărilor din efluentul microstației;

g. precizarea posibilităților și a modului de prelevare a probelor din efluent, respective de măsurare a debitului efluentului;

h. precizări legate de faptul că toate părțile componente ale microstației de epurare corespunde nivelului actual al tehnicii. Aceste precizări vor avea la bază note de calcul și de dimensionare, descrierea tehnologiei adoptate și indicarea performanțelor microstației;

i. precizarea modului de îndepărtare a nămolului rezultat din epurare;

j. precizarea căilor de acces la microstație, pentru intervenții și întreținere;

k. în cazul în care apa epurată este descărcată pe suprafețe de infiltrare, trebuie justificat faptul că descărcarea în emisar este imposibilă sau nejustificată economic. După caz, poate fi necesară și o expertiză geologică, din care să rezulte că nu există pericolul alunecării de teren și o expertiză hidrogeologică care să analizeze posibilitatea deprecierii apei freactice necesare potabilizării.

B. Extras de carte funciară, nu mai vechi de șase săptămâni.

C. Menționarea tuturor proprietarilor de teren, (parcele), afectați și a altor părți afectate sau implicate, (de exemplu pescării, proprietari de instalații). Menționarea părților cu drept de folosință asupra emisarului respectiv a proprietarilor de izvoare și fântâni în zona afectată de infiltrare.

D. Expertiza hidrologică a emisarului.

E. Accordul tuturor proprietarilor de teren, (parcele), afectate de componentele instalației.

F. Plan de situație scara 1:15000 până la 1:25000.

G. Plan cadastral actul, pe care să fie marcate colectorul, stația de epurare și alte elemente componente până la emisar respectiv la instalația de infiltrare, cât și drumul de acces la stație.

H. Detalii tehnice ale stație de epurare, respectiv a părților componente, (profiluri transversale și longitudinale), respectiv detalii legate de colectorul influent și de canalul de descărcare până la vărsare.

Serviciile tehnice ale administrațiilor locale vor veni în sprijinul viitorilor beneficiari, ai operatorilor și ai proiectanților cu lămuriri suplimentare, oferite direct sau prin intermediul paginilor web.

Stațiile de epurare foarte mici trebuie să corespundă *nivelului actual al tehnicii*. Această precizare se referă atât la construcție și dispunere, la dimensionării și dotării, cât și la materialele folosite și la asigurarea calității execuției. În caz de nevoie se vor efectua expertizări de către specialiști autorizați. Expertizarea va avea la bază normativele în vigoare dar și experiența

acumulată din exploatarea unor instalații similare. Pentru orice situație, a unei exploatare corespunzătoare, stațiile de epurare foarte mici trebuie să asigure gradul de epurare cerut. Acest lucru trebuie garantat de producător sau distribuitor.

Ca și o performanță minimă garantată sunt limitele încărcărilor din efluent conform tabelului 4.6:

Tabela 4.6

Limitele superioare ale încărcărilor din efluentul unei microstații de epurare

| Nr. crt. | Parametru | Valoare limită admisă în efluentul stației |
|----------|--|--|
| 1 | Substanțe separabile prin decantare | 0.3 mg/l |
| 2 | Consum biochimic de oxigen CBO ₅ | 25 mg/l |
| 3 | Consum chimic de oxigen CCO | 90 mg/l |
| 4 | Carbonul organic total TOC | 30 mg/l |
| 5 | Azotat amoniacal NH ₄ -N (la temperaturi mai mari de 12°C) | 10 mg/l |

În cazul emisarilor care prezintă o încărcare inițială sau a emisarilor foarte mici, respectiv în cazul instalațiilor de infiltrare, valorile limită menționate mai sus pot fi restricționate. Noile limite vor fi precizate de către autoritățile de mediu, în urma analizării situației concrete în teren.

Conform legislației actuale austriece, nu este obligatorie respectarea unui normativ anume în proiectarea unei microstații de epurare. Respectarea normativelor asigură însă asigurarea unei lucrări care corespunde stadiului, (nivelului), actual al tehnicii. De referință pentru Austria este normativul: ÖNORM B 2502-1 „Microstații de epurare cu o capacitate de până la 50 LE”.

În funcție de tipul instalației poate fi prevăzută o treaptă de epurare mecanică. Treapta de epurare biologică, obligatorie, se poate realiza prin bazin de activare, filtre biologice sau corpuri submersate. Pentru prelevarea, transportul și depozitarea nămolului, până la îndepărtarea sau utilizarea acestuia, pot fi adoptate, de asemenea, diferite metode. În orice caz, trebuie asigurată conlucrarea optimă a tuturor componentelor stației, (în situația în care stația este alcătuită din mai multe componente). Obligatoriu se va prevedea un ștuț pentru prelevarea probelor din efluent și se va asigura accesul la acest ștuț, (în căminul de control). Probele din efluent sunt necesare pentru verificarea eficienței de epurare, [44], [45], [54].

Capitolul 5

Proiectarea, execuția și exploatarea stațiilor de capacitate mică și foarte mică

Generalități în proiectarea și execuția stațiilor de epurare de capacitate foarte mică și mică

În acest capitol vor fi prezentate și comparate din punct de vedere al proiectării, execuției, exploatării și întreținerii stații de capacitate mică și foarte mică executate, pentru epurarea biologică, în variantele constructive de instalație de activare cu și fără decantare primară, instalație de activare cu acumulare, instalație cu filtru biologic, instalație cu contactor biologic rotativ, instalație cu pat aerob fix cufundat, epurare biologică cu filtru de pământ vegetal și instalații de epurare cu filtrare prin membrană.

Conform [109], [110], microstațiile de epurare pot fi executate la fața locului sau în variantă prefabricată, (instalații complete sau subansambluri).

Instalațiile descrise sunt prevăzute pentru epurarea apei uzate casnice sau a apelor uzate provenite de la alți consumatori cum ar fi case de vacanță, hanuri, parcuri, mănăstiri, sanatorii sau unități militare. Apa epurată urmând a fi deversată direct în emisar, în canalul de ape pluviale, (cazul sistemului separativ), sau infiltrată în sol respectiv în stratul freatic.

Performanțele de epurare cât și modul de descărcare a apelor epurate trebuie să corespundă cu cerințele menționate în Legea Apelor. Acest amănunt este deosebit de important în situațiile când apa epurată pătrunde în stratul freatic, (irigații sau infiltrații), situație care implică niște analize mai amănunțite legate de efectul produs asupra apelor subterane.

Nu se admit ca influent ape încărcate cu poluanți industriali, ape meteorice, ape de suprafață, ape subterane și din drenaje, ape de răcire cât și apele din piscine sau de la instalațiile de saună. Pentru o dimensionare hidraulică corespunzătoare se admite epurarea apelor rezultate provenite de la spălarea filtrelor, (dacă este cazul).

Se recomandă proiectarea instalațiilor în așa fel încât să deservească mai multe gospodării.

La alegerea amplasamentului și la realizarea stațiilor se va avea în vedere ca efectele asupra mediului înconjurător să fie minime, (în special miros și zgomot). Amplasarea se va face în așa fel încât să nu fie afectate sursele de apă și condițiile de confort din gospodărie, (sau din grupul de locuințe). Dacă se impune o amplasare în imediata vecinătate a locuințelor se va recurge la ecranarea fonică a instalației și prevederea de aerisiri cu tiraj forțat situate deasupra nivelului acoperișului. În cazul instalațiilor supraterane, pe lângă protecția fonică se va prevedea și protecția împotriva înghețului. Stațiile de epurare fiind prin natura lor construcții care necesită suprafețe mari de teren ele trebuie să se integreze cât mai plăcut în peisajul ambiental.

Din motive de întreținere nu se vor amplasa stații de epurare sub suprafețele carosabile. Se vor avea în vedere drumul de acces, (necesar pentru utilajele de prelevare a nămolului), și suprafețe de rezervă pentru eventuale variante de extindere.

Modalitățile de îndepărtare, eventual valorificare, ale nămolului rezultat și de descărcare a apei uzate epurate sunt prezentate în subcapitolul 5.4 și 5.5, [15], [50], [80], [84], [108], [109].

5.1 Microstații de epurare, (stații de epurare de uz casnic), cu o capacitate de până la 50 locuitori echivalenți deserviți

5.1.1 Bazele dimensionării microstațiilor de epurare

5.1.1.1 Stabilirea cantității de apă uzată

De regulă, pentru dimensionare se considera o cantitate de apă uzată de 150l/(loc·zi), debitul maxim orar fiind apreciat la 1/10 din cantitatea totală zilnică.

Pentru situațiile în care se creează șocuri de debit, de exemplu de la grupurile sanitare ale întreprinderilor, ale locurilor de întrunire, ale hanurilor turistice ș.a. se va determina debitul maxim orar și se va ține cont de frecvența și durata șocurilor de debit. Șocurile de debit pot fi atenuate prin bazine tampon prevăzute cu sisteme de scurgere cu menținere constantă a debitului.

Stațiile de pompare preconectate trebuie să funcționeze în așa fel încât în decurs de 30 de minute de pompare cantitatea de apă uzată pompată în stație să fie cel mult 1/20 din volumul total zilnic. Acest lucru se poate realiza prin controlul duratelor de pompare, (relee de temporizare), sau prin returul parțial al apei pompate.

La volume mari de ape uzate cu temperaturi ridicate se va avea în vedere ca temperatura debitului influent să nu depășească 40°C.

Câteva exemple de debite specifice de apă uzată provenită de la diferite categorii de consumatori izolați sunt prezentate în tabela 5.1, [25], [108], [109], [114], [115], [116], [119], [120]:

Tabela 5.1

Debite specifice de apă uzată provenite de la consumatori izolați casnici ¹⁾

| Tipul de locuință | Debitul (l/om·zi) ²⁾ | |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|
| | Domeniu | Valoare uzuală |
| O familie | | |
| Casă de vară | 132.5-189.3 | 159 |
| Venit scăzut | 151.4-208.2 | 170.3 |
| Venit mediu | 151.4-302.8 | 208.2 |
| Casă de lux | 189.3-378.5 | 246.0 |
| Apartament | 132.5-189.3 | 151.4 |
| Condominium (grup de 2-4 case) | 132.5-189.3 | 151.4 |

¹⁾ debite evacuate de la locuințe, exclusiv orice contribuție exterioară de debit.
²⁾ debitul mediu pe locuitor este evaluat pe baza unui grad de ocupare de 2.4-2.8 locuitori pe locuință.

5.1.1.2 Încărcarea apei uzate

Pentru dimensionarea treptei de epurare biologică se consideră o încărcare organică a apei uzate de $60\text{gCBO}_5/(\text{loc}\cdot\text{zi})$ și o încărcare în azot de $12\text{gN}_{\text{total}}/(\text{loc}\cdot\text{zi})$. Dacă apa uzată este în prealabil decantată mecanic atunci aceste valori se reduc la $40\text{gCBO}_5/(\text{loc}\cdot\text{zi})$ respectiv $10\text{gN}_{\text{total}}/(\text{loc}\cdot\text{zi})$, datorită capacității de reducere a treptei mecanice.

Pentru cazul bucătăriilor mari se vor prevedea obligatoriu separatoare de grăsimi care vor fi preconectate stației.

Valorile principalelor încărcărilor specifice și concentrațiile acestora din apele uzate menajere provenite de la consumatori izolați casnici sunt redați în tabela 5.2, [108], [109], [114], [115], [116]:

Tabela 5.2

Valorile încărcărilor specifice și concentrațiile acestora din apele uzate menajere provenite de la consumatori izolați casnici ¹⁾

| Parametru | Încărcarea specifică (g/om·zi) | Concentrații | | |
|--------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | | UM | Domeniu ²⁾ | Valori uzuale ³⁾ |
| CBO ₅ | 81.6 | mg/l | 216-540 | 392 |
| MTS | 90.7 | mg/l | 240-600 | 436 |
| NH ₃ -N | 3.17 | mg/l | 7-20 | 14 |
| N _{org} | 9.07 | mg/l | 24-60 | 43 |
| TKN | | mg/l | 31-80 | 57 |
| P _{org} | | mg/l | 4-10 | 7 |
| P _{anorg} | | mg/l | 6-17 | 12 |
| Grăsimi | | mg/l | 45-100 | 70 |
| Coliformi totali | | Număr/100 ml | 10 ⁷ -10 ¹⁰ | 10 ⁸ |
| Temperatură | | °C | 14.98-26.08 | 21.09 |
| pH | | - | 5-8 | 7.2 |

¹⁾ debite evacuate de la locuințe, exclusiv orice contribuție exterioară de debit.
²⁾ domeniul de valori pentru concentrațiile încărcărilor stabilit pe baza unor debite de 150-380 l/om·zi
³⁾ calculul pentru un debit specific de 210 l/om·zi

5.1.1.3 Numărul de locuitori deserviți

Numărul de locuitori deserviți se compune din numărul de locuitori fizici la care se adaugă numărul de locuitori echivalenți, (conform tablei 5.3).

Instalațiile de epurare pentru clădiri de locuit se vor dimensiona pentru numărul de locuitori care ocupă sau care se preconizează că vor ocupa aceste clădiri.

De regulă, pentru locuințele de până la 40m² se vor lua în calcul cel puțin doi locuitori, iar pentru locuințele mai mari cel puțin 4 locuitori. Dacă apa uzată provine de la alte obiective se va face o încadrare conform tablei 5.3. Pentru obiectivele care nu sunt menționate se vor face determinări legate de debit și încărcare, determinări care vor sta la baza calculului de dimensionare, [114], [115], [116].

Tabela 5.3

Determinarea numărului de locuitori echivalenți deserviți necesar pentru dimensionarea microstației de epurare, conform

| Proveniența apei uzate | Baza de dimensionare | Număr de locuitori echivalenți (NLE) |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
| Locuri de adăpostire cu spălătorie ¹⁾ | 1 pat | 2 |
| Locuri de adăpostire fără spălătorie ¹⁾ | 1 pat | 1 |
| Internate și cămine (fără tratamente terapeutice) ¹⁾ | 1 pat | 1-2 |
| Ospătării fără bucătărie | 3 locuri la masă | 1 |
| Ospătării cu bucătărie rece | 2 locuri la masă | 1 |
| Ospătării cu bucătărie | | |
| - cu ocupare de cel mult de 3 ori a locurilor în 24 de ore | 1 loc la masă | 1 |
| - suplimentare pentru alte ocupări, de 3 ori în 24 de ore a locurilor | 1 loc la masă | 1 |
| - suplimentare pentru sală și grădină, (numai ocazional utilizate) | 5 locuri la masă | 1 |
| Locuri de întrunire (cinema, teatru) ¹⁾ | 15 locuri | 1 |
| Baze sportive ¹⁾ | 50 vizitatori | 1 |
| | 5 practicanți | 1 |
| Băi în aer liber sau acoperite ^{1) 2)} | 5 utilizatori | 1 |
| Campinguri ^{1) 3)} | 2 utilizatori ⁴⁾ | 1 |
| Campinguri permanente ^{1) 3)} | 1 utilizatori ⁴⁾ | 1 |
| Fabrici sau ateliere (cu grad redus de murdărire) ¹⁾ | 3 angajați | 1 |
| Fabrici sau ateliere (cu grad ridicat de murdărire) ¹⁾ | 2 angajați | 1 |
| Birouri, centre de afaceri ¹⁾ | 3 angajați | 1 |
| Școli, grădinițe (după orele de curs) ¹⁾ fără activități sportive extrașcolare | 3-5 persoane | 1 |
| <p>¹⁾ dacă există bucătărie se va efectua pentru aceasta un calcul suplimentar conform celor indicate în tabelă.</p> <p>²⁾ pentru ștrandurile în aer liber sau piscinele acoperite apa de la piscine și dușurile reci nu va fi descărcată în instalația de epurare. Este admisă apa uzată de la spălarea filtrelor, debit suplimentar de care se va ține cont la dimensionare.</p> <p>³⁾ conținutul toaletelor chimice și mobile și se va descărca, luându-se în considerare efectul substanțelor toxice, dozat, într-o instalație de epurare corespunzător dimensionată.</p> <p>⁴⁾ fiecărei parcele îi vor corespunde două persoane.</p> <p>Obs. Locuitorii permanenți ai obiectivelor menționate mai sus se vor adăuga la NLE determinați, cu câte un locuitor. Persoanele care nu locuiesc, dar activează la obiectivele menționate, vor fi considerate angajați și luate în calcul ca atare.</p> | | |

5.1.2 Cerințe legate de dimensionare

5.1.2.1 Generalități

În prezenta lucrare se prezintă instalațiile de epurare biologică a apei cu sau fără treaptă de epurare mecanică preconectată.

Pentru măsurătorile indicate se admite o toleranță de cel mult 5% față de valorile nominale.

Numărul minim de locuitori deserviți pentru care se face dimensionarea este de 5, [108], [109], [114], [115], [116].

5.1.2.2 Treapta mecanică

În treapta mecanică trebuie reținute materiile decantabile și plutitorii, figura 5.1 a, b, c. Încărcarea organică este parțial redusă anaerob. Din această cauză efluentul instalației de fermentare nu este stabil biologic. O stabilizare a nămolului, de regulă, nu este obținută, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.2.3 Instalațiile de fermentare

Instalația de fermentare trebuie să fie prevăzute cu o adâncime minimă a apei de 1.2m. Nu se vor prevedea adâncimi mai mari de 3m decât dacă se justifică o utilizare rațională a volumului rezultat. Dacă rezervorul de fermentare se compartimentează, atunci primul compartiment se va prevedea cu jumătate din volumul total. Volumul util se va dimensiona cu $0.25\text{m}^3/\text{loc}$ dar nu va fi mai mic de 2m^3 , [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120]

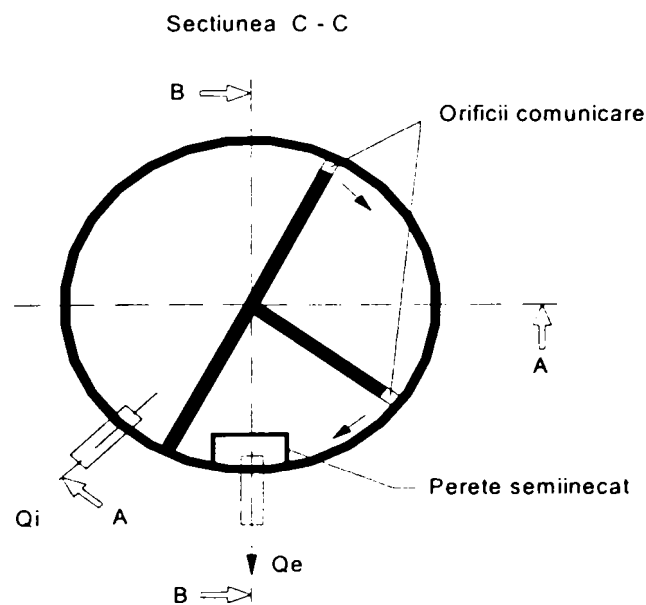


Figura .1 a „Separator mecanic cu trie compartimente și volum de fermentare anaerobă a depunerilor”

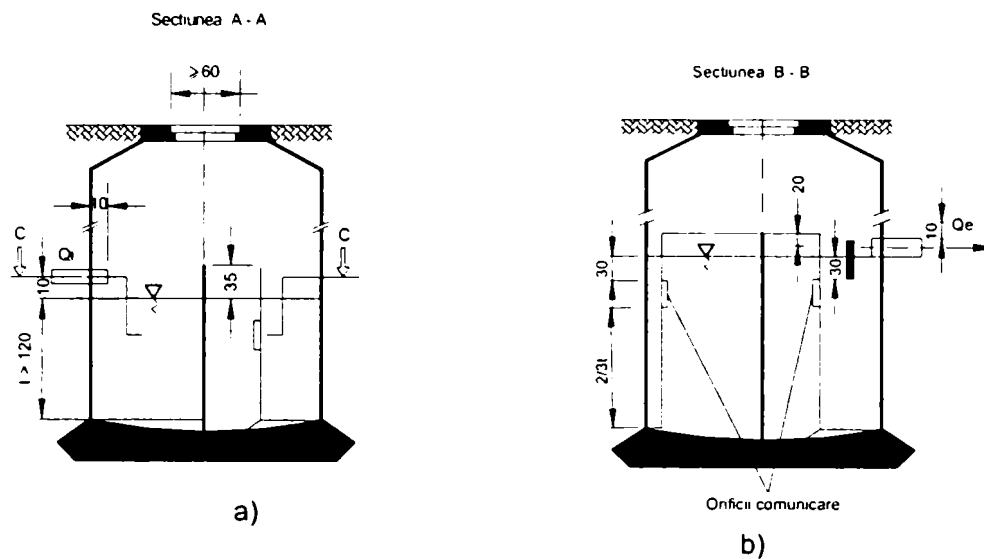


Figura 5.1 b, c „Secțiuni caracteristice”

5.1.2.4 Treapta biologică

În treapta de epurare biologică are loc reducerea încărcării organice prin intermediul microorganismelor mineralizatoare în prezența oxigenului, cât și transformarea compușilor de azot, prin nitrificare, respectiv eliminarea lor prin denitrificare.

Chiar dacă eliminarea azotului, pentru aceste capacități, nu este cerută, se va încerca totuși, prin mijloace tehnologice, o eliminare cât mai avansată a acestuia, [25], [108], [109], [115], [116], [113], [120].

5.1.2.5 Instalații de activare cu decantare primară (preepurare)

În instalația de activare are loc aerarea amestecului de apă uzată și nămol activ, figura 5.2 a, b. Cantitatea de oxigen necesară este insuflată prin intermediul unei instalații de aerare, insuflarea realizând și agitarea amestecului din bazin. Treapta de epurare primară se va dimensiona conform 5.1.2.2. De menționat faptul că, în anumite condiții, epurarea primară poate să lipsească sau să fie mult simplificată, 5.1.2.6.

Volumul util al bazinului de activare trebuie să fie de cel puțin $0.25\text{m}^3/\text{loc}$.

Cantitatea de oxigen introdusă în bazinul de activare trebuie să fie în condiții de exploatare de cel puțin $165\text{gO}_2/(\text{loc}\cdot\text{zi})$. Instalația de aerare trebuie astfel concepută încât la terminarea fazei de aerare conținutul de oxigen din bazinul de activare să nu scadă sub limita de 2.0mg/l . Pauzele de aerare se vor determina în raport de variațiile de încărcare astfel încât să nu apară condiții anaerobe.

Decantarea secundară aferentă se va dimensiona conform 5.1.2.11, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

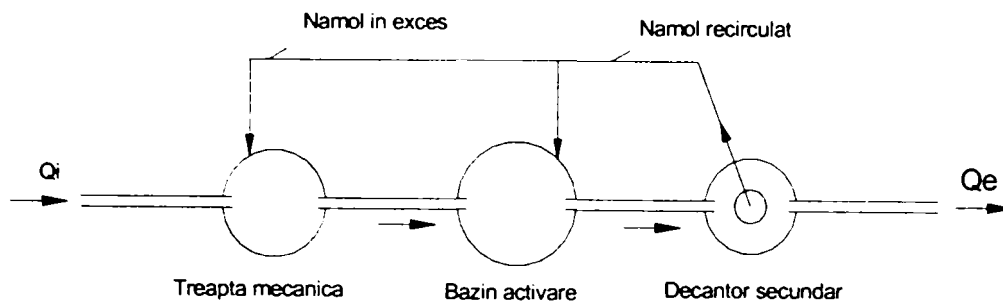


Figura 5.2 a „Schema unei instalație cu bazin de activare și treaptă mecanică”

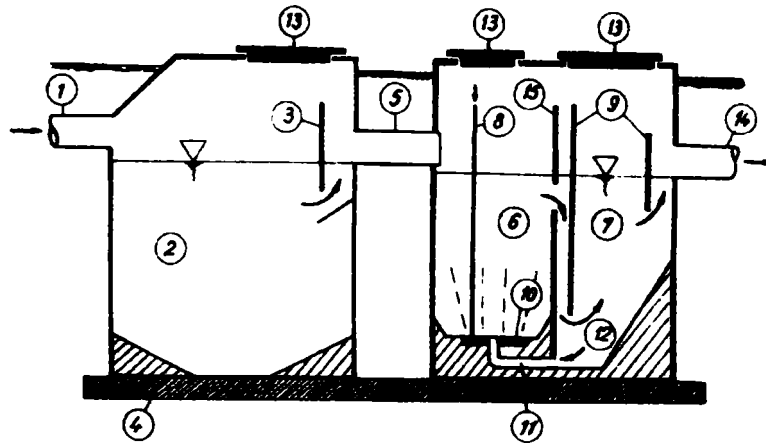


Figura 5.2 b „Instalație de activare, detalii”

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 intrare | 9 pereți semiînecați |
| 2 decantor primar | 10 placă poroasă |
| 3 perete semiînecat | 11 conductă recirculare nămol |
| 4 radier beton | 12 volum colectare nămol |
| 5 conductă de trecere, Dn 100 (110) | 13 capac |
| 6 bazin activare | 14 ieșire |
| 7 decantor secundar | 15 perete despărțitor |
| 8 conductă aer | |

5.1.2.6 Instalații de activare fără decantare primară

Pentru această situație se vor prevedea soluții de compensare a fluctuațiilor de debit, figura 5.3.

Volumul util al bazinului de activare va fi de cel puțin $0.2\text{m}^3/\text{loc}$.

Cantitatea de oxigen introdusă în bazinul de activare trebuie să fie în condiții de exploatare de cel puțin $180\text{gO}_2/(\text{loc}\cdot\text{zi})$. Instalația de aerare trebuie astfel concepută încât la terminarea fazei de aerare conținutul de oxigen din bazinul de activare să nu scadă sub limita de 2.0mg/l . Pauzele de aerare se vor determina în raport de variațiile de încărcare astfel încât să nu apară condiții anaerobe. Aceste condiții fiind practic aceleași ca și la instalațiile de activare cu decantare primară.

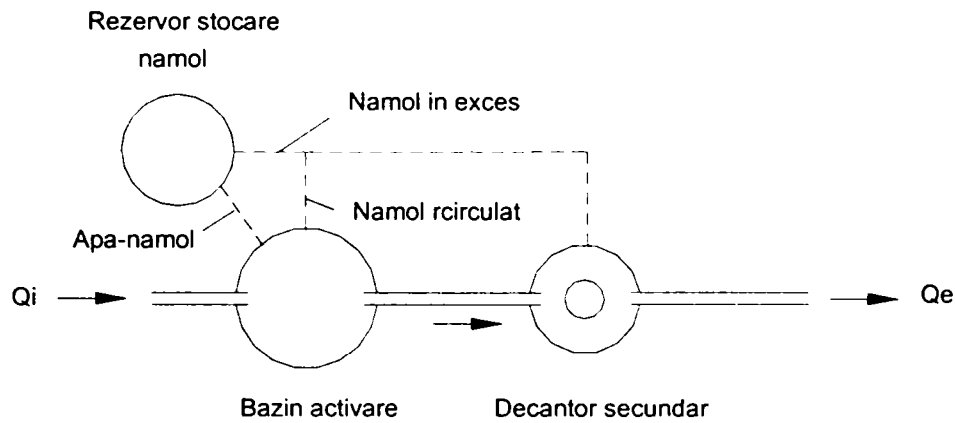


Figura 5.3 „Schema unei instalație cu bazin de activare și rezervor de stocare a nămolului”

Decantarea secundară se va dimensiona conform 5.1.2.11.

Instalațiile de activare fără decantare primară trebuie prevăzute cu un rezervor de colectare a nămolului. Pentru goliri semestriale rezervorul se va calcula cu o capacitate de minim $0.15\text{m}^3/\text{loc}$, iar pentru goliri anuale cu o capacitate de minim $0.30\text{m}^3/\text{loc}$. Capacitatea minimă a rezervorului este însă de 1.5m^3 , [25], [108], [109], [115], [116], [119], [1120].

5.1.2.7 Instalații de activare cu acumulare

La instalațiile de activare cu acumulare alternează fazele de lucru, admisia, aerare, decantarea nămolului activat și prelevarea apei epurate, (prin pompare sau scurgere liberă), o dată sau de mai multe ori pe zi, figura 5.4 a, b. Un decantor secundar pentru reținerea nămolului activ nu este deci necesar.

Sucesiunea cronologică a ciclurilor poate fi dirijată funcție de cantități sau de timp. Reglarea fazelor individuale se va ajusta până la obținerea performanțelor de epurare maxime.

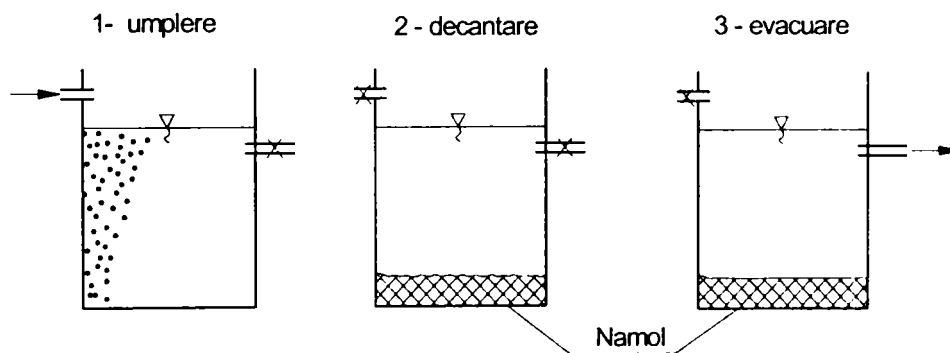


Figura 5.4 a „Schema unei instalații de activare cu acumulare”

Bazinului e activare i se poate preconecta o decantare primară.

Volumul util al bazinului de activare trebuie să aibă pentru nivelul minim al apei:

- cu decantare primară: $0.25\text{m}^3/\text{loc}$;
- fără decantare primară $0.3025\text{m}^3/\text{loc}$.

Cantitatea de oxigen introdusă în bazinul de activare trebuie să fie în condiții de exploatare:

- la instalații cu decantare primară de cel puțin $165\text{gO}_2/(\text{loc}\cdot\text{zi})$;
- la instalații fără decantare primară de cel puțin $180\text{gO}_2/(\text{loc}\cdot\text{zi})$, datorită încărcării organice mai mari.

Capacitatea orară a instalației de aerare rezultă prin împărțirea cantității zilnice de oxigen introdus și durata zilnică de funcționare. Instalația de aerare trebuie astfel concepută încât la terminarea fazei de aerare conținutul de oxigen din bazinul de activare să nu scadă sub limita de 2.0mg/l .

Durata fiecărei faze de decantare trebuie să fie de cel puțin o oră, prin aceasta asigurându-se un strat suficient de adânc de apă limpezită pentru evacuare. Pauza de aerare, prevăzută pentru decantare și evacuare, luate împreună, nu trebuie să depășească 1.5 ore. Dacă durata pauzei este mai mare de 1.5 ore volumul util al bazinului de activare se va amplifica cu un coeficient "a" conform relației:

$$a = [(t - 1.5) \cdot n + 24] / 24 \quad (5.1)$$

În care:

- t - reprezintă durata de aerare în ore;
- n - numărul zilnic de pauze de aerare.

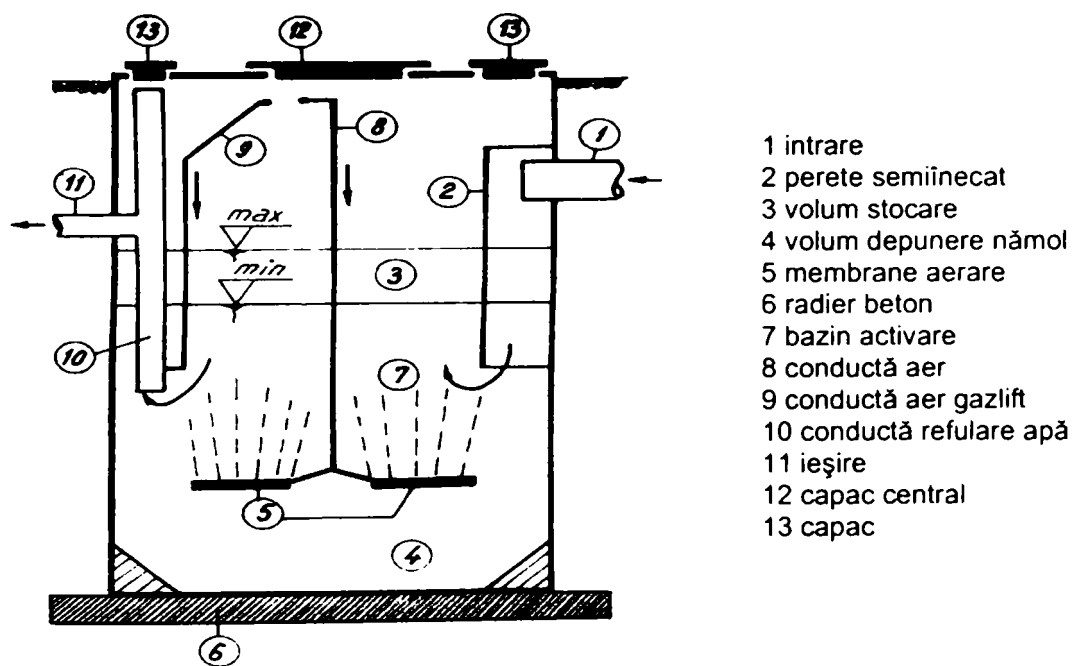


Figura 5.4 b „Instalație de activare cu acumulare, detalii”

Durata minimă determinată pentru prelevarea apei epurate trebuie să fie de cel puțin 2 ore pe zi. Durata unei faze individuale de prelevare depinde de numărul de cicluri tehnologice zilnice.

Înălțimea acumulării depinde de aportul maxim de apă uzată din faza de aerare și depunere și de aria secțiunii transversale utile a bazinului de activare.

Aria secțiunii transversale utile a bazinului de activare și debitul maxim din faza de prelevare vor fi astfel corelate încât încărcarea hidraulică superficială să nu depășească $1.0\text{m}^3/\text{h}$, (debitul efluent în m^3/h raportat la aria suprafeței bazinului de activare în m^2).

Instalațiile de activare fără decantare primară trebuiesc prevăzute cu un rezervor de colectare a nămolului. Pentru goliri semestriale rezervorul se va calcula cu o capacitate de minim $0.15\text{m}^3/\text{loc}$, iar pentru goliri anuale cu o capacitate de minim $0.30\text{m}^3/\text{loc}$. Capacitatea minimă a rezervorului este de 1.5m^3 , [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.2.8 Instalații cu filtru biologic

La instalațiile cu filtru biologic apa limpezită este picurată peste o suprafață mare de material de umplură, pe a cărei particule este fixată o peliculă biologică, figura 5.5 a, b. Alimentarea cu oxigen se face pe cale naturală sau prin aerare artificială.

Treapta de epurare primară se va dimensiona conform 5.1.2.2.

Suprafața utilă a materialului de umplură trebuie să fie de cel puțin $24\text{m}^2/\text{loc}$. Pentru evitarea colmatărilor se impune ca suprafața specifică a materialului de umplură să nu depășească $80\text{m}^2/\text{m}^3$ pentru piatră spartă și $100\text{m}^2/\text{m}^3$ pentru materiale sintetice.

Filtrele biologice se exploatează optim prin recircularea apei. Înălțimea materialului de umplură din filtru va fi de cel puțin 3m pentru un raport de recirculare $r=1$, (raportat la debitul influent orar maxim), și de cel puțin 2m pentru un raport de recirculare $r=3$.

Decantarea secundară se va dimensiona conform 5.1.2.11, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

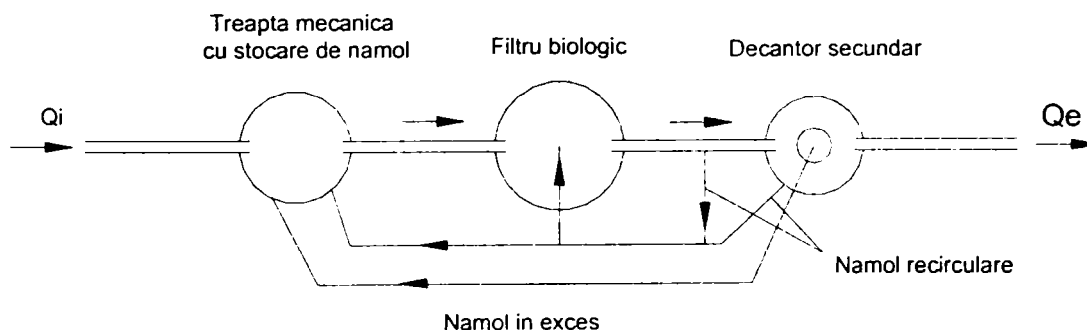


Figura 5.5 a „Schema unei instalații de epurare cu filtru biologic”

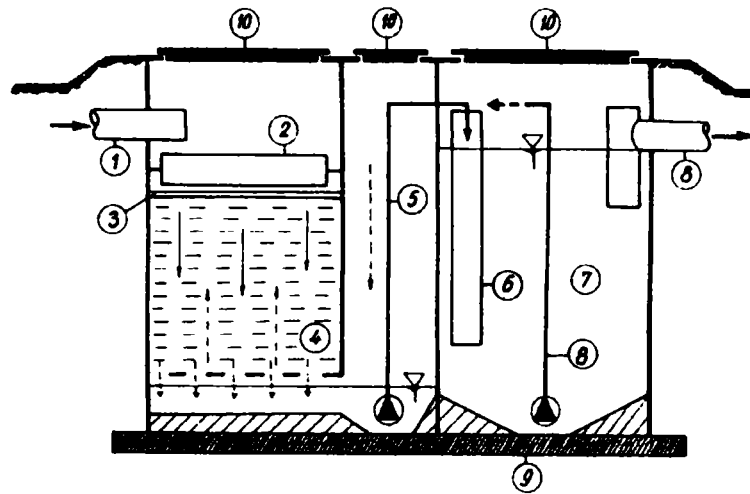


Figura 5.5 b „Instalație de epurare cu filtru biologic, detalii”

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 1 intrare | 6 tub alimentare decantor secundar |
| 2 jgheab autobasculant | 7 decantor secundar |
| 3 jgheaburi de distribuție | 8 sistem pompare nămol secundar |
| 4 filtru | 9 ieșire |
| 5 sistem de pompare | 10 capac |

5.1.2.9 Instalații de epurare cu contactor biologic rotativi, (filtru biologic rotativ)

Contactorul rotativ se vor executa în cascadă cu cel puțin două trepte, figura 5.6 a, b. Pentru acest sistem este întotdeauna necesară o epurare primară, (dimensionată conform 5.1.2.2).

Contactoarele rotative constau din cilindri executați dintr-un material poros pe a cărei suprafață este fixată membrana biologică. Acești cilindri sunt scufundați parțial în apa uzată decantată, asigurând printr-o rotire încetă atât umectarea cât și alimentarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare. Prin aceasta substanțele coloidale și dizolvate sunt transformate în biomasă, care după ce se desprinde de pe contactor este reținută în decantarea secundară dimensionată conform 5.1.2.11.

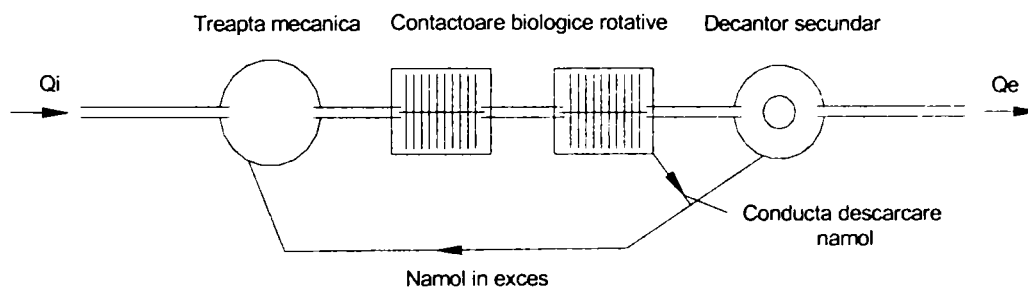


Figura 5.6 a „Schema unei instalații de epurare cu contactoare biologice rotative”

Suprafața utilă a contactorului rotativ trebuie să fie de minim $20\text{m}^2/\text{loc}$. Pentru structuri la care prin dezvoltarea biomasei suprafața utilă se micșorează,

se va prevedea o majorare de 30 până la 50%. Viteza perimetrală a contactorului trebuie să fie de minim 6m/min.

Adâncimea de scufundare a contactorului se va stabili la 40% din diametrul cilindrului.

Timpul de parcurgere al instalației e către apa uzată, cu luarea în considerare a volumului scufundat, (util), al contactorului nu trebuie să fie mai mic de 5 ore.

Pentru evitarea colmatărilor cilindrului rotativ se impune ca suprafața specifică a materialului poros să nu fie mai mare de $100\text{m}^2/\text{m}^3$, (pentru suprafețe specifice mai mari materialul devine prea fin), [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

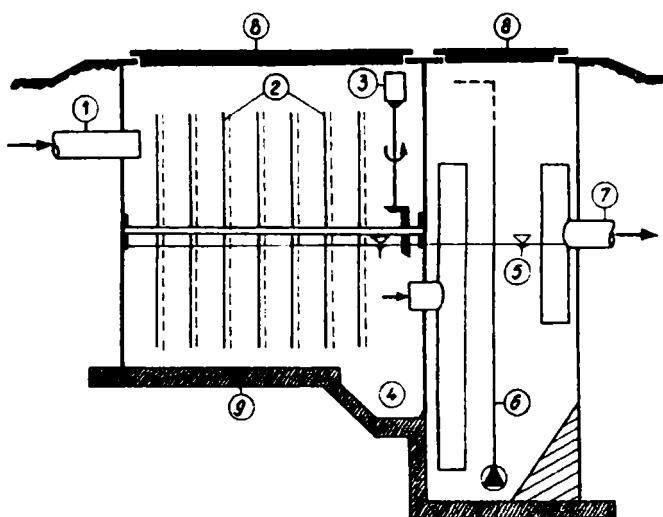


Figura 5.6 b „Instalație de epurare cu contactoare biologice rotative, detalii”

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| 1 intrare | 5 decantor secundar |
| 2 contactoare rotative | 6 sistem pompare nămol secundar |
| 3 motor angrenare | 7 ieșire |
| 4 bașă nămol | 8 capac |

5.1.2.10 Instalații cu pat aerob fix scufundat, (corp suport fix submersat)

La instalațiile cu pat aerob fix scufundat, microorganismele sunt fixate pe un suport rigid care este în permanență scufundat și alimentat la partea inferioară cu oxigen prin insuflare de bule fine, figura 5.7 a, b. Instalația se va prevedea cu o epurare primară conform 5.1.2.2 și o decantare secundară conform 5.1.2.11.

Cantitatea de oxigen introdusă în bazinul de activare trebuie să fie în condiții de exploatare de cel puțin $210\text{gO}_2/(\text{loc}\cdot\text{zi})$. Instalația de aerare trebuie astfel concepută încât la terminarea fazei de aerare conținutul de oxigen din bazinul de activare să nu scadă sub limita de 4.0mg/l .

Instalațiile de aerare trebuie astfel concepute încât să permită o aerare intermitentă. La determinarea presiunii de insuflare se va avea în vedere o aerare satisfăcătoare a patului biologic și posibilitatea de decolmatare prin mărirea intensității de aerare.

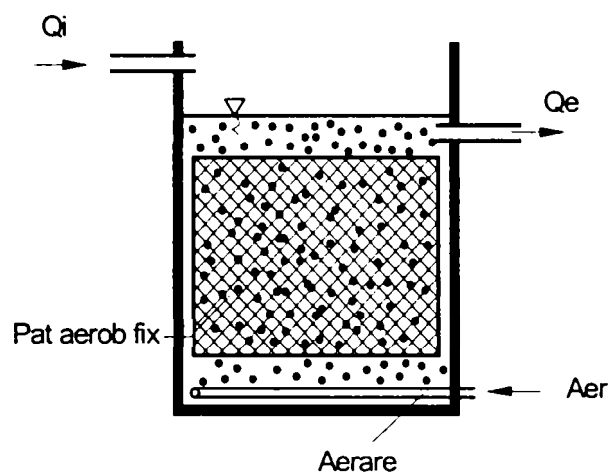


Figura 5.7 a „Schema unei instalații de epurare cu pat aerob scufundat”

Suprafața utilă a patului fix trebuie să fie de cel puțin $18\text{m}^2/\text{loc}$.

La reactoare cu alimentare continuă, (fără instalație separată de alimentare), unde se urmărește nitrificarea, se va utiliza un material suport cu o suprafață utilă de cel mult $100\text{m}^2/\text{m}^3$, iar pentru treapta separată de nitrificare un material cu o suprafață utilă e cel mult $150\text{m}^2/\text{m}^3$.

Pentru reactoarele prevăzute cu alimentare discontinuă, (prin intermediul unei instalații separate de alimentare, de exemplu un agitator), sunt admise materiale suport cu o suprafață specifică mai mare decât cele amintite anterior.

Materialul suport trebuie să aibă o permeabilitate satisfăcătoare atât în plan vertical cât și în plan orizontal, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

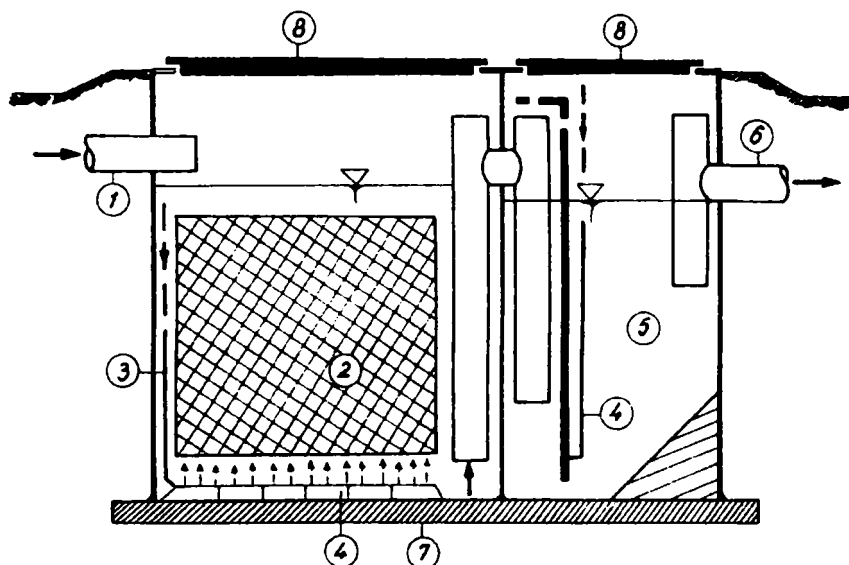


Figura 5.7 b „Instalație de epurare cu pat aerob scufundat, detalii”

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 intrare | 5 decantor secundar |
| 3 conductă aer | 6 ieșire |
| 2 pat aerob fix | 7 radier beton |
| 4 plăcuțe de aerare | 8 capac |

5.1.2.11 Decantarea secundară

Volumul util al decantorului secundar trebuie să fie, în cazul instalațiilor cu bazin de activare, de cel puțin $0.07\text{m}^3/\text{loc}$, iar pentru alte tipuri de instalații de cel puțin $0.05\text{m}^3/\text{loc}$. Suprafața utilă a decantorului secundar se va prevedea, în cazul instalațiilor cu bazin de activare, de cel puțin $0.06\text{m}^2/\text{loc}$, iar pentru alte tipuri de instalații de cel puțin $0.04\text{m}^2/\text{loc}$.

Pentru exploatarea cu recirculare se va urmări ca timpul de trecere al apei prin decantor să nu scadă sub 3.5 ore și încărcarea superficială să nu depășească $0.4\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ pentru cazul încărcării orare maxime.

Pentru instalațiile cu filtru biologic, contactor rotativ și la instalațiile cu pat aerob fix scufundat, se poate prevedea în locul decantorului secundar alte instalații speciale de reținere, (de exemplu filtre tobă, separatoare cu lamele).

Funcție de situație se pot îmbunătăți performanțele epurării secundare, prin prevederea unei trepte suplimentare de epurare, (de exemplu filtru de nisip, filtru înierbat sau iaz), [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3 Cerințe legate de execuție

5.1.3.1 Căile de acces și punctele de prelevare a probelor

Instalațiile trebuie protejate astfel încât să nu fie posibil accesul persoanelor neavizate, (pericol de accident și protecție împotriva vandalizării).

Ele vor fi astfel dispuse încât să ofere o posibilitate ușoară de supraveghere, întreținere și executare de reparații, oglinda apei trebuie să fie direct accesibilă controlului vizual. Se vor asigura drumuri de acces care vor fi adaptate gabariturii mașinilor care asigură vidanajarea și a automacaralelor pentru intervenții.

Vor fi prevăzute ștuțuri astfel încât să se poată preleva cu ușurință probe din influentul treptei biologice și din efluentul stației. Debitul efluent va fi condus într-un cămin, unde va fi descărcat prin intermediul unui jgheab de la o înălțime de cel puțin 20cm față de radierul căminului, (lucru necesar pentru un bun control vizual și asigurarea posibilității de prelevare a probelor), [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.2 Materiale utilizate și siguranța în exploatare

Instalațiile trebuie să fie durabile, impermeabile și protejate împotriva coroziunii. Ele trebuie să reziste solicitărilor statice și, după caz, să fie asigurate împotriva forței ascensionale arhimedice.

Pentru construcție se vor utiliza materiale rezistente fizic și chimic care permit realizarea de instalații impermeabile.

Toate suprafețele interioare și piesele înglobate aflate deasupra oglinzii apei sau în zona de nivel fluctuant trebuie să fie etanșe împotriva gazelor și rezistente la acțiunea compușilor sulfurici.

Câteva materiale uzuale utilizate în construcția instalațiilor de epurare de capacitate mică sunt betonul, oțelul galvanizat sau inoxidabil, (eventual oțelul

simplu protejat prin vopsire), materiale plastice armate cu fibră de sticlă, cauciucul și chiar lemnul, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.3 Instalațiile de alimentare și evacuare

Diametrele nominale minime sunt:

DN 100 (110) pentru debite de până la $4\text{m}^3/\text{zi}$;

DN 150 pentru debite mai mari de $4\text{m}^3/\text{zi}$.

Din punct de vedere hidraulic se vor evita remuurile sau suprasarcinile.

O atenție deosebită se va acorda fixării și etanșării instalațiilor de corpul construcției, (racorduri mobile), [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.4 Acoperirea

Acoperirea este necesară în primul rând pentru protecție instalațiilor dar și pentru evitarea emanațiilor de miros sau aburi, pentru asigurarea unui regim termic cât mai stabil, evitarea atragerii și înmulțirii muștelor, etc.

Acoperirile trebuie să fie durabile, portante și sigure în exploatare. Pentru varianta de execuție pătrată capacul va fi asigurat cu o balama pentru a se evita căderea sa în interiorul căminului.

Golurile pentru întreținerea și supraveghere trebuie acoperite cu capace, care însă, să poată fi ușor demontate manual de către personalul de întreținere. Aceste goluri trebuie să fie întotdeauna accesibile.

De regulă, la construcțiile subterane, capacul general este de tip placă, executat din beton pentru varianta carosabilă sau din materiale compozite, ușoare, pentru varianta necarosabilă. Capacele golurilor pentru întreținere se vor executa din fontă, tablă sau materiale compozite în funcție de gradul lor de solicitare mecanică, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.5 Aerisirea

Instalația de epurare cât și anexele, (de exemplu stațiile de pompare), trebuie să aibă posibilitatea de ventilare și aerisire. Capacele golurilor vor fi prevăzute de asemenea cu goluri de aerisire, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.6 Instalațiile electrice

Vor fi prevăzute în mod obligatoriu indicatoare optice de funcționare și avarie cât și un contor de ore de funcționare, (minim patru poziții), pentru fiecare agregat electric. Instalațiile electrice vor corespunde, ca și grad de protecție, normativelor în vigoare, [25], [108], [109], [115], [116].

5.1.3.7 Dotările mecanice

Utilajele mecanice, (de exemplu ventilatoare, pompe, transmisiile contactoarelor rotative), trebuie să fie executate anticoroziv și pentru o durată lungă de funcționare. Se vor prevedea contoare de ore de funcționare și

semnalizatoare optice și acustice de avarie. O atenție deosebită se va acorda agregatelor a căror ungere se face prin baie de ulei. În nici un caz o eventuală avarie nu are voie să ducă la scurgeri de ulei în compartimentele treptei biologice, [25], [108], [103], [115], [116].

5.1.3.8 Treapta mecanică, (instalația de fermentare)

Debitul influent treptei mecanice va fi descărcat în aceasta printr-o conductă ce pătrunde cca. 10cm în interiorul cuvei și este situată la 10cm deasupra nivelului maxim al apei din cuvă.

Printr-o dispunere adecvată a intrărilor și ieșirilor din fiecare compartiment se va avea în vedere evitarea curenților de scurtcircuit. Ieșirea din treapta mecanică și legătura dintre compartimente trebuie concepute în așa fel încât să nu se realizeze transfer nedorit de nămol, (nămol decantat sau plutitor). Peretii semiînecați, jgheburile de scurgere și conductele "T" vor trece cu cel puțin 20cm de deschiderile pentru scurgere și vor fi scufundate cel puțin 30cm sub oglinda apei.

Peretii intermediari vor fi astfel realizați încât să fie posibilă golirea individuală a compartimentelor, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.9 Treapta biologică, instalația de activare

Bazinul de activare trebuie astfel alcătuit încât să se asigure o bună amestecare a apei uzate și a nămolului de recirculare, evitându-se zonele hidraulice moarte care pot favoriza depuneri. Pentru o eventuală producere a spumei se va prevedea o înălțime de siguranță de 20cm deasupra nivelului maxim al apei în regim de exploatare.

Se poate prevedea și o instalație, comandată în timp, pentru prelevarea de nămol în exces din bazinul de activare. Acest nămol va fi dirijat spre rezervorul de nămol sau spre instalația de fermentare.

Toate dotările trebuie astfel alese și dispuse încât să nu se înfunde și să nu se producă "fuior". Sistemele de închidere și instalația de aerare trebuie să fie ușor interschimbabile. Treckerile dintre compartimente trebuie să aibă un diametru minim de 150mm sau o arie a suprafeței de minim 175cm².

Pentru instalațiile de activare fără decantare primară se va prevedea un dispozitiv de reținere a materialului grosier, de exemplu o sită de tip coș executată din material plastic sau oțel inoxidabil.

La instalațiile de activare cu acumulare se va evita ca în fazele de depunere și golire să se realizeze o nedorită amestecare a apei uzate influente cu cea epurată. Acest lucru se poate realiza prin proiectarea a două circuite, prin preconnectarea unui bazin tampon sau prin metode constructive, (de exemplu pereți semiînecați). Instalația de prelevare a apei epurate trebuie astfel concepută încât să nu se absoarbă substanță solidă, peste limitele admise, în timpul golirii, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.10 Treapta biologică, instalația cu filtre biologice

Ca material filtrant de umplură se vor folosi materiale rezistente la acțiunea apei de canalizare și la îngheț, cum ar fi zgura de furnal, lava sau materiale sintetice.

Apa uzată va trebui repartizată cât mai uniform pe suprafața filtrului. Pentru aceasta se pot utiliza distribuitoare rotative, jgheaburi de distribuire, distribuitoare basculante sau picurătoare discoidale. Este necesar ca alimentarea filtrului să se facă intermitent. Prin aceasta se asigură o bună aerare și se previne fenomenul de colmatare.

Aerarea trebuie să fie uniformă pe verticala materialului de umplură, aceasta se poate realiza prin măsuri constructive sau mecanice, (în special în cazul filtrelor adâncite sau acoperite).

Radierul filtrului trebuie să asigure o scurgere nestingerită a apei filtrate. Jgheaburile de scurgere trebuie să fie ușor de curățat și se prevăd cu o pantă de minim 2%. Peste jgheaburi se vor monta rosturi care să permită accesul aerului și al apei uzate.

Se vor lua măsuri pentru evitarea perturbărilor de funcționare pe timp friguros, (de exemplu acoperirea și termoizolarea filtrelor). În această situație nu trebuie deranjată aerarea filtrului și nu trebuie stingherit accesul pentru lucrările de întreținere. Uscarea materialului filtrant se poate evita prin stabilirea optimă a perioadelor de alimentare, (intermitentă), respectiv prin repomparea în filtru a unei fracțiuni din debitul filtrat, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.11 Treapta biologică, instalații cu contactor biologic rotativ, (filtre biologice cu discuri)

Contactorul rotativi cât și bazinele aferente vor fi astfel concepute încât să nu apară zone de depunere sau curenți de scurtcircuit. În punctul cel mai de jos al bazinului se va prevedea instalația de evacuare a nămolului.

Printr-o alegere corectă a materialului poros din care este alcătuit cilindrul suport al biofilmului se va asigura o aerare până la nivel de ax rotor, în fiecare moment al funcționării. Verificarea la înfundare a cilindrului trebuie să se poată face fără oprirea funcționării instalației.

Instalațiile cu contactor rotativ trebuie protejate împotriva intemperiilor, aerate corespunzător și dacă este cazul încălzite.

La dimensionarea axului rotor se va avea în vedere și masa biologică care se fixează în volumul cilindrului. Se recomandă ca distanța dintre două lagăre ale arborelui să nu depășească 3m. Lagărele vor fi amplasate deasupra oglinzii apei și vor fi întreținute prin gresare.

Prin recircularea apei epurate se pot mări atât siguranța în exploatare a instalației cât și performanțele de epurare, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.12 Treapta biologică, instalații cu pat aerob fix cufundat, (corp submersat)

Pentru realizarea patului se vor folosi materiale rezistente la acțiunea apei de canalizare și la îngheț. Instalația se va concepe astfel încât curgerea liberă în bazin să fie cât mai puțin stingherită, asigurându-se un contact optim între biomasă, apa uzată și oxigenul din aerul insuflat. Patul aerob trebuie să permită evacuarea biomasei excedentare. Nivelul apei din bazin trebuie să acopere patul cu cel puțin 5cm, iar înălțimea de siguranță va avea cel puțin 20cm.

Pentru lucrările de întreținere patul trebuie să fie detașabil. Și acest tip de instalație poate fi prevăzut cu un sistem de acoperire și aerisire, [23], [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.3.13 Decantarea secundară

Decantoarele secundare se vor proiecta astfel încât nămolul decantat, în stare îngroșată, să poată fi prelevat din punctul cel mai de jos al decantorului. Pâlnia de colectare trebuie să fie netedă și înclinată sub un unghi de cel puțin 60°. Alimentarea și evacuarea se vor concepe astfel încât să nu perturbe procesul de decantare.

Evacuarea va fi protejată împotriva nămolului plutitor printr-un perete semiscufundat sau o conductă "T". Se va prevedea o posibilitate de colectare respectiv distrugere a nămolului plutitor.

La instalațiile cu bazin de activare nămolul plutitor din decantorul secundar se poate distruge prin insuflare periodică de aer pe timp de noapte.

Instalațiile cu bazin de activare implică o recirculare, în cantitate suficientă, a nămolului din decantorul secundar. Instalația de recirculare trebuie să aibă posibilitate de spălare.

La filtrele biologice, contactoare rotative și instalații cu pat fix, nămolul colectat în decantorul secundar trebuie evacuat în treapta mecanică sau în bazinul destocare cel puțin o dată pe zi. Aceasta se prevede cel mai bine pentru orele de noapte, (de exemplu printr-o pompă acționată de un contactor cu temporizare), [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.4 Exploatarea și întreținerea

5.1.4.1 Generalități

Fiecare instalație își îndeplinește numai atunci scopul dacă este corect exploatată și întreținută. Pentru fiecare instalație, executantul respectiv proiectantul vor elabora instrucțiunile de exploatare, instrucțiuni care trebuie urmate pentru o funcționare corectă. Exploatarea și întreținerea vor decurge astfel încât să nu fie depreciată sau pusă în pericol calitatea mediului înconjurător și nici să nu fie afectată sănătatea personalului. În acest context se vor avea în vedere și aspectele igienice și cele legate de protecția muncii, în special la prelevarea, transportul și îndepărtarea nămolului decantat și a celui plutitor.

Se vor avea în vedere, în special, instalațiile mecanice și electric, eventualele posibilități de înfundare, afectarea etanșărilor și distrugerii ale materialelor, (prin coroziune, defecte de execuție). Avariile vor remediate în timp util.

Trebuie ținut cont de formarea gazelor periculoase în cadrul instalațiilor. Personalul care pătrunde în instalație va respecta normele specifice de protecția muncii.

Toate intervențiile efectuate vor fi consemnate în registrul de exploatare, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.4.2 Controlul exploatării

Controlul exploatării cât și lucrările conexe vor fi efectuate numai de personal avizat, personal care este familiarizat cu instrucțiunile de exploatare. Aparatura necesară exploatării trebuie să fie în dotarea stației și accesibilă, [25], [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.4.3 Întreținerea

Întreținerea presupune totalitatea operațiilor care asigură funcționarea durabilă și mențin realizarea performanțelor de epurare necesare. Întreținerea poate fi efectuată numai de personal calificat și specializat.

Dacă nu se dispune de un personal propriu pentru lucrările de întreținere se va încheia un contract pentru aceste lucrări. Operatorul, care la aceste tipuri de instalații poate fi chiar beneficiarul, va fi informat în scris despre lucrările de întreținere efectuate și despre rezultatul acestora, [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.4.4 Registrul de exploatare

Pentru fiecare instalație se va ține un registru de exploatare în care vor fi trecute, în mod curent, toate lucrările efectuate cât și evenimentele deosebite, (reparații, perturbări în funcționare, lucrări de întreținere și inspecții de verificare). Rapoartele de întreținere vor fi de asemenea introduse în registru.

Registrul de exploatare va sta la dispoziția controlului extern, (a se vedea paragraf 5.1.6), cât și a autorităților din domeniu, (anexa 3).

În registru va fi menționată și cantitatea de nămol ridicată și data la care aceasta a avut loc. Această înregistrare va fi confirmată de firma prestatoare îndepărtează nămolul, [108], [109], [115], [116].

5.1.4.5 Controlul exploatării și întreținerea treptei mecanice, (instalația de fermentare)

Controlul exploatării treptei mecanice presupune un control săptămânal care constă în, [108], [109], [115], [116], [119], [120]:

- îndepărtarea plutitorii de la intrare, (admisia), de la secțiunile de trecere dintre camere și de la ieșire, (evacuare).

Lucrările de întreținere se vor efectua de cel puțin patru ori pe an, (la intervale de trei luni). Se vor avea în vedere următoarele:

- înlăturarea nămolului plutitor;
- verificarea grosimii stratului de nămol decantat;
- dacă este cazul prelevarea nămolului, cel mai târziu atunci când grosimea stratului de nămol depășește o treime din nivelul apei.

5.1.4.6 Controlul exploatării și întreținerea treptei biologice, instalația de activare

Controlul exploatării se va efectua, [108], [109], [115], [116], [119], [120]

Zilnic:

- se verifică dacă instalația este în funcție.

Săptămânal:

- citirea înregistrării contoarelor de ore de funcționare a utilajelor mecanice, a celorlalte indicatoare și înregistrarea lor în registrul de exploatare;
- verificarea aerării în bazinul de activare.

Lunar:

- stabilirea cantității de nămol în bazinul de activare;
- la stațiile fără decantor primar se va verifica sistemul de reținere a materialului grosier și, după caz, se vor lua măsuri de înlăturare a acestuia.

Lucrările de întreținere se vor efectua de cel puțin patru ori pe an, (la intervale de trei luni). Se vor verifica și întreține utilajele mecanice. Printre altele se vor avea în vedere:

- verificarea alimentării cu oxigen;
- determinarea cantității de nămol în bazinul de activare;
- stabilirea grosimii stratului de nămol din cadrul rezervorului de nămol, (atunci când acesta este prevăzut), iar după caz înlăturarea acestuia.

5.1.4.7 Controlul exploatării și întreținerea treptei biologice, instalații cu filtru biologic

Controlul exploatării, [108], [109], [115], [116], [119], [120]:

Zilnic:

- se verifică dacă instalația este în funcție.

Săptămânal:

- înregistrarea în registrul de exploatare a orelor de funcționare a utilajelor mecanice, (dacă acestea există);
- verificarea funcționării sistemului de alimentare și distribuție;
- verificarea aerării și a aerisirii;
- verificarea suprafeței filtrului biologic în vederea evitării bălțirii apei.

Lucrările de întreținere se vor efectua de cel puțin patru ori pe an, (la intervale de trei luni). Se vor verifica și întreține organele de mașini, o atenție deosebită acordându-se capacității de funcționare a pompei care alimentează filtrul cât și a sistemului de distribuție rotativ a apei.

Radierul filtrului trebuie să fie astfel curățat încât să permită scurgerea nestingerită a apei și pătrunderea aerului. Dacă prin bălțirea apei la suprafața

filtrului se indică colmatări ale materialului filtrant, se va proceda la clătirea materialului sau extragerea și spălarea acestuia. Materialul filtrant nerecuperabil se va îndepărta.

5.1.4.8 Controlul exploatării și întreținerea treptei biologice, instalații cu contactor biologic rotativ

Controlul exploatării, [108], [109], [115], [116], [119], [1120]:

Zilnic:

- se verifică dacă instalația este în funcție.

Controlul săptămânal:

- înregistrarea în registrul de exploatare a orelor de funcționare a utilajelor mecanice;

- controlul vizual a suprafeței suport în vederea evitării înfundărilor.

Lucrările de întreținere se vor efectua de cel puțin patru ori pe an, (la intervale de trei luni). Se vor verifica și întreține organele de mașini. În cadrul lucrărilor de întreținere nu se va îndepărta niciodată complet biofilmul format pe discurile cufundate.

5.1.4.9 Controlul exploatării și întreținerea treptei biologice, instalații cu pat aerob fix cufundat

Controlul exploatării, [108], [109], [115], [116], [119], [120]:

Zilnic:

- se verifică dacă instalația este în funcție.

Controlul săptămânal:

- înregistrarea în registrul de exploatare a orelor de funcționare a utilajelor mecanice;

- verificarea vizuală a patului aerob în vederea evitării înfundărilor, (înfundările se pot recunoaște, pe parcursul aerării, după spectrul bulelor de aer). Pentru înlăturarea înfundărilor se va mări intensitatea de aerare în cadrul reactorului afectat. Pelicula biologică nu trebuie îndepărtată mecanic.

Lucrările de întreținere se vor efectua de cel puțin patru ori pe an, (la intervale de trei luni). Se vor verifica și întreține organele de mașini.

5.1.4.10 Controlul exploatării și întreținerea decantorului secundar

Controlul săptămânal:

- verificarea recirculării nămolului respectiv a apei;

- controlul apariției nămolului plutitor, eventual îndepărtarea acestuia;

- controlul grosimii stratului de nămol, după caz prelevarea și îndepărtarea acestuia;

- controlul vizual al evacuării.

Lucrările de întreținere se vor efectua de cel puțin patru ori pe an, (la intervale de trei luni). Se vor verifica și întreține organele de mașini, [108], [109], [115], [116], [119], [120].

5.1.5 Eficiența epurării

La instalațiile prezentate în prezentul normativ, pentru o întreținere corectă, pot fi respectate următoarele valori limită, [105], [106], [112], [113]:

| | |
|--------------------------------------|----------|
| - substanțe decantabile | 0.3mg/l; |
| - CBO ₅ | 25mg/l; |
| - CCO | 90mg/l; |
| - TOC | 30mg/l; |
| - NH ₄ -N (pentru T>12°C) | 10mg/l. |

5.1.6 Verificarea eficienței de epurare

Lunar, cel care exploatează instalația de epurare, (operatorul), va verifica, prin control intern:

- turbiditatea și culoarea efluentului cât și prezența nămolului în acesta, (prin probe instantanee);
- conținutul de NH₄-N în efluent.

Dacă efluentul prezintă o încărcare nefirească sau se constată un conținut ridicat de NH₄-N, (numai pentru temperaturi ale apei mai mari de 12°C), se va determina cauza și se va trece la înlăturarea acesteia, (de exemplu prin prelevarea nămolului acumulat, curățirea peliculei biologice). În caz de nevoie se va lua legătura cu contractantul specializat pentru lucrările de întreținere. Rezultatele controlului cât și măsurile de intervenție vor fi înregistrate în registrul de exploatare.

Operatorul va angaja prin contract un controlor extern acreditat, care va efectua verificarea periodică a instalației, (de exemplu un expert, un serviciu tehnic, o asociație profesională din domeniul epurării apelor uzate). Această verificare poate fi efectuată și de firma care asigură întreținerea, în cazul în care aceasta este acreditată.

Efluentul instalației va fi verificat cel puțin odată pe an pentru stabilirea încărcării în NH₄-N, și a unuia din parametri sumă CBO₅ sau CCO sau TOC, care se determină pentru o probă instantanee, omogenă, nedecantată.

Proba pentru verificarea performanțelor de epurare este o probă instantanee, prelevată din căminul de control de pe efluent, iar dacă acesta nu există direct din curgerea liberă a efluentului. Prelevarea se va face la un moment când încărcarea este cel puțin medie și la o temperatură a apei mai mare de 12°C, (dacă această temperatură se realizează în decursul anului).

Controlorul va verifica starea de funcționare a instalației, va citi contorul de ore de funcționare și va verifica prin intermediul registrului de control dacă instalația a funcționat corespunzător.

În urma controlului se va efectua un raport, raport care va fi înaintat operatorului respectiv autorității din domeniul apelor.

În cazul depășirii valorilor limită se va determina și remedia cauza care a condus la scăderea eficienței de epurare. Controlorul extern va relua verificările, la intervale de șase săptămâni, până când instalația va funcționa în parametrii proiectați, [108], [109], [115], [116].

5.2 Stații de epurare cu plante, filtre de pământ cu vegetație

5.2.1 Domeniul de aplicare

Stațiile de epurare cu plante, inclusiv lucrările accesorii, (de exemplu preepurarea, pomparea), servesc la epurarea apelor uzate menajere sau ape care se tratează idem cu acestea, (a se vedea tabelele 5.1, 5.2, 5.3), și care provin de la capacități de până la 500 locuitori echivalenți.

Stațiile de epurare cu plante pot fi utilizate și ca trepte de epurare terțiare, de finisare, atunci când se urmărește un efluent cu calități deosebite.

O tratare specială se impune pentru situația în care instalația se amplasează la o cotă ridicată, unde condițiile climaterice pot perturba procesul de funcționare, [25], [116].

5.2.2 Dimensionare și execuție

5.2.2.1 Generalități

Valorile de dimensionare care sunt prezentate în continuare derivă dintr-o îndelungată practică, și asigură, în cazul unei exploatare și întrețineri corecte, performanțele de epurare prezentate în capitolul 5.2.6.

Cantitatea de apă uzată influentă se va determina conform 5.1.1. Și pentru acest tip de instalații nu este admis amestecul de ape uzate menajere cu ape pluviale, (sau alte ape care conduc la realizarea unei diluții nedorite, cum ar fi apa provenită de la golirea piscinei).

Pentru filtrele de pământ înierbate se impune o treaptă de tratare mecanică pentru a reține substanțele solide. Această treaptă mecanică este obligatorie, prin ea se asigură menținerea permeabilității hidraulice a solului, [25], [116].

5.2.2.2 Tratarea preliminară a apei uzate, (degrosiere)

Îndepărtarea materialului grosier din influent se realizează prin gătare, site sau alte instalații asemănătoare. Prin aceasta din influent poate fi diminuată. De regulă, nu se va ține însă cont de aceasta la dimensionarea treptei biologice.

În mod obișnuit se folosesc grătare cu bare drepte, grătare curbe, grătare tambur, site tambur și site tip coș. Se recomandă o deschidere a barelor, respectiv o mărime a ochiurilor între 10mm și 20mm.

Pentru instalațiile care deserveșc până la 250 locuitori echivalenți se pretează sistemele manuale, de exemplu sitele tip coș cu curățire manuală. Pentru instalațiile care deserveșc mai mult de 250 locuitori echivalenți se recomandă grătare sau site cu curățire automată, [25], [116].

5.2.2.3 Epurare primară cu bazin integrat de acumulare a nămolului, (bazin de fermentare)

Aceste instalații se recomandă pentru stații de epurare care deserveșc până la 250 locuitori echivalenți.

În bazinul de fermentare trebuie reținute substanțele decantabile și plutitorii. Încărcările organice vor fi parțial descompuse anaerob. De regulă nu se obține o stabilizare a nămolului, efluentul din bazin nefiind stabil biologic. La aceste instalații nu este necesară o delimitare constructivă dintre volumul prevăzut pentru decantare și cel de acumulare al nămolului.

Volumul util va fi de cel puțin $0.15\text{m}^3/\text{loc.eciv.}$ dar nu mai mic de 2m^3 , iar suprafața se va prevedea de cel puțin $0.06\text{m}^2/\text{loc.echivalent}$, [25], [116].

5.2.2.4 Epurare primară cu tratare separată a nămolului, (instalație de decantare cu etaj)

La instalațiile de decantare cu etaj, (două etaje), volumul de colectare al nămolului se află sub cel de decantare. În acest volum se acumulează substanțele decantabile fără a perturba procesul de decantare.

Volumul de fermentare al nămolului se consideră de la baza bazinului până la 20cm sub fanta decantorului.

Adâncimea volumului de fermentare, pentru bazinele circulare, trebuie să fie cel puțin egal cu raza bazinului.

Pentru alte forme de secțiuni orizontale adâncimea minimă se va determina cu relația $0.6 \cdot \sqrt{A}$, unde A reprezintă aria secțiunii transversale în m^2 .

Pentru substanțele care se ridică la suprafață, din volumul de fermentare, se va prevedea în vecinătatea decantorului rezervoare pentru nămol plutitor.

Volumul util al decantorului cât și cel al rezervorului pentru nămol plutitor se vor prevedea de cel puțin 0.03m^3 pentru fiecare locuitor echivalent deservit. Volumul de fermentare se va dimensiona de cel puțin $0.07\text{m}^3/\text{loc.echiv.}$, (iar dacă în el se introduce și nămolul biologic în exces el se va dimensiona pentru minim $0.15\text{m}^3/\text{loc.echivalent}$), [116].

5.2.2.5 Alte procedee de epurare primară

Ca alte procedee, se pot menționa filtrele, instalațiile cu saci filtranți, sau rezervoarele de acumulare și fermentare, în măsura în care satisfac cele menționate la 5.2.6, [25], [116].

5.2.3 Filtre de pământ cu vegetație

5.2.3.1 Generalități

Prin filtre de pământ cu vegetație, conform acestui normativ, se înțeleg niște corpuri de pământ, acoperite cu o vegetație formată din plante de mlaștină, (helophyte), care sunt alimentate cu apă uzată. Această apă uzată a

fost în prealabil epurată mecanic sau mecanic și biologic, (inclusiv nitrificare). În principiu, curgerea prin filtrele poate fi verticală sau orizontală.

Conform experienței acumulate, filtrele parcurse orizontal, realizează reducere satisfăcătoare a compușilor de carbon, (CBO₅, CCO, TOC). O nitrificare suficientă se poate obține însă numai cu o alimentare intermitentă a unui volum filtrant parcurs vertical.

Pentru satisfacerea cerințelor prevăzute în capitolul 5.2.6, de regula, este necesar un filtru vertical sau o combinație între filtrul orizontal și cel vertical. Pentru apele uzate cu un conținut scăzut de azot, (de exemplu apa gri), respectiv pentru situațiile unde nu se impune o nitrificare se poate prevedea numai un filtru parcurs orizontal.

Reducerea încărcărilor din apa uzată are loc prin activitatea microorganismelor conținute în pământ, mai exact în rizosferă. Reducerea se realizează prin filtrare, adsorbție, (în special a fosforului și a metalelor grele), și schimb ionic. Pentru ca toate aceste mecanisme de purificare să funcționeze bine este necesar să se asigure o permeabilitate corespunzătoare a filtrului.

Plantele contribuie la eficiența sistemului prin menținerea permeabilității pentru apă, respectiv aer, asigură parțial necesarul de oxigen în sol, realizează o izolare termică și realizează niște zone de acumulare a microorganismelor în vecinătatea rădăcinilor. Aportul direct al plantelor, prin reținerea încărcărilor din apa uzată în masa lor este minim și nu se va lua în calcul, [116].

5.2.3.2 Filtre parcurse orizontal

La instalațiile de filtrare cu parcurgere orizontală oxigenul pătrunde în principal prin difuzie de la suprafața filtrului în volumul acestuia. Suplimentar, o mică cantitate de oxigen este introdusă de plante și de rădăcinile acestora, în vecinătatea rădăcinilor, (zona rizomilor).

Ca material filtrant pentru filtrele orizontale se va alege un material granular format din nisip și sorturi de pietriș cu granulozitate apropiată. Pentru un filtru realizat conform 5.4.1 suprafața orizontală pentru reducerea carbonului va fi de minim 5m²/loc.echiv.. Dacă filtrul funcționează ca treaptă de epurare terțiară, de obicei este necesară o suprafață de 2m²/loc.echiv..

Stabilirea secțiunii transversale necesare debitului influent, respectiv lungimea frontului influent se face printr-un calcul hidraulic, care are la bază permeabilitatea prevăzută pentru corpul de pământ și care decurge după următoarea relație, [113]:

$$A_{\text{eff}} = \frac{Q_{\text{max}}}{k_f \cdot I} \quad (5.2)$$

în care:

- A_{eff} - suprafața secțiunii transversale, în m²;
- Q_{max} - debitul influent maxim, în m³/s, (de regulă debitul maxim orar = 1/10 din cantitatea zilnică de apă evacuată;
- k_f - viteza de filtrare a apei în corpul de pământ saturat, în m/s;
- I - panta hidraulică, în m/m, (I = Δh/l);
- Δh - diferența dintre oglinda apei de la intrare și de la ieșire;
- l - lungimea utilă a corpului de pământ, în m.

5.2.3.3 Filtre parcurse vertical

Sistemul de distribuție trebuie astfel conceput încât apa uzată, epurată mecanic, să fie uniform distribuită pe suprafața filtrului. Se justifică pentru aceasta o instalație de distribuție sub presiune, (min. DN 40 (50)), prevăzută cu scurgeri sau cu orificii, (diametrul orificiilor 8mm). Orificiile de golire vor fi pe cât posibil uniform distribuite pe suprafața filtrului. Pentru o alimentare superficială se va prevedea cel puțin un orificiu de golire pentru 2mp suprafață filtrantă. În dreptul orificiilor de golire se vor lua măsuri pentru combaterea eroziunii, (de exemplu panouri deflectoare sau material granular grosier).

În cazul alimentării subterane orificiile de golire vor fi corespunzător mai mici. Pentru prevenirea înfundărilor sau a eroziunilor în dreptul orificiilor de scurgere, acestea vor fi protejate, prin învăluire, cu un filtru din material granular grosier 16/32.

Suprafața utilă a patului filtrant, când filtrul funcționează ca treaptă biologică, este de $4\text{m}^2/\text{loc.echiv.}$. În cazul epurării terțiare, (folosirea filtrului ca treaptă biologică secundară, de finisaj), suprafața necesară este de $1\text{m}^2/\text{loc.echiv.}$. Dacă săpătura pentru execuția filtrului se realizează în taluz, în calcule se va considera aria medie a suprafeței de la bază și a celei de la suprafață.

Oxigenul necesar în corpul de pământ se asigură printr-o alimentare intermitentă. Pauzele dintre secvențele de alimentare depinde de permeabilitatea materialului filtrant. Pentru o viteză de filtrare verticală de $k=10^{-4}\text{m/s}$, și folosirea filtrului ca treaptă biologică primară, intervalele între alimentări se vor considera între 3 și 6 ore, iar durata alimentării nu va depăși 15 minute.

Pentru realizarea unei alimentări intermitente a filtrului se impune o acumulare tampon a apei epurate mecanic. Volumul necesar al bazinului de acumulare rezultă din frecvența debitelor efluente ale treptei mecanice.

Pentru realizarea unei bune încărcări superficiale și a unei bune distribuții se recomandă limitarea suprafeței filtrului la 400mp. Pentru instalațiile mai mari se recomandă mai multe unități de filtrare. Prin alimentarea alternantă a acestor unități se realizează o minimizare a volumului bazinului de acumulare intermediară, menținându-se pauzele minime între secvențele de alimentare pentru unitățile individuale, [116].

5.2.4 Cerințe legate de execuție și dotări necesare

5.2.4.1 Căile de acces

Nu trebuie să aibă acces la instalația de epurare persoane neavizate. Instalația va fi astfel dispusă încât să poată fi ușor supravegheată, revizuită și întreținută. Fiecare componentă a instalației trebuie să fie ușor accesibilă iar luciile de apă se permită un control vizual.

Intrarea în treapta biologică respectiv evacuarea din instalația de epurare trebuie astfel concepute încât să permită oricând prelevarea, fără dificultăți, a probelor de apă. Pe conducta de evacuare, în afara filtrului, se va prevedea un cămin de control, în care intrarea se face printr-un ștuț care asigură apei o cădere liberă de cel puțin 20cm, (a se vedea și 5.1.3.1), [116].

5.2.4.2 Materiale utilizate și siguranța în exploatare

Instalațiile trebuie să fie durabile, impermeabile, protejate împotriva coroziunii și rezistente la radiațiile ultraviolete. Ele trebuie să reziste solicitărilor statice și, după caz, să fie asigurate împotriva forței ascensionale arhimedice.

Pentru construcție se vor utiliza numai materiale care să reziste solicitărilor fizice și chimice specifice stațiilor de epurare și care permit realizarea de instalații impermeabile.

Toate componentele sensibile ale instalației vor trebui obligatoriu protejate împotriva înghețului.

O atenție deosebită se va acorda execuției etanșărilor, (a se vedea și 5.1.3.1), [116].

5.2.4.3 Instalațiile de conducte

Conductele și orificiile de trecere vor fi astfel dimensionate încât la încărcarea maximă de calcul să nu se înregistreze remuuri nepermise.

O atenție deosebită se va acorda elasticității și etanșeității racordurilor conductelor la corpurile de construcție, [116].

5.2.4.4 Acoperirea instalației și gurile de acces

Pentru o mai bună stabilitate în funcționare și din considerente de protecția mediului se recomandă acoperirea completă a treptei de degrosiere și a decantorului primar.

Orificiile necesare lucrărilor de întreținere și supraveghere a exploatării trebuie să fie închise cu capace, capace care pot fi manipulate manual de o singură persoană de întreținere. Aceste capace trebuie să fie tot timpul accesibile, (a se vedea și 5.1.3.4), [116].

5.2.4.5 Aerisirea

Întreaga instalație, inclusiv construcțiile anexe, (de exemplu căminele pentru pompe), trebuiesc ventilate și aerisite, [116].

5.2.4.6 Instalațiile electrice și mecanice

Tablourile electrice care deservește instalațiile de alimentare cu energie electrică, automatizare și control vor fi ușor accesibile și executate în conformitate cu normele de protecția muncii.

Dotările mecanice, (de exemplu pompele), vor fi prevăzute cu contoare ale orelor de funcționare. Se recomandă montarea unui ampermetru. Perturbările de funcționare ale instalației trebuiesc semnalizate cel puțin optic. Dacă se utilizează pompe se recomandă a se prevedea o pompă de rezervă, (a se vedea și 5.1.3.6 și 5.1.3.7), [116].

5.2.4.7 Tratarea preliminară a apei uzate, (degrosiere)

Instalațiile de grătare și site se execută de regulă pe o singură cale și sunt prevăzute cu un canal de ocolire. Sistemele automate de curățire vor fi comandate printr-un temporizator sau după caz, de un senzor de nivel al apei. Instalațiile vor fi protejate la îngheț.

Pentru evitarea emanațiilor de miros și ușurarea îndepărtării materialului colectat la grătar se recomandă dotarea instalației cu un utilaj de spălare și deshidratare a materialului. Acesta va fi colectat în containere sau în saci pentru a fi îndepărtat, [116].

5.2.4.8 Epurare primară cu acumulare integrată a nămolului

Alimentarea instalației se va face printr-o conductă de alimentare care să pătrundă circa 10cm spațiul interior și să asigure căderea liberă cu 10cm deasupra nivelului cel mai ridicat al oglinzii apei.

Printr-o dispunere adecvată a secțiunii de intrare și de ieșire, (inclusiv a camerelor), se va avea în vedere evitarea curenților de scurtcircuit. Scurgerea treptei mecanice cât și legăturile dintre camerele individuale vor fi astfel realizate încât să nu aibă loc transfer de nămol decantat sau plutitor. Pereții scufundați, profilurile de scurgere și conductele în formă de „T” trebuie să fie cu cel puțin 20cm mai sus decât creasta orificiului de golire, iar adâncimea de scufundare trebuie să fie de cel puțin 30cm.

Pentru golurile aflate sub nivelul apei se cere ca pragul lor să fie cu cel puțin 2/3 din adâncimea apei deasupra radierului bazinului, iar latura lor superioară să fie cu cel puțin 30cm sub nivelul apei.

Toți pereții despărțitori vor fi astfel realizați încât să permită golirea individuală a camerelor, [116].

5.2.4.9 Decantare primară cu tratare separată a nămolului (decantor cu etaj)

Condiția ca materialul decantat să alunece din decantor, (spațiul de decantare), spre bazinul de fermentare este ca suprafețele înclinate ale decantorului să aibă un unghi de înclinare de cel puțin 60°. Fanta dintre suprafețele de alunecare trebuie să aibă o lățime de cel puțin 12cm. Cele două planuri de alunecare trebuie să se întretaie la partea lor inferioară cu cel puțin 5cm, distanță măsurată pe orizontală, pentru a evita pătrunderea particulelor de nămol ascendente în decantor.

Înainte de evacuare se va prevedea perete cufundat, pe o adâncime de cel puțin 30cm. Muchia superioară a peretelui cufundat va fi cu cel puțin 20cm deasupra crestei orificiului de golire. Întreaga suprafață a decantorului trebuie să fie accesibilă.

Raportul dintre lungimea și lățimea decantorului trebuie să fie cuprinsă în limitele 2:1 până la 5:1. Raportul dintre lățimea și adâncimea decantorului va fi cuprins între 1:1 și 1:2.5. Adâncimea se va considera de la oglinda apei până la fantă, [114], [115].

5.2.4.10 Filtrul de pământ înierbat, generalități

Filtrul va fi executat etanș la bază și la pereții laterali. Ca etanș poate fi considerat un sol natural care are o permeabilitate de $k < 10^{-7}$ m/s, (lut). Stratul nederanjat, în toate punctele, trebuie să fie de cel puțin 0.3m. La permeabilități, mai mari de $k \geq 10^{-7}$ m/s se va prevedea o etanșare, de exemplu fâșii, (folii), de etanșare dezvoltate și pe verticală. Etanșările minerale trebuie să aibă o grosime de cel puțin 0.3m și permeabilitate, $k \leq 10^{-7}$ m/s. Disponerea materialului și compactarea acestuia se va face în cel puțin două trepte. Etanșările laterale vor fi circa 20cm mai înalte decât cota terenului. Pentru evitare pătrunderii apelor de suprafață se vor lua măsuri constructive în funcție de terenul limitrof.

Dacă este necesar se vor lua măsuri îmbunătățire a subsolului, (de exemplu prin schimbare de material), sau lucrări de drenaj.

Stratul de bază, (filtrant), se va realiza din materiale cu o permeabilitate de $k = 10^{-4}$ m/s și care prezintă o bună stabilitate la menținerea în timp a structurii granulometrice. De regulă se utilizează fracțiuni de nisip sau pietriș, respectiv amestecul dintre acestea. Pentru mărirea capacității de reținere a fosforului se vor aplica materiale cu un conținut ridicat de oxid de fier sau aluminiu sau compuși de calciu. Este posibilă și îmbogățirea materialului pentru îmbunătățirea caracteristicilor chimice și fizice, atâta timp cât în cadrul instalației nu apar emanații de substanțe nedorite.

Vegetația se recomandă a fi alcătuită din stufăriș cu rădăcină adâncă, (de exemplu trestie de baltă, pipirig). Sădirea se va executa în așa fel încât să se obțină cât mai repede un strat vegetal compact. De exemplu pentru trestie se recomandă o densitate de plantare de 5 plante pe m^2 .

Se vor evita compactările prin circulația utilajelor de construcții, [116].

5.2.4.11 Filtre de pământ cu parcurgere orizontală

Suprafața filtrului se va executa orizontal sau cu o ușoară contrapantă.

Sistemul de distribuție al alimentării trebuie astfel realizat încât apa uzată epurată mecanic să fie distribuită cât mai uniform pe secțiunea, (frontul), de admisie. Aceasta se realizează cel mai bine prin intermediul unei conducte perforate, (DN ≥ 50 , diametrul orificiilor ≥ 8 mm), care se amplasează într-un dren de pietriș 16/32.

Sistemul de evacuare se va executa corespunzător. În acest caz conducta perforată se va amplasa aproape de radierul drenului și va oferi posibilitatea de reglare a nivelului oglinzii apei în corpul filtrului.

Filtrul se va realiza în felul următor, figura 5.8:

- stratul de bază:

grosimea de cel puțin 50cm, nisip/pietriș, (spălat):

0/4, de exemplu pentru apă gri;

1/4, de exemplu pentru epurare după o treaptă mecanică-

biologică;

4/8, pentru treapta următoare celei de epurare mecanică.

- etanșările, conform 6.2.4.10;

- strat de nisip pentru egalizare, dacă este cazul.

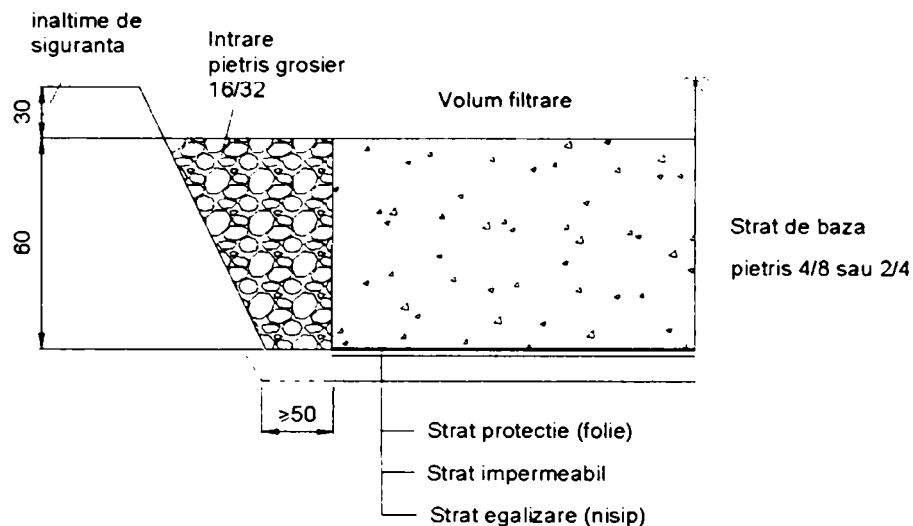


Figura 5.8 „Detaliile de realizare ale unui filtru cu parcurgere orizontală”

Drenul de la admisie și evacuare se va executa pe o lățime minimă de 50cm.

Pentru spălarea și aerisirea conductelor de dren, de la admisie și evacuare, capătul închis al conductelor se va ridica cu 30cm peste nivelul filtrului, conducta ascendentă fiind fără perforații, [26], [27], [116].

5.2.4.12 Filtre de pământ cu parcurgere verticală

Alimentarea intermitentă a filtrului se poate realiza prin pompare sau, dacă cotele permit, printr-un sistem amorsat hidraulic. Alimentarea trebuie să se realizeze în torent și în timp scurt, astfel încât distribuția să se facă pe întreaga suprafață.

Filtrul se va realiza în felul următor, figura 5.9:

- stratul de acoperire:
 - pentru alimentarea de suprafață 5-10cm pietriș 8/16;
 - pentru alimentare subterană 20cm pietriș 8/16;
- stratul de bază cel puțin 50cm nisip 0/4 spălat;
- stratul intermediar 5-10cm pietriș 4/8,
(sau geotextil, de exemplu plasă conform DIN 4179, mărimea ochiurilor 2.5mm) ;
- strat drenant 20cm pietriș 16/32;
- folie, (fâșii), de etanșare, (conform 5.1.2);
- strat de nisip pentru egalizare, dacă este cazul.

Suprafața filtrului va fi plană și orizontală. Stratul de acoperire are rolul de a preveni colmatările și după caz, eroziunile date de sistemul de alimentare de suprafață. La nevoie stratul grosier de acoperire se poate limita la vecinătatea orificiilor de golire. Părțile sensibile la îngheț ale rețelei de alimentare vor fi astfel realizate încât să se golească singure după secvența de alimentare. În condiții date se vor lua măsuri pentru prevenirea înghețului, (de exemplu prin izolare). Instalație de alimentare trebuie să aibă posibilitatea de a fi spălată.

În stratul drenant, care se întinde pe întreaga suprafață a filtrului, se vor dispune tuburi de drenaj DN ≥ 80 , situate la o distanță de cel mult 3m unele de altele. Aceste tuburi de drenaj converg într-un colector. Pentru spălarea și aerisirea conductelor de dren capătul închis al conductelor se va ridica cu 30cm peste nivelul filtrului, conducta ascendentă fiind fără perforații. Colectorul va fi racordat la un cămin de golire. Acest cămin va fi astfel dotat încât să permită reglarea nivelului apei în profilul filtrului, iar la curgere liberă să permită o golire completă a cuvei filtrante, [26], [27], [116].

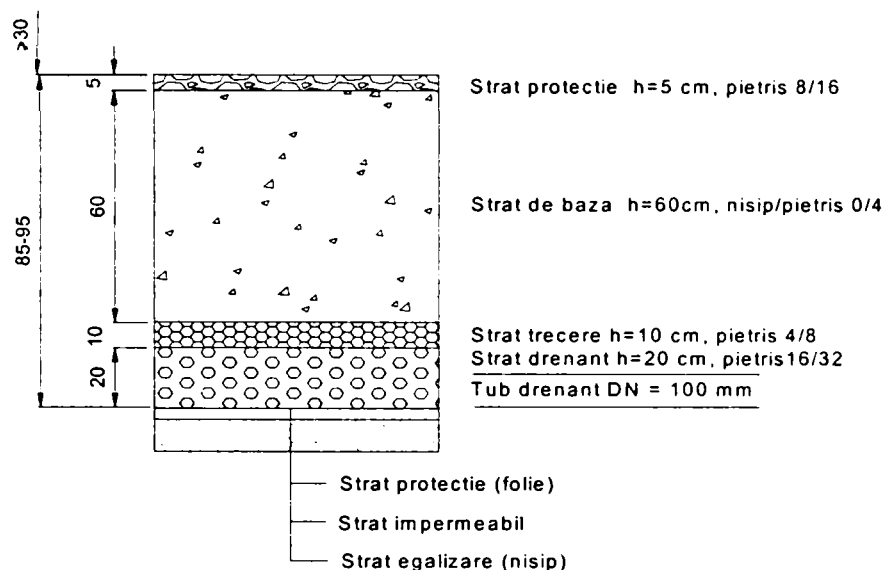


Figura 5.9 „Detaliile de realizare ale unui filtru cu parcurgere verticală”

5.2.5 Exploatarea și întreținerea

5.2.5.1 Generalități

Corecta exploatare și întreținere a instalației de epurare asigură îndeplinirea rolului ei funcțional conform parametrilor proiectați. Autoritatea în domeniul apelor va supraveghea buna exploatare și întreținere a instalației. Exploatarea și întreținerea trebuie astfel realizate încât, în vecinătatea stației de epurare, să nu fie puse în pericol sau depreciate mediului înconjurător și condițiile de viață pentru oameni. O atenție deosebită se va acorda operațiilor de prelevare, stocare și îndepărtare a nămolului decantat și a celui plutitor.

Înainte de punerea în funcție a instalației trebuie să fie elaborate instrucțiunile de exploatare și să fie precizate normele de protecția muncii necesare. Personalul de exploatare va beneficia de un instructaj corespunzător. Se vor avea în vedere utilajele mecanice și aparatura electrică, eventualele înfundări, zonelor neetanșe și deteriorările de material, (prin coroziune sau datorită execuției). Pagubele trebuiesc cât mai repede înlăturate.

La instalațiile închise este pericolul formării de gaze toxice. Se va proceda cu mare băgare de seamă la pătrunderea în astfel de instalații, (a se vedea și 5.1.4.1), [116].

5.2.5.2 Controlul exploatării

Controlul exploatării și lucrările conexe se realizează de regulă prin control intern, în baza regulilor oferite de autoritatea din domeniu apei. Controlul va fi efectuat numai de personal avizat, personal care este familiarizat cu instrucțiunile de exploatare. Aparatura necesară exploatării cât și instrucțiunile de exploatare trebuie să fie în dotarea stației și accesibilă, [116].

5.2.5.3 Întreținerea

Întreținerea presupune totalitatea operațiilor care asigură funcționarea durabilă și mențin realizarea performanțelor de epurare necesare. Întreținerea poate fi efectuată numai de personal calificat și specializat. Dacă nu se dispune de un personal propriu pentru lucrările de întreținere se va încheia un contract pentru aceste lucrări, eventual corelat cu controlul extern, [116].

5.2.5.4 Registrul de exploatare

Pentru fiecare instalație se va ține un registru de exploatare în care vor fi trecute, în mod curent, toate lucrările efectuate cât și evenimentele deosebite, (reparații, perturbări în funcționare, lucrări de întreținere și inspecții de verificare). Se vor consemna și cantitățile de nămol îndepărtat cât și data la care a avut loc această operație. Rapoartele de întreținere vor fi de asemenea introduse în registru, (anexa 3).

La cerere, registrul de exploatare va fi înaintat autorității de control, (a se vedea și 5.1.4.4), [114], [115], [116].

5.2.5.5 Controlul exploatării și întreținerea treptei de degrosiere

Controlul zilnic:

- se verifică dacă instalația este în funcție, se îndepărtează materialele adunate la grătar sau sită.

Întreținerea se va concentra în special asupra organelor de mașini aflate în mișcare, [114], [115], [116].

5.2.5.6 Controlul exploatării și întreținerea epurării primare cu acumulare integrată a nămolului (instalație de fermentare)

Controlul săptămânal, [16], [17], [114], [115], [119]:

- se vor îndepărta plutitorii acumulați în dreptul intrării, al trecerilor dintre camere și al evacuării.

La întreținere se va urmări în special:

- distrugerea nămolului plutitor;

- verificarea grosimii de depunere a nămolului decantat;

- în funcție de necesitate prelevarea nămolului, cel mai târziu însă atunci când grosimea stratului de nămol depășește o treime din adâncimea apei.

5.2.5.7 Controlul exploatării și întreținerea epurării primare cu tratare separată a nămolului, (decantor cu etaj)

Controlul săptămânal:

- controlul vizual al zonei de intrare și ieșire și al oglinzii apei.

Controlul lunar:

Trebuie îndepărtat, (distruse), nămolul plutitor din bazinul de decantare și din bazinul de nămol plutitor, operație care se va efectua ori de câte ori este nevoie dar cel puțin odată pe lună.

Întreținerea prevede golirea în mod regulat nămolul din volumul de fermentare. Operația se va efectua cel târziu atunci nivelul nămolului se apropie de fanta decantorului. Cu această ocazie se va îndepărta și nămolul plutitor, [16], [17], [114], [115], [116].

5.2.5.8 Controlul exploatării și întreținerea filtrului de pământ înierbat

Controlul exploatării și întreținerii filtrului de pământ presupune, [113]:

Zilnic:

- se verifică dacă utilajele mecanice sunt în funcție.

Controlul săptămânal:

- citirea contoarelor orelor de funcționare cât și indicațiile celorlalte aparate de control și înregistrarea datelor în registrul de exploatare;
- verificarea alimentării intermitente, (pompa, sifon, conducta rotativă), și sistemul de distribuție;
- verificarea vizuală a distribuției apei uzate.

Controlul lunar:

- verificarea funcționării diferitelor componente ale instalației;
- verificarea cantității, (concentrației), de substanțe decantabile în efluentul treptei mecanice;
- verificarea vizuală a orificiilor de picurare, depistarea înfundărilor;
- verificarea dispozitivului de temporizare al sistemului de alimentare;
- verificarea accesului la componentele instalației și situației la îngheț;
- controlul vizual al vegetației, (grad de acoperire, înălțimea plantelor, colorit, ș.a.);
- verificarea sistemelor de recirculare.

Controlul anual presupune verificarea stării diferitelor componente ale instalației, în special:

- verificarea orizontalității sistemului de distribuție, (de preferat primăvara după cositul plantelor), eventuala efectuare de reglaje;
- verificarea funcționalității orificiilor de golire și îndepărtarea la nevoie a înfundărilor. Dacă este necesar se vor spăla conductele de distribuție;
- verificarea mobilității stavilelor;
- verificarea posibilității de reglare a nivelului apei din sistemul de golire al bazinului.

Lucrările de întreținere a organelor de mașini componente se va efectua de 4 ori pe an. Se vor efectua lucrări de service, ca de exemplu schimbarea pieselor de închidere, gresare și lucrări de curățire.

Sistemul de distribuție cât și reglajul evacuării trebuie să fie anual întreținute iar dacă este cazul reglate. Dacă este necesar se va spăla sistemul de distribuție.

La un interval de trei ani se va cosii vegetația, (toamna). Înălțimea de tăiere a plantelor se recomandă de 25cm peste nivelul filtrului. Plantele cosite pot fi compostate sau folosite în agricultură. Se poate lăsa, între două cosiri, un strat de plante cosite.

5.2.6 Gradul de epurare

Pentru o compoziție uzuală a apei uzate și la o întreținere corespunzătoare a instalațiilor de epurare executate în conformitate cu prezentul normativ, concentrațiile încărcărilor din efluent nu vor depăși următoarele limite, [111]:

| | |
|--|----------|
| - substanțe decantabile | 0.3mg/l; |
| - CBO ₅ (cu inhibare a nitrificării) | 25mg/l; |
| - CCO | 90mg/l; |
| - carbon organic total | 30mg/l; |
| - NH ₄ -N (pentru o temperatură a apei >12°C) | 10mg/l. |

De remarcat faptul că aceste limite sunt aceleași ca și la tehnologiile clasice prezentate anterior, (5.1.5).

5.2.7 Verificarea eficienței epurării

O dată pe lună operatorul va efectua:

- controlul vizual al turbidității și culorii efluentului;
- determinarea concentrației de NH₄-N în efluent.

Dacă se constată deviații de la limitele normale ale concentrațiilor din efluent sau o concentrație ridicată de NH₄-N, (numai pentru temperaturi ale apei >12°C), se va determina și înlătura cauza perturbatoare. Rezultatele controlului cât și măsurile de remediere vor fi înregistrate de către operator în registrul de exploatare.

Operatorul va contracta pentru un control periodic extern o autoritate independentă, acreditată. De exemplu un expert, un serviciu tehnic sau o asociație profesională din domeniul epurării apelor uzate.

Efluentul instalației va fi verificat cel puțin o dată pe an pentru stabilirea încărcării în NH₄-N, și a unuia din parametri sumă CBO₅ sau CCO sau TOC, care se determină pentru o probă instantanee, omogenă, nedecantată.

Proba pentru verificarea performanțelor de epurare este o probă instantanee, prelevată din căminul de control de pe efluent, iar dacă acesta nu există direct din curgerea liberă a efluentului. Se va asigura debitul necesar în instalație iar prelevarea se va face la un moment când încărcarea este cel puțin medie și la o temperatură a apei mai mare de 12°C, (dacă această temperatură se realizează în decursul anului).

Controlorul va verifica starea de funcționare a instalației, va citi contorul de ore de funcționare și va verifica prin intermediul registrului de control dacă instalația a funcționat corespunzător.

În urma controlului se va efectua un raport, raport care va fi înaintat operatorului respectiv autorității din domeniul apelor

În cazul depășirii valorilor limită se va determina și remedia cauza care a condus la scăderea eficienței de epurare. Controlorul extern va relua verificările, la intervale de șase săptămâni, până când instalația va funcționa în parametrii proiectați, (a se vedea și 5.1.6), [116].

5.3 Stații de epurare cu membrană filtrantă

5.3.1 Generalități

Tehnologia de epurare cu membrană microfiltrantă cufundată permite obținerea unui efluent igienic, fără materii în suspensie și cu un grad avansat de reducere a CBO și CCO. Acest efluent îndeplinește condițiile de calitate ale apei pentru scaldat, el putându-se reutiliza pentru udatul grădinii sau a gazonului, poate fi recirculat ca apă pentru evacuarea toaletei sau în alte folosințe.

Tehnologia microfiltrării reprezintă un salt calitativ deosebit în performanțele de epurare a tehnologiilor necentralizate. În ciuda costurilor mari de achiziție acest tip de instalații oferă o alternativă interesantă la variantele prezentate în subcapitolele anterioare, [9], [25].

5.3.2 Domeniul de aplicare și montajul

Stațiile de epurare cu membrană pentru uz casnic sunt realizate pentru epurarea apelor uzate menajere fără aport de apă pluvială. Ele se vor instala într-un mediu ferit de îngheț, de exemplu la demisol sau în boxă, în garaj sau într-o altă anexă.

Influentul va ajunge în instalația de epurare prin intermediul unei conducte de evacuare sau prin sifonare. Prin intermediul unei pompe apa uzată reținută în rezervorul tampon, (în care se rețin și substanțele grosiere), este transferată treptei biologice, (reactorul de activare). Din treapta biologică, apa trecută prin membrana de filtrare, este evacuată gravitațional. (Dacă este necesar evacuarea se va face prin sifonare).

Interiorul instalației este compartimentat în module funcționale, realizate din materiale sintetice și tablă zincată. Modulele sunt închise etanș și nu permit emanații de miros. Verificarea lor se face prin intermediul unor capace demontabile. Starea membranei filtrante se apreciază prin intermediul contorului de ore de funcționare nefiind necesar un contact direct cu apa uzată.

Datorită construcției modulare și robuste, (un modul are o bază de cca. 0.75x1.15m), instalația poate fi montată la demisolul locuinței, în locuință sau într-o anexă apropiată. Dacă beneficiarul beneficiază deja de un bazin de colectare a apelor uzate, (de exemplu o fosă septică), instalația de epurare cu membrană poate fi inseriată bazinului, acesta jucând rolul de separator și decantor primar, [9], [25].

5.3.3 Principiul de funcționare

Principiul de funcționare se bazează pe o combinație dintre reactorul de activare cu membrană și un bazin preconectat de sedimentare pentru substanțele solide. Acest bazin joacă și rolul de rezervor tampon pentru apa uzată influentă și rezervor de stocare a nămolului. Instalația este comandată de un dispozitiv de acționare cu temporizare și de un senzor de nivel cu plutitor, [9], [25].

5.3.3.1 Separarea substanțelor grosiere și volumul tampon

În primul compartiment în care pătrunde apa uzată sunt reținute substanțele grosiere, nedizolvabile, și se realizează stocare temporară a volumelor mari de apă influente, (de exemplu apa provenită de la golirea unei căzi de baie). Apa astfel separată de materialul grosier este pompată în reactorul de activare prin intermediul unei pompe de transfer. Particularitățile constructive ale pompei de transfer nu permit pătrunderea în treapta biologică a nămolului plutitor și a particulelor grosiere cu un diametru mai mare de 7mm, [9].

5.3.3.2 Treapta biologică

În treapta biologică are loc epurarea finală a apei uzate prin intermediul membranei microfiltrante, figura 5.10. Oxigenul necesar proceselor biologice este insuflat prin intermediul unui compresor silențios. Apa va parcurge membrana microfiltrantă, (mărimea porilor de $0.4\mu\text{m}$), datorită diferenței de presiune hidrostatică și a efectului de sifon, (gravity flow).

În perioadele când debitul influent este zero aerarea va funcționa intermitent, evitându-se astfel fermentarea și realizându-se astfel o economie de energie.

Apa filtrată este liberă de materii în suspensie, o ulterioară decantare nefiind necesară.

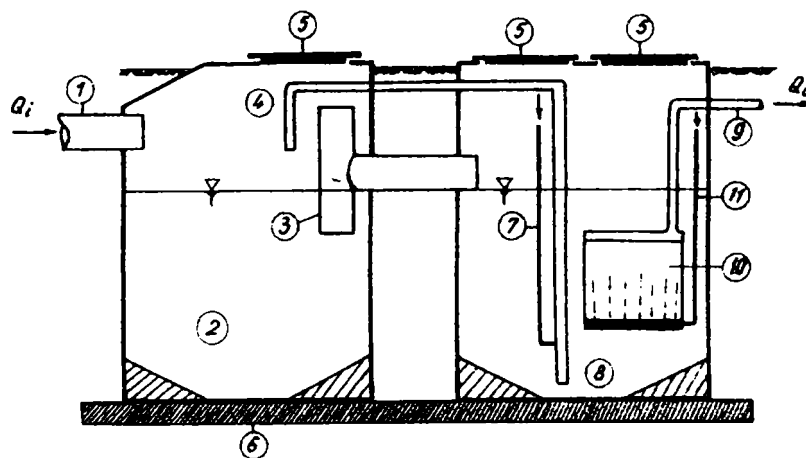


Figura 5.10 „Stație de epurare cu membrană filtrantă, detalii”

- | | |
|---|--|
| 1 intrare | 7 conductă gazlift |
| 2 decantor primar | 8 decantor secundar |
| 3 conductă trecere spre bazinul de activare Dn 100 | 9 conductă refulare apă epurată, Dn 50 |
| 4 conductă refulare nămol în exces, Dn 50 | 10 instalație de filtrare |
| 5 capac | 11 conductă aerare-presurizare |
| 6 radier beton | |

Câteva date relevante ale unei astfel de instalații sunt redate în tabela 5.4, [9]:

Tabela 5.4

Date tehnice ale unei microstație de epurare de uz casnic cu membrană

| SE casnică produs Busse MF | Tip parametru / UM | MF-HKA4 | MF-HKA8 |
|--|-------------------------|---------|---------|
| Nr. loc. echiv. deserviți | L.e. | 1-4 | 5-8 |
| Cantitatea maximă zilnică de apă uzată tratată | m ³ /zi | 0.6 | 1.2 |
| Încărcarea biologică zilnică maximă | Kg CBO ₅ /zi | 0.24 | 0.48 |
| Concentrația maximă de CCO în efluent | mg/l | <75 | <75 |
| Concentrația maximă de CBO ₅ în efluent | mg/l | <15 | <15 |
| Concentrația maximă de substanțe filtrabile în efluent | mg/l | <50 | <50 |
| Concentrația maximă de NH ₄ -N în efluent | mg/l | <10 | <10 |
| Consumul de energie electrică (min-max), tensiunea de alimentare 220V CA | kWh/d | 1.8-3.0 | 3.1-5.0 |
| Înălțimea minimă a spațiului de amplasare | m | 2.0 | 2.0 |
| Numărul de rezervoare, cu o suprafață a bazei de 0.75x1.15m | buc | 2 | 4 |
| Cota ștutului de racord (față de bază) | m | 1.65 | 1.65 |

5.3.4 Controlul exploatării și întreținerea instalației de epurare

Asigurarea continuă a performanțelor de epurare presupune încheierea de către beneficiar sau operator, a unui contract de service cu o unitate specializată, (dacă este posibil cu reprezentantul furnizorului sau cu o unitate recomandată de acesta). Sistemul solicită o revizuire periodică și o regenerare a membranei filtrante.

Operatorul este răspunzător de înregistrarea lunară în registrul de exploatare a tuturor constatărilor și a intervențiilor efectuate, (anexa 3). (În registru se vor consemna data și ora reviziei, constatările efectuate, eventualele perturbări și modul lor de înlăturare), [9].

Controlul zilnic:

- se verifică dacă instalația este în funcție, dacă a fost declanșat un circuit de alarmă.

Controlul săptămânal:

- se vor efectua înregistrări în registrul de exploatare.

Controlul lunar:

- datele din registrul de exploatare sunt transmise unității de service.

5.4 Îndepărtarea nămolului

Îndepărtarea nămolului se recomandă să se facă prin intermediul unei firme specializate, care va colecta nămolul și-l va descărca la o stație de epurare centralizată sau la o industrie prelucrătoare, (de exemplu prelucrarea nămolului împreună cu alte deșeuri). Între beneficiar și prestator se va încheia un contract, iar cantitățile de nămol cât și data la care acestea au fost ridicate vor fi consemnate. Acest lucru este deosebit de important pentru o exploatare corectă și din considerente de protecție a mediului.

Dacă legislația în vigoare o permite și dacă există posibilitatea nămolul rezultat din epurare se poate utiliza în agricultură. Acest lucru se recomandă mai ales pentru mediul rural, realizându-se astfel o integrare a nămolului în circuitul natural. Apele uzate casnice, de regulă, nu sunt încărcate cu substanțe de mare toxicitate sau cu metale grele. Nămolul rezultat din epurare putându-se utiliza, respectând anumite condiții de igienă, la fertilizarea culturilor la care produsele rezultate nu se consumă în stare crudă.

Valori estimative ale nutrienților conținuți în apa uzată și în nămolul de epurare sunt prezentate în tabelul 5.5, [9], [65], [67], [108], [109], [114], [115], [119]:

Tabela 5.5

Conținutul estimativ de substanțe fertilizante al apelor uzate și al nămolurilor tratate

| Apa uzată | Cantitatea specifică (g/loc-zi) | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|
| | Azot (N) | Fosfat (P ₂ O ₅) | Potasiu (K ₂ O) | Materii organice |
| Ape uzate brute | 12.8 | 5.3 | 7.0 | 55.0 |
| Ape epurate biologic | 10.0 | 2.8 | 6.7 | 19.0 |
| Nămol fermentat | 1.3 | 0.7 | 0.2 | 20.0 |

5.5 Descărcarea apei uzate epurate

5.5.1 Generalități

Se va urmări descărcarea apei epurate în emisarul cel mai apropiat. Dacă acest lucru nu este posibil se va verifica dacă există posibilitatea de infiltrare în subsol, de exemplu prin intermediul unui iaz de infiltrare sau posibilitatea de irigare cu apa uzată epurată, (printr-un câmp de irigare, prin picurare, ploaie artificială sau alte procedee). Ca o alternativă a iazului de infiltrare ar fi procedeele de infiltrare a apei în sol prin tranșee drenante, puțuri absorbante sau sistemul de infiltrare alternant.

La subsolurile fisurate însă, (de exemplu cele carstice), cât și până la nivelul cel mai ridicat al apei freatică se impune o grosime suficient de mare de sol care trebuie parcursă de apă, asigurându-se astfel suplimentar o autoepurare a solului.

La infiltrarea în subsol se va evita periclitarea apei freatică. Suplimentar la valorile limită ale încărcărilor se impune o respectarea unei concentrații maxime a nitratului de 50mg/l, (corespunzător a 11.3mg/INO₃-N). Fiind vorba de

mici colectivități se va respecta zone de protecție a captării de apă, care probabil este o captare locală.

Dacă lucrarea se execută pe versanți se va lua în considerare posibilitatea alunecărilor de teren, [108], [109], [116].

5.5.2 Iazului de infiltrare

5.5.2.1 Dimensionarea iazului de infiltrare

La baza determinării suprafeței iazului de infiltrare stă permeabilitatea solului, (viteza de filtrare a solului). Dacă caracteristicile terenului variază se vor face mai multe determinări pentru stabilirea permeabilității. Determinările vor dura cel puțin 24 de ore.

Deoarece există posibilitatea de colmatare, pentru calculele de dimensionare, valoarea determinată se va diminua cu 50%.

Ca suprafață de infiltrare se consideră suprafața oglinzii apei pentru nivelul cel mai ridicat de exploatare din lac. Ea nu trebuie să fie mai mică de $0.5\text{m}^2/\text{loc. deservit}$.

Pentru calculul suprafeței de infiltrare se consideră cantitatea zilnică de apă descărcată. Iazul trebuind să asigure un volum de acumulare de aceeași mărime. Dacă pentru o încărcare neuniformă, (de exemplu pentru activități ce au loc preponderent la sfârșit de săptămână), se realizează o compensare volumetrică peste mai multe zile, se poate diminua corespunzător suprafața de infiltrare. În calcule se va ține cont și de cantitate de apă meteorică care pătrunde în instalația de epurare.

Dacă permeabilitatea determinată k a subsolului natural, (viteza de infiltrare), este mai mare de 10^{-5}m/s , la baza lacului se va realiza un strat filtrant dintr-un material de permeabilitate redusă, ($k \leq 10^{-5}\text{m/s}$), de cel puțin 50cm grosime, [108], [109], [116].

5.5.2.2 Alte cerințe legate de iazul de infiltrare

Pentru o bună încadrare în ambient, iazul de infiltrare ar trebui să aibă o formă neregulată care derivă din terenul înconjurător. Taluzurile înconjurătoare trebuie să fie cât mai aplanate pentru a permite dezvoltarea vegetației la mal. Radierul va avea de asemenea un profil neregulat pentru a permite, în cazul debitelor mici, retragerea viețuitoarelor acvifere în adâncituri.

Pentru o asigurare permanentă a habitatului pentru viețuitoarele acvifere se pot realiza pe radier adâncituri izolate. Aceste volume nu vor fi integrate în calculul de dimensionare. La alegerea vegetației se va ține cont de nivelul fluctuant al nivelului apei. Pentru evitarea dezvoltării în exces a algelor și a unei încălziri a apei se pot prevedea umbriri.

De la nivelul de calcul cel mai ridicat al apei și teren, (mal), respectiv coronamentul digului se va prevedea o înălțime de gardă de cel puțin 30cm. Eventual se poate realiza un strat filtrant până la nivelul terenului respectiv al coronamentului digului, [108], [109], [116].

5.5.2.3 Exploatarea și întreținerea iazului de infiltrare

Exploatarea și întreținerea iazului de infiltrare presupune niște operații foarte simple care pot fi ușor executate și de beneficiar.

Cel puțin săptămânal se va verifica nivelul oglinzii apei și turbiditatea apei.

Fluctuațiile de nivel trebuie să se mențină în limitele proiectate. Depășirea limitei superioare, adică revărsarea iazului, înseamnă fie niște cantități de apă descărcată prea mari sau în timp prea scurt, fie colmatarea suprafeței de infiltrare datorită încărcărilor neadmis de ridicate a efluentului în substanță solidă.

Turbiditatea ridicată rezultă dintr-un proces defectuos de epurare sau antrenarea în efluent de nămol, (plutitor sau decantat).

Lunar se vor verifica malurile și vegetația aferentă. Plantele uscate vor fi îndepărtate. Se vor verifica integritatea digurilor și a protecțiilor de mal astfel încât să se evite scurgerea apei meteorice în iaz.

Anual se vor verifica depunerile de nămol la baza iazului iar la nevoie se vor îndepărta.

5.5.3 Tranșee drenante

Tranșeele drenante realizează difuzarea apei epurate în subteran prin intermediul unor conducte perforate amplasate într-un masiv filtrant, (filtru invers), alcătuit din agregate sortate, (pietriș și nisip), sau zgură.

Întreg sistemul de conducte este ventilat prin tuburi verticale, neperforate, care fac legătura cu atmosfera. Prin aceasta se realizează o bună aerare a mediului filtrant și a subsolului ceea ce conduce la mărirea capacității de autoepurare a acestuia.

De regulă, realizarea tranșeelor drenante este mai pretențioasă și mai scumpă decât cea a iazului de infiltrare. Avantajul acestei metode îl prezintă faptul că odată lucrarea realizată, suprafața de teren ocupată permanent va fi foarte mică, (cămine de vizitare și tuburi de ventilație), lucrarea putându-se integra într-un sistem mai complex, de exemplu de irigare subterană a culturilor agricole.

Dimensionarea tranșeelor drenante se face în funcție de volumul de apă incident și de viteza de infiltrare a apei în teren. Baza tranșeelor va fi întotdeauna deasupra stratului freatic. Se va ține cont și de capacitatea de înmagazinare a conductelor și a căminelor.

Panta conductelor va fi de cel puțin 3%, iar acoperirea nu va fi mai mică decât adâncimea de îngheț. Lățimea tranșeei se poate considera de 1m.

Conductele perforate pot fi ceramice, din materiale plastice sau din beton, diametrul conductelor se va alege între 100-250mm.

Verificarea tranșeelor se poate face săptămânal prin urmărirea evoluției nivelului de apă în cămine. Dacă se urmărește irigarea subterană a culturilor agricole, există pericolul pătrunderii rădăcinilor plantelor în conductele perforate. În această situație lucrările de întreținere sunt complexe și este necesară scoaterea temporară din funcție a tranșeei respective, [108], [109].

5.5.4 Puțurile absorbante sau căminele de infiltrare

Puțurile absorbante se pretează pentru situație când stratul permeabil are o grosime mare, ele fiind săpate până la nivelul acestui strat, iar apa subterană are un nivel hidrostatic coborât, figura 5.11, conform DIN 4261.

Gura puțului se prevede cu un cămin care trebuie să asigure accesul ușor în puț pentru inspectarea acestuia. Obligatoriu căminul va fi prevăzut un sistem de ventilație.

Puțul, lucrând ca un filtru, este prevăzut la partea sa inferioară și la exterior cu un material de filtrare cu granulații diferite. Deasupra filtrului, în interior, se așterne un strat de nisip bine cernut, (cca. 50cm), care are rolul de a dispersa apa pe întreaga suprafață orizontală. Debitul incident care poate avea, în funcție de cota conductei de intrare, o cădere între 50-150cm, va fi preluat de o placă de dispersie. Această placă are rolul de a împrăștiia jetul concentrat pe întreaga suprafață de nisip, evitând astfel tulburarea acestuia.

Poziția de montare a conductei de intrare este condiționată de cota de ieșire din treapta biologică. Se va respecta ca această conductă să fie pozată sub adâncimea de îngheț. Între ștuțul de intrare al conductei și placa de dispersie se recomandă un spațiu de 0.50-1.50m. Prin aceasta se realizează un volum tampon pentru situațiile când debitul de scurgere depășește capacitatea de infiltrare a puțului.

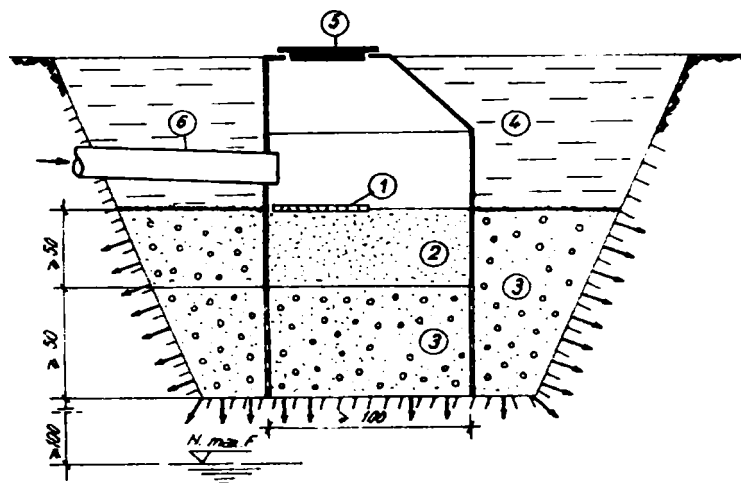


Figura 5.11 „Puț absorbant, detalii”

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1 placă disipator | 4 material de umplură |
| 2 material filtrant fin | 5 capac |
| 3 material filtrant grosier | 6 conductă intrare, Dn |

Umplutura de sub stratul de nisip se va realiza din pietriș iar pereții puțului vor fi prevăzuți cu barbacane. Diametrul sau latura puțului poate varia între 1.00-2.00m iar distanța dintre baza puțului și nivelul maxim al apelor freatice este de dorit să fie de cel puțin 1.00m.

Debite orientative pentru determinarea capacității puțurilor absorbante: 150-200l/m²·zi pentru pământuri nisipoase, 100-150l/m²·zi pentru pământuri argiloase-nisipoase, <100l/m²·zi pentru pământuri argiloase, [25], [108], [109].

5.5.5 Procedeu alternant de infiltrare subterană

Procedeu alternant de infiltrare subterană este o soluție pretențioasă care asigură însă o eficiență sporită de autoepurare a solului. El constă din bazine gemene în care este admisă apa epurată mecanic și biologic. Din aceste bazine apa se infiltrează alternativ în sol, (pe perioada în care se umple un bazin cu apă epurată celălalt se golește în sol). În acest fel există posibilitatea oxigenării solului, ca și în cazul tranșeei drenante, ceea ce duce la o creștere a potențialului său de autoepurare, [108], [109].

Dacă se poate fundamenta tehnico-economic, există și varianta de combinare a două sau mai multor procedee de infiltrare a apei în sol. În această situație, se va ține seama de faptul, că spațiul ocupat va crește iar măsurile de exploatare și întreținere sunt mai sofisticate și mai costisitoare.

5.5.6 Irigarea în scopuri agricole prin intermediul câmpului de irigare

O altă posibilitate de descărcare și utilizare în același timp a apei uzate epurate este irigarea în scopuri agricole prin intermediul câmpului de irigare.

Recomandări generale pentru folosirea câmpului de irigare:

- existența unor zone cu precipitații slabe, (sub 600mm/an);
- practicarea de culturi agricole, pășuni sau amenajări silvice care să utilizeze această cantitate de apă;
- cantitățile de apă provin de la localități mici, (debite mici);
- apele uzate oferă un conținut de nutrienți, (a se vedea tabela 5.5), dar nu mai mare decât încărcarea maximă admisă de NTPA001, STAS 9450-88/73 sau alte restricționări mai severe;
- existența în vecinătatea câmpului de irigare a unui câmp de infiltrare;
- posibilitatea de inundare a câmpului de irigare pe timpul iernii, necesară stocării apelor până la dezgheț.

Terenul pe care se face împrăștierea apei trebuie să aibă o pantă și o textură adecvată.

Deoarece apa uzată a fost în prealabil epurată atât mecanic cât și biologic nu există pericolul unei contaminări ale terenului sau a apei freactice, chiar dacă nivelul acesteia este ridicat. Câmpul de irigare, prin proprietățile de autoepurare ale solului, va realiza o epurare finală, de finisare, a încărcării reziduale.

Trebuie avute însă în vedere dezavantajele pe care le prezintă o irigare intensivă, (chiar și irigarea gazonului), anume sărătuirea și alcalinizarea solului.

Un alt dezavantaj ar fi suprafața mare pe care o ocupă câmpul de irigare și cel de infiltrare, suprafețe care nu sunt întotdeauna disponibile, chiar dacă ne referim la mici colectivități. Eventual s-ar putea recurge la înlocuirea câmpului de infiltrare, necesar preluării apelor pe timp ploios, cu un bazin de retenție.

Câmpul de irigare este simplu de realizat, ieftin și ușor de întreținut. Singura parte costisitoare și care necesită o întreținere mai deosebită și o supraveghere în funcționare este sistemul de distribuție, (de răspândire), al apei. Împrăștierea apei putând fi efectuată gravitațional prin șanțuri și rigole, prin picurare, prin aspersoare sau alte sisteme care implică sau nu pompare, [38], [51], [63], [108], [109].

5.6 Observații și completări legate de stațiile de capacitate mică și foarte mică

5.6.1 Măsurile de epurare avansată

Dacă se impune diminuarea încărcărilor reziduale, referitor la limitele maxime admise prezentate în subcapitolul 5.2.6, se poate realiza încă o treaptă de epurare biologică sau se poate prevedea un filtru de nisip care va fi parcurs de efluentul stației. În special se poate reduce cantitatea materiilor în suspensie, a azotului, a fosfaților și a agenților patogeni. Alte măsuri de epurare impun o dimensionare specifică, trebuind însă să fie demonstrată eficiența acestora, [25], [115].

Un filtru de nisip, pentru realizarea unei epurări de finisare este prezentat în figura 5.12:



Figura 5.12 „Filtru de nisip și conductă de distribuție a efluentului”

A se vedea și anexa 5.

5.6.2 Particularități ale stațiilor cu o capacitate de până la 500 locuitori echivalenți

Decantare primară cu acumulare integrată a nămolului

Aceste instalații se pretează pentru stațiile de epurare care deserveșc până la 250 locuitori.

Decantoarele cu acumulare de nămol sunt practic niște decantoare cu etaj, neexistând o delimitare fizică între zona de depunere și cea de acumulare. În ele sunt reținute atât materii decantabile cât și plutitorii. Materiile organice sunt parțial descompuse anaerob. Efluentul întotdeauna este instabil biologic, prezentând de regulă un început de putrezire.

Volumul util al decantorului trebuie să fie de minim $0.15\text{m}^3/\text{loc}$, iar suprafața de minim $0.06\text{m}^2/\text{loc}$, [115].

Capitolul 6

Studii și cercetări experimentale

6.1 Tendințe actuale în construcția și exploatarea microstațiilor de epurare

6.1.1 Tehnologii adoptate

Pentru prezentul studiu au fost evaluate 360 de buletine de analiză, conținând și fișele de constatare, a unor microstații de epurare din zona Stuttgart-Germania.

Buletine de analiză:

Buletinele de analiză au fost grupate în șase categorii, funcție de numărul de locuitori echivalenți deserviți, după cum urmează, tabela 6.1:

*Tabela 6.1
Gruparea microstațiilor funcție de numărul de locuitori deserviți*

| Nr. locuitori echivalenți deserviți | Nr. buletine de analiză |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 4-6 | 64 |
| 8-10 | 164 |
| 12-24 | 91 |
| 25-60 | 39 |
| 80 | 1 |
| 100 | 1 |
| Total | 360 |

Un model de buletin de analiză este prezentat în anexa 3.

Tehnologiile de epurare ale microstațiilor sunt, tabela 6.2:

Tabela 6.2
Gruparea microstațiilor în funcție de mărime și tehnologia de epurare adoptată

| Tehnologie de epurare | Nr. microstații | | | % din totalul general | |
|--|------------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------------|
| | total tehnologie | pe mărimi | | | % din total tehnologie |
| Bazin de activare BA | 274 | 4-6 | 43 (64) | 15.69 | 76.111 |
| | | 8-10 | 142 (164) | 51.82 | |
| | | 12-24 | 62 (91) | 22.62 | |
| | | 25-60 | 26 (39) | 9.48 | |
| | | 80 | 0 (1) | 0 | |
| | | 100 | 1 (1) | 0.36 | |
| Filtru biologic, (prin picurare) FB | 73 | 4-6 | 19 (64) | 26.02 | 20.277 |
| | | 8-10 | 16 (164) | 21.91 | |
| | | 12-24 | 27 (91) | 36.98 | |
| | | 25-60 | 11 (39) | 15.06 | |
| | | 80 | 0 (1) | 0 | |
| | | 100 | 0 (1) | 0 | |
| Contactori biologici rotativi CBR | 9 | 4-6 | 1 (64) | 11.11 | 2.500 |
| | | 8-10 | 4 (164) | 44.44 | |
| | | 12-24 | 1 (91) | 11.11 | |
| | | 25-60 | 2 (39) | 22.22 | |
| | | 80 | 1 (1) | 11.11 | |
| | | 100 | 0 (1) | 0 | |
| Corp aerob scufundat CAS | 0 | 4-6 | 0 (64) | 0 | 0.000 |
| | | 8-10 | 0 (164) | 0 | |
| | | 12-24 | 0 (91) | 0 | |
| | | 25-60 | 0 (39) | 0 | |
| | | 80 | 0 (1) | 0 | |
| | | 100 | 0 (1) | 0 | |
| Stație de epurare cu plante SEP | 4 | 4-6 | 1 (64) | 25.00 | 1,111 |
| | | 8-10 | 2 (164) | 50.00 | |
| | | 12-24 | 1 (91) | 25.00 | |
| | | 25-60 | 0 (39) | 0 | |
| | | 80 | 0 (1) | 0 | |
| | | 100 | 0 (1) | 0 | |
| Total general | 360 | X | X | X | 100 |

În paranteză este trecut numărul total de microstații analizate pentru mărimea respectivă, (a se vedea tabelul anterior).

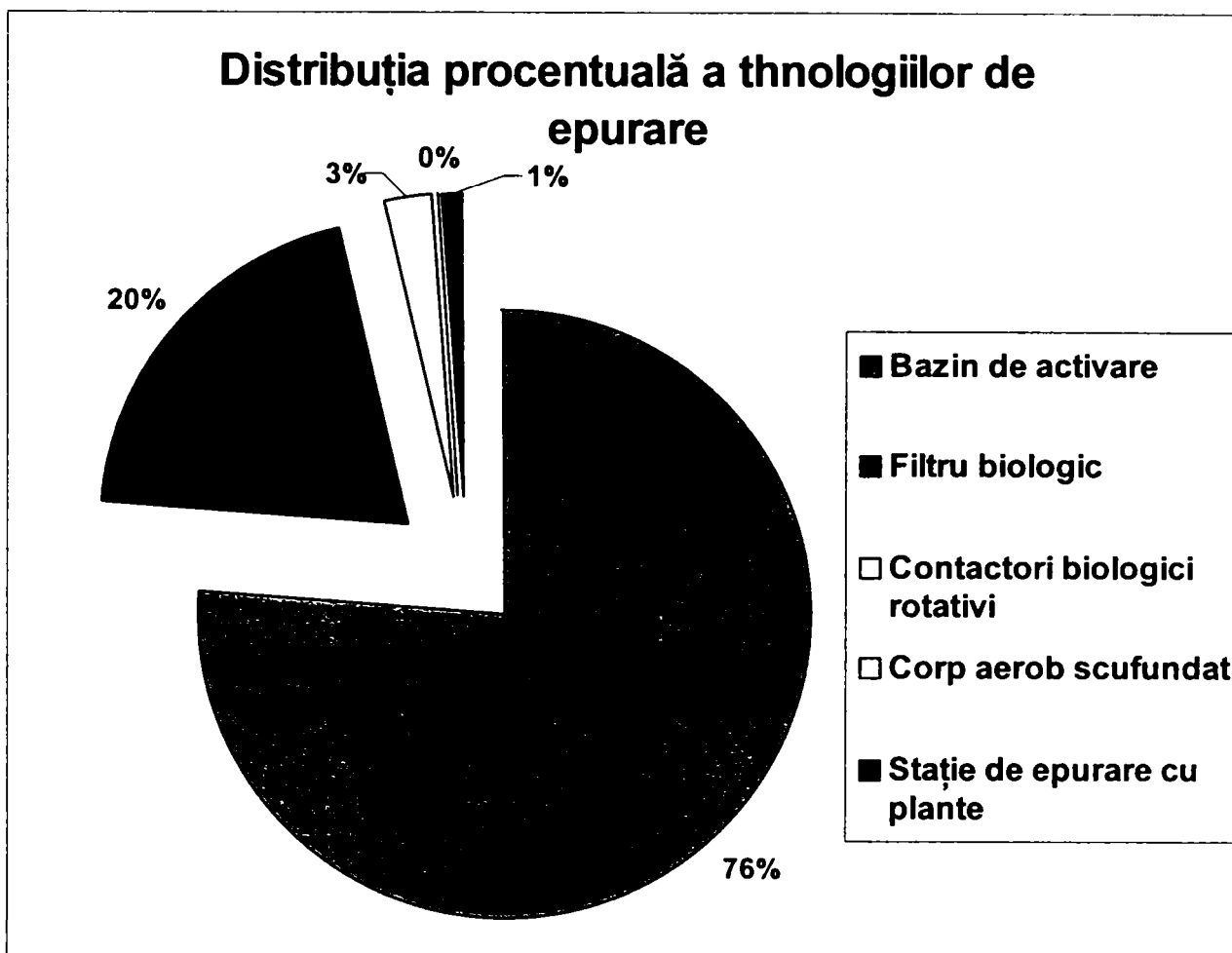


Fig. 6.1 Distribuția procentuală a tehnologiilor de epurare

6.1.2 Probleme constatate în exploatarea și întreținerea microstațiilor de epurare

Microstații pentru 4-6 locuitori echivalenți:

Total microstații analizate 64;

Perioada de funcționare 1 - 8 ani, (majoritatea buletinelor de analiză se referă la o perioadă de 6 ani);

Numărul de defecte majore 9, 7 la BA, 2 la FB, tabela 6.3:

Tabela 6.3

Probleme constatate la microstațiile pentru 4-6 locuitori echivalenți

| Nr. crt. | Tipul defectului | Număr defecte | Obs. |
|----------|--|---------------|---|
| A | Microstații cu bazine de activare | | |
| 1 | Defect temporizator, (automatizare) | 1 | Blocarea funcționării instalației |
| 2 | Înfundat filtru aer | 1 | Funcționarea defectuoasă a aerării, influențarea negativă a funcționării bazinului de activare, blocare gazlift |
| 3 | Blocaj electroventil | 1 | Pătrundere de corpuri străine dure, (pietricele) |
| 4 | Înfundat circuit recirculare nămol | 2 | Funcționare defectuoasă a bazinului de activare |
| 5 | Deteriorat perete despărțitor compartimente | 1 | Afectarea funcționării corecte a întregii instalații, amestec nedorit între apa din diferitele compartimente |
| 6 | Defect soft control proces | 1 | Blocarea completă a microstației |
| B | Microstații cu filtre biologice | | |
| 1 | Pompă sifon înfundată (pompă transfer înfundată) | 2 | Furtunuri distruse de rozătoare, afectarea funcționării corecte a întregii instalații |

Alte recomandări generale și intervenții tehnice menționate în buletinele de analiză:

Instalații cu bazin de activare:

- amorsarea mai rapidă a instalației prin adaos de coagulant și/sau nămol de altoire;
- reglarea intensității de aerare;
- reglarea concentrație de nămol în bazinul de activare;
- golirea compartimentului de decantare primară/secundară, (prea mult nămol acumulat);
- înlăturarea de nămol plutitor de la intrare;
- curățirea generală a instalației, reamorsarea acesteia, (prea mult nămol acumulat);
- înlocuit componente uzate ale sistemului de aerare, (filtru, distribuitor, aerator).

Instalații cu filtre biologice:

- spălarea periodică a jgheaburilor de distribuție a apei, (asigurarea unei distribuții uniforme), îndepărtarea depunerilor încrustate de pe jgheaburi.

Microstații pentru 8-10 locuitori echivalenți:

Total microstații analizate 164;

Perioada de funcționare 3 - 6 ani, (majoritatea buletinelor de analiză se referă la o perioadă de 6 ani);

Numărul de defecte majore 16, 15 la BA, 1 la CBR, tabela 6.4:

Tabela 6.4

Probleme constatate la microstațiile pentru 8-10 locuitori echivalenți

| Nr. crt. | Tipul defectului | Număr defecte | Obs. |
|--|---|---------------|---|
| A Microstații cu bazine de activare | | | |
| 1 | Deconectare automată de la tabloul de siguranțe | 2 | Deconectarea este cauzată de suprasolicitarea unui consumator, de regulă motor antrenare pompă, și duce la oprirea întregului proces de epurare |
| 2 | Defect sistem aerare | 9 | Defect rezultat prin înfundarea filtrelor de aer, înfundarea aeratoarelor, deteriorarea conductelor de legătură sau a suflantelor, (compresoarelor) |
| 3 | Defectarea de ventile | 1 | Defect rezultat prin ruginirea ventilelor, (se recomandă materiale de calitate) |
| 4 | Defect pompă, (recirculare sau evacuare nămol) | 3 | Defectul conduce la funcționarea defectuoasă sau chiar întreruperea funcționării bazinului de activare, respectiv la colmatarea cu nămol a decantorului |
| B Microstații cu contactor biologic rotativ | | | |
| 1 | Defect motor acționare tambur | 1 | Defectul conduce la întreruperea funcționării instalației |

Alte recomandări generale și intervenții tehnice menționate în buletinele de analiză:

Instalații cu bazin de activare:

- amorsarea mai rapidă a instalației prin adaos de coagulant și/sau nămol de altoire;
- efectuarea de reparații curente la instalația de aerare;
- reglarea intensității de aerare;
- reglarea concentrației de nămol în bazinul de activare;
- golirea compartimentului de decantare primară/secundară, (prea mult nămol acumulat);
- înlăturarea de nămol plutitor de la intrare;
- curățirea generală a instalației, reamorsarea acesteia, (prea mult nămol acumulat);
- instruirea beneficiarului despre utilizarea corectă a detergenților biodegradabili și a altor soluții de curățire;

Capitolul 6

- atragerea atenției beneficiarilor de pericolul înfundărilor datorate materialelor textile aruncate în canal;
- mențiuni legate de beneficiarii care-și revizuiesc singuri instalația de epurare.

Instalații cu filtre biologice:

- spălarea periodică a jgheburilor de distribuție a apei, (asigurarea unei distribuții uniforme), îndepărtarea depunerilor încrustate de pe jgheaburi.

Microstații pentru 12-24 locuitori echivalenți:

Total microstații analizate 91;

Perioada de funcționare 3 - 8 ani, (majoritatea buletinelor de analiză se referă la o perioadă de 6 ani);

Numărul de defecte majore 11, la 7 BA, la 4 FB, tabela 6.5:

Tabela 6.5

Probleme constatate la microstațiile pentru 12-24 locuitori echivalenți

| Nr. crt. | Tipul defectului | Număr defecte | Obs. |
|--|---|---------------|---|
| A Microstații cu bazine de activare | | | |
| 1 | Defect temporizator, (automatizare) | 2 | Blocarea funcționării instalației |
| 2 | Defect sistem aerare | 1 | Defect rezultat prin înfundarea filtrelor de aer, înfundarea aeratoarelor, deteriorarea conductelor de legătură sau a suflantelor, (compresoarelor) |
| 3 | Defect circuit recirculare, (înfundare pompă sau conductă de nămol) | 3 | Defectul conduce la funcționarea defectuoasă sau chiar întreruperea funcționării bazinului de activare, respectiv la colmatarea cu nămol a decantorului |
| 4 | Defect pompă evacuare apă epurată | 1 | Defectul conduce la înecarea instalației |
| B Microstații cu filtre biologice | | | |
| 1 | Defect pompă nămol | 2 | Defectul conduce la întreruperea funcționării instalației |
| 2 | Înfundat pompă nămol | 1 | Defectul conduce la întreruperea funcționării instalației |
| 3 | Defect temporizator, (automatizare) | 1 | Blocarea funcționării instalației |

Alte recomandări generale și intervenții tehnice menționate în buletinele de analiză:

Instalații cu bazin de activare:

- reglarea concentrației de nămol în bazinul de activare;
- golirea compartimentului de decantare primară/secundară, (prea mult nămol acumulat);
- înlăturarea de nămol plutitor de la intrare;
- curățirea generală a instalației, reamorsarea acesteia, (prea mult nămol acumulat);

Capitolul 6

- instruirea beneficiarului despre utilizarea corectă a detergenților biodegradabili și a altor soluții de curățire;
- atragerea atenției beneficiarilor de pericolul înfundărilor datorate materialelor textile aruncate în canal;
- atragerea atenției beneficiarilor de prejudiciul cauzat de grăsimile care pătrund în instalația de epurare;
- îndepărtarea nămolului încrustat de pe peretele decantorului secundar;
- mențiuni legate de beneficiarii care-și întrețin singuri instalația de epurare, (instalații întreținute de asociația de proprietari).

Instalații cu filtre biologice:

- spălarea periodică a jgheburilor de distribuție a apei, (asigurarea unei distribuții uniforme), îndepărtarea depunerilor încrustate de pe jgheaburi.

Microstații pentru 25-60 locuitori echivalenți:

Total microstații analizate 39;

Perioada de funcționare 3 - 6 ani, (majoritatea buletinelor de analiză se referă la o perioadă de 6 ani);

Numărul de defecte majore 3, la 1 BA, la 2 FB, tabela 6.6:

Tabela 6.6

Probleme constatate la microstațiile pentru 25-60 locuitori echivalenți

| Nr. crt. | Tipul defectului | Număr defecte | Obs. |
|----------|-----------------------------------|---------------|---|
| A | Microstații cu bazine de activare | | |
| 1 | Contactor electromagnetic defect | 1 | Blocarea funcționării instalației |
| B | Microstații cu filtre biologice | | |
| 1 | Defect pompă nămol | 2 | Defectul conduce la întreruperea funcționării instalației |

Alte recomandări generale și intervenții tehnice menționate în buletinele de analiză:

Instalații cu bazin de activare:

- golirea compartimentului de decantare primară/secundară, (prea mult nămol acumulat);
- înlăturarea de nămol plutitor de la intrare;
- curățirea generală a instalației, reamorsarea acesteia, (prea mult nămol acumulat);
- îndepărtarea nămolului încrustat de pe peretele decantorului secundar;
- mențiuni legate de beneficiarii care-și întrețin singuri instalația de epurare, (instalații întreținute de asociația de proprietari).

Instalații cu filtre biologice:

Capitolul 6

- spălarea periodică a jgheburilor de distribuție a apei, (asigurarea unei distribuții uniforme), îndepărtarea depunerilor încrustate de pe jgheaburi.

Probleme legate de exploatare și întreținere:

Microstații pentru 80 locuitori echivalenți:

Total microstații analizate 1, contactor biologic rotativ;

Perioada de funcționare 4 ani;

Microstații pentru 100 locuitori echivalenți:

Total microstații analizate 1, bazin de activare;

Perioada de funcționare 5 ani;

Numărul de defecte majore 0.

Alte recomandări generale și intervenții tehnice menționate în buletinele de analiză:

Pentru microstația de 80 locuitori echivalenți deserviți s-a prevăzut înlocuirea compresorului, golirea decantorului primar și descărcarea grăsimilor acumulate în separatorul de grăsimi.

Pentru microstația de 100 locuitori echivalenți deserviți s-a recomandat mărirea timpului de aerare sau micșorarea concentrației de nămol din bazinul de activare.

Tipul și numărul defectelor, tabela 6.7:

Tabela 6.7
Tipul și numărul defectelor

| Tipul și numărul defectelor | | |
|-----------------------------|--|--------------------|
| Nr. crt. | Tipul defectului | Numărul de defecte |
| 1 | Defecte legate de sistemul de aerare | 11 |
| 2 | Defecte ale pompelor | 10 |
| 3 | Defecte legate de partea de acționare electrică și electronică; | 7 |
| | Decuplări automate ale instalației în urma unor avarii; | 2 |
| 4 | Înfundări de circuite, (recirculare nămol, alimentare apă brută, evacuare apă limpezită) | 6 |
| 5 | Deteriorarea construcției instalației | 1 |
| 6 | Defecte legate de motoarele de acționare | 1 |
| 7 | Defect soft control proces | 1 |
| Total defecte | | 39 |

Numărul de defecte pe mărimi și tehnologii, raportul dintre numărul total de defecte pe mărime și numărul de instalații pe mărime, tabela 6.8:

*Tabela 6.8
Numărul de defecte pe mărimi și tehnologii*

| Mărime (total stații) | Număr total defecte | Număr defecte pe tehnologie | | | | | Nr. def./ Nr. stații |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|----|-----|-----|-----|-------------------------|
| | | BA | FB | CBR | CAS | SEP | |
| 4-6 (64) | 9 | 7 | 2 | - | - | - | 9/64 (0.140) |
| 8-10 (164) | 16 | 15 | - | 1 | - | - | 16/164 (0.097) |
| 12-24 (91) | 11 | 7 | 4 | - | - | - | 11/91 (0.120) |
| 25-60 (39) | 3 | 1 | 2 | - | - | - | 3/39 (0.076) |
| 80 (1) | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - |
| 100 (1) | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - |
| (360) | 39 | 30 | 8 | 1 | - | - | 39/360 (0.108) |

Raportul dintre numărul de defecte pe tehnologie și total stații pe tehnologie, tabela 6.9:

*Tabela 6.9
Raportul dintre numărul de defecte pe tehnologie și total stații pe tehnologie*

| Număr defecte pe tehnologie / număr total instalații pe tehnologie | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|----------------|-----|-----|
| Tehnologie | BA | FB | CBR | CAS | SEP |
| Nr. def. | 30 | 8 | 1 | - | 0 |
| Nr. inst. | 274 | 73 | 9 | 0 | 4 |
| Raport | 30/274 (0.109) | 8/73 (0.109) | 1/9 (0.111) | - | 0 |

Evaluarea defectelor și a perturbărilor apărute

Defecte ale sistemului de aerare, sunt defecte care conduc la o funcționare nesatisfăcătoare a bazinului de activare. În cazul că transferul amestecului apă-nămol se face prin intermediul unui gazlift, și acest transfer va fi afectat, afectând și mai mult eficiența bazinului de activare.

Defecte ale sistemului de aerare pot interveni din mai multe motive, cum ar fi nefuncționarea corectă a compresorului, deteriorarea furtunurilor de legătură, blocarea sistemului de control al distribuției aerului, blocarea valvelor, (electrovalvelor), înfundarea plăcuțelor sau a membranelor de aerare.

Defecte ale pompelor, sunt probabil în tehnica de epurare cele mai frecvente defecte întâlnite. Pompele se pot distruge fie datorită uzurii mecanice intense, apa de canal fiind încărcată și cu materii dure, cum ar fi nisipul, cioburile de sticlă, așchii metalice, sau datorită blocării rotorului pompei datorită pătrunderii unor corpuri dure sau înfășurării pe rotor a fibrelor textile. Se recomandă utilizarea pompelor specializate, realizate din materiale superioare, (oțel inoxidabil, teflon, alamă, ș.a.), sau a pompelor prevăzute cu tocătoare, (cominutoare). Această ultimă este poate prea pretențioasă pentru microstații, dar este o soluție aplicată cu succes mai la stațiile de pompare intermediară, desfășurate pe rețeaua de canalizare unde pericolul înfundării este foarte mare.

Blocarea axului pompei atrage după sine și blocarea rotorului electromotorului. În caz că sistemele de protecție, (relee maximale de curent), nu decuplează motorul de la alimentarea cu energie electrică este posibil ca și el să se distrugă. Scoaterea din funcțiune a unei pompe poate atrage după sine chiar inundarea microstației.

Defectele legate de partea de acționare electrică și electronică le putem numi de fapt defecte ale „creierului” microstației. Succesiunea acționărilor care conduc la desfășurarea procesului de epurare pot fi dirijate de un orologiu sau chiar de un calculator de proces. Microstațiile complexe sunt dotate și cu un sistem de senzori, (de exemplu senzori de nivel), care oferă f. B. Necesari conducerii proceselor. Cu cât controlul unei instalații de epurare este mai complex cu atât și performanțele vor fi mai ridicate. Pentru microinstalații însă, nu se justifică întotdeauna o automatizare foarte sofisticată, deoarece acestea presupun o întreținere mai pretențioasă, prețul instalației crește foarte mult, performanțele de epurare nu sunt întotdeauna superioare instalațiilor simple, iar o fiabilitate ridicată este greu de menținut.

Cele mai uzuale automatizări cuprind comanda pompelor în funcție de răspunsul senzorilor de nivel, temporizatoarele, care dirijează diferitele secvențe ale proceselor și protecțiile la suprasarcini, care semnalizează avariile și comandă pornirea pompelor de avarie. La instalațiile simple toată partea de acționare și control este cuprinsă într-un tablou de comandă montat în imediata vecinătate a microstației. În anumite situații se poate justifica și acționarea și controlul de la distanță.

Înfundarea circuitelor poate apărea atât la cele de nămol, (de exemplu circuitul de recirculare a nămolului activ), dar și la instalațiile de aerare, transportului de apă brută sau epurată. Conductele de nămol se înfundă de regulă datorită încrustării nămolului sau datorită formării de dopuri cauzate de materialele grosiere, care nu au fost reținute de sita de protecție. În cazul conductelor de aer înfundările apar la filtrul de aer, prin încărcarea acestuia, în conducte, datorită dopurilor de gheață sau la plăcuțele sau membranele de aerare prin înfundarea acestora cu nămol. Conductele de apă se pot înfunda ușor datorită fuiorului format de fibrele textile în combinație cu grăsimile din apă sau datorită nămolului plutitor care se aglomerează în dreptul secțiunilor de evacuare.

Înfundarea conductelor poate duce la afectarea proceselor de epurare sau chiar la blocarea completă a stației. Înfundarea circuitelor de aerare se poate observa prin dispariția agitării în bazinul de activare iar înfundarea unei conducte de nămol sau apă duce la ridicarea nivelului apei în bazinul respectiv. Dacă circuitele sunt alimentate prin pompare, înfundările se observă prin semnalizarea suprasarcinii și decuplarea pompelor de către relele de protecție.

Deteriorarea construcției instalației este un defect mai rar întâlnit. El duce la amestecul nedorit al apei din diferitele compartimente, perturbarea circuitelor hidraulice ș.a. Deteriorarea construcției se poate datora tasărilor neuniforme ale terenului de fundare, suprasarcinilor produse de trecerea utilajelor grele, înghețului, greșelilor de manipulare, stocare și montaj, deteriorării în timp a materialelor din care este executată stația, lovituri ș.a.

Defectarea motoarelor de acționare, se datorează în general blocării pompelor sau gripării compresoarelor, (dacă acestea sunt compresoare cu piston acționate de motoare electrice). Majoritatea pompelor care echipează microstațiile de epurare sunt pompe submersibile, care fac corp comun cu motorul de acționare. Pătrunderea de corpuri străine sau formarea de fuior pe rotorul pompei duce la blocarea acesteia și implicit la distrugerea motorului de acționare. O reglare corespunzătoare a releelor maxime de curent poate preveni această avarie prin decuplarea motorului la apariția suprasarcinii. O altă cauză a defectării motoarelor electrice de acționare a pompelor submersibile este distrugerea semeringului de etanșare dintre pompă și motor. În această situație este puțin probabil ca motorul să fie decuplat în timp util de la tabloul de comandă.

Din totalul de 360 de fișe de observații analizate apare o singură dată remarcă legată de blocare calculatorului de proces, respectiv de imposibilitatea reinstalării și restartării softului necesar. Controlul unei microstații de epurare sau chiar a unei stații mici de epurare prin intermediul calculatorului este un lucru mai puțin obișnuit, datorită faptului că acesta ar măări considerabil costul investiției inițiale și ar reduce fiabilitatea întregului sistem. Pentru o funcționare sigură consider că este necesară o dublare a calculatorului de o automatizare clasică.

6.1.3 Concluzii

Instalațiile de epurare cu bazin de activare cu alimentare continuă sunt prima opțiune în rândurile beneficiarilor respectiv ai operatorilor. Acest lucru se datorează următoarelor aspecte:

- vasta experiență acumulată în domeniu, din proiectarea și exploatarea stațiilor de mare capacitate;

- instalațiile se pot dimensiona practic pentru orice număr de utilizatori. La dimensiuni mari, de peste 30 de locuitori echivalenți deserviți, instalațiile pot fi alcătuite din mai multe module de capacitate mică, permițând astfel o etapizare a investiției;

- construcțiile sunt subterane, integrându-se foarte bine în decor;
- instalațiile au o geometrie simplă, de regulă se execută în variantă cilindrică, din care rezultă un volum, respectiv un spațiu minim ocupat;
- majoritatea producătorilor oferă instalațiile prefabricate, executate din materiale ușoare;
- emanațiile de miros sunt rare și provin de regulă de la fermentarea nămolului primar;
- sunt simple.

Filtrele biologice, a doua opțiune, comparativ cu instalațiile de epurare cu bazin de activare:

- se bazează tot pe o mare experiență dobândită cu filtrele de capacitate mare;
- spațiul ocupat este mai mare decât la primele iar construcțiile sunt supraterane;
- la un număr redus de locuitori deserviți pot apărea probleme de stabilitate;
- trebuie executate neapărat în variantă acoperită și sunt posibile emanații de miros.

Instalațiile de epurare cu contactoare biologice rotative:

- reprezintă o tehnologie mai puțin răspândită, experiența acumulată în domeniu fiind mai mică decât la primele două tehnologii;
- construcțiile sunt dezvoltate pe orizontală, de regulă au dimensiuni mari, instalațiile se pretează pentru un număr ridicat de locuitori deserviți;
- trebuie executate în variantă acoperită, sunt posibile emanații de miros;
- prezintă dezavantaje datorită rotorului, care prin fixarea peliculei biologice devine foarte greu.

Instalațiile de epurare cu plante:

- sunt mai greu de executat, datorită suprafeței foarte mari ocupate, comparativ cu celelalte tehnologii;
- se pot executa din materiale locale;
- se integrează foarte bine în decor;
- sunt simple;
- experiența acumulată este încă foarte mică.

Cele mai frecvente defecte se referă la defectarea pompelor sau a sistemului de aerare. În ambele cazuri este vorba de agregate cu piese în mișcare.

O cauză a defectării ar fi condițiile grele de lucru. Se recomandă utilizarea pompelor submersibile executate din materiale superioare, (inox), și dacă este posibil, înlocuire pompei cu un sistem de pompare prin gazlift.

Dacă capacitățile sunt mici, se poate renunța la compresorul clasic, cu piston, în favoarea unui compresor cu membrană. Acesta fiind mai silențios și mai economic.

6.2 Optimizarea procesului de epurare pentru microstația de epurare ORM 5

6.2.1 Descrierea instalației experimentale

Sistemul ORM cu debit constant, este alcătuit dintr-un rezervor, compartimentat în patru compartimente și care este realizat din PAFS (rășini poliesterice armate cu fibra de sticlă). În cele patru compartimente au loc următoarele procese mecanice și biochimice de epurare, [87], [125], [127], [128]:

Compartimentul 1, acest compartiment joacă rol de bazin de recepție, de decantor primar și de stație de pompare, Br, Dp, Sp, el preluând debitul influent de apă uzată. Printr-un sistem de pompare și distribuție apa acumulată este transferată spre compartimentul doi cu un debit constant, (încărcare hidraulică constantă). Surplusul de debit este recirculat, asigurându-se astfel o bună omogenizarea a apei acumulate.

În compartiment este imersată o pompă submersibilă, protejată de un grătar pentru reținerea materialului dur și grosier. Pompa alimentează un distribuitor de debit, (patent ORM), care are rolul de a limita transferul la un debit determinat de apa uzată spre compartimentele de oxidare, excesul de apă uzată fiind reținut în compartimentul de acumulare. Pentru modelul ORM-5 debitul transferat este de 1l/s.

Debitul de apă netransferat este recirculat prin intermediul pompei.

Este foarte important ca în primul compartiment să se realizeze o bună omogenizare a apei uzate. Materialele grosiere se vor depune în zonele moarte ale compartimentului 1, de unde vor fi îndepărtate periodic.

Compartimentele 2 și 3, Ba1 și Ba2, alcătuiesc bazinul de activare al microstației. Compartimentele sunt delimitate fizic printr-un perete semiînecat, fiecare compartiment fiind dotat cu câte o placă de aerare. Recircularea nămolului activ din decantorul secundar se face în compartimentul 1, iar legătura dintre activare și decantorul secundar se realizează gravitațional din compartimentul 2.

Compartimentul 4, Ds, reprezintă decantorul secundar, (fiind și cel mai mic compartiment). În acest compartiment are loc sedimentarea nămolului secundar. O parte din acest nămol va fi recirculat, iar o altă parte va fi reținută în rezervorul de stocare a nămolului. Recircularea nămolului se face prin intermediul unui sistem gaz-lift, care funcționează pe toată durata aerării. Prelevarea apei epurate se face printr-un tub scufundat cu orificii.

Detaliile instalației sunt redată în figurile 6.2 a, b, c și în anexa 4.

Aerarea se realizează prin intermediul unui compresor a cărui funcționare este comandată de un temporizator și trei plăcuțe de aerare. Plăcuțele de aerare sunt montate două în bazinul de activare și una, (pentru o aerare de suprafață), în decantorul secundar.

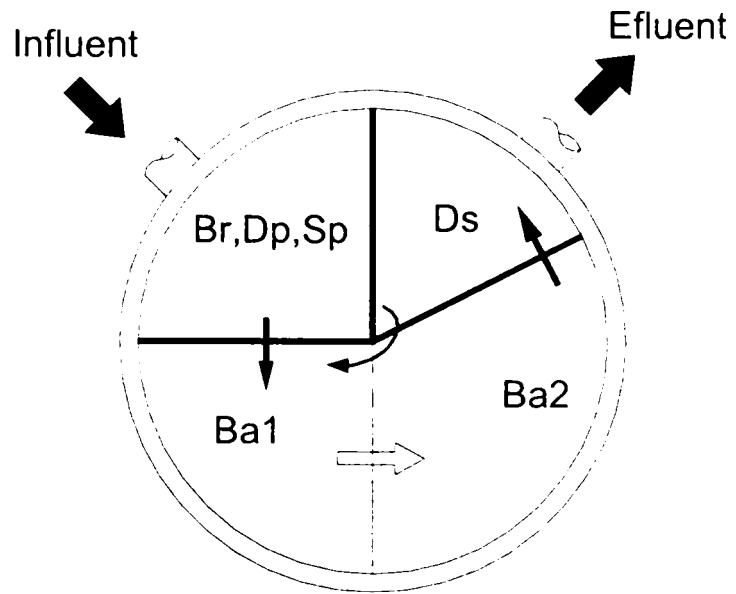


Figura 6.2 a Vedere în plan, circuitul apei



Figura 6.2 b Vedere în plan

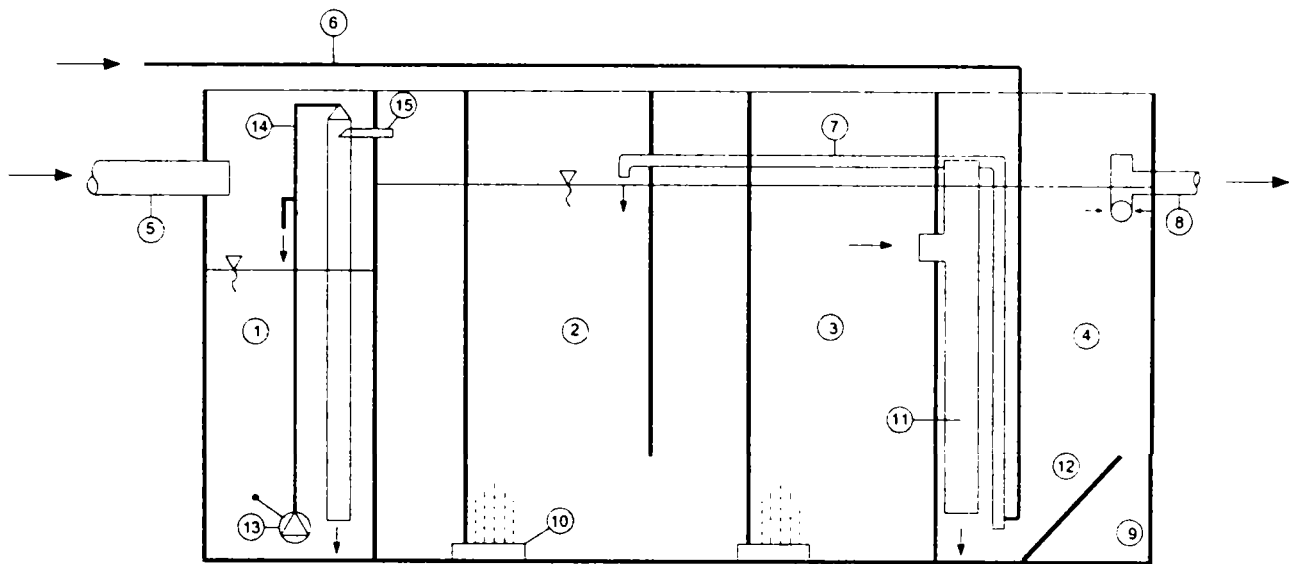


Figura 6.2 c Profilul desfășurat al instalației

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 bazin recepție și decantor primar | 8 ieșire (Dn 100mm) |
| 2 bazin de activare compartiment 1 | 9 compartiment stocare nămol |
| 3 bazin de activare compartiment 2 | 10 placă aerare |
| 4 decantor secundar | 11 tub alimentare decantor secundar |
| 5 intrare (Dn 100mm) | 12 scut |
| 6 alimentare aer | 13 pompă alimentare-recirculare |
| 7 conductă reflux gazlift (Dn 50mm) | 14 conductă refluxare pompă |
| | 15 ștuț alimentare bazin aerare |

6.2.2 Optimizarea duratei secvențelor de aerare din cadrul procesului de epurare biologică

Microstația de epurare a fost pusă în funcție pe data de 24.05.2006, alimentarea făcându-se de două ori pe zi, (dimineața la ora 8.00 și după amiaza la ora 16.00), cantitatea totală de apă uzată influentă fiind de 800l. Apa uzată a fost prelevată din stația de epurare a municipiului Timișoara, după separarea nisipului și a grăsimilor. Totuși, această apă brută poate fi considerată ca o apă *extremă* pentru experimentele care vor fi descrise. Acest aspect se datorează în primul rând inhibitorilor care provin de la apa uzată industrială, și depreciază mult activitatea treptei biologice, dar și a încărcării remanente în grăsimi.

Buna funcționare, dată în primul rând prin stabilitatea reactorului este condiționată direct de intensitatea și durata aerării aplicate.

Plecând de la considerentul că s-a propus autoamorsarea instalației, s-a încercat întâi o aerare foarte intensă:

Secvențe de aerare de 60 de minute cu pauze de 30 de minute.

1) 30min 30min 30min 30min 30min 30min..... timp total aerare 2/3 din 24h

1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0

Aceste secvențe de aerare s-au menținut timp de nouă zile, perioadă în care conținutul de oxigen dizolvat a fost foarte ridicat, aproape de saturație. S-a reușit totuși obținerea unor rezultate bune ale caracteristicilor fizice ale efluentului, (anexa 2)

Prima reducere a duratei de aerare a însemnat reducerea la jumătate a timpului de aerare. Secvențe de 30 de minute cu pauze de 30 de minute.

2) 30min 30min 30min 30min 30min 30min..... timp total aerare 1/2 din 24h

1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0

Aceste secvențe de aerare au s-au menținut timp de trei zile, perioadă în care conținutul de oxigen dizolvat din bazinul de activare înregistra valori mai ridicate de 7mgO₂/l.

S-a redus în continuare durata da aerare, stabilindu-se un timp de aerare de 30 de minute urmat de o pauză de 60 de minute.

3) 30min 30min 30min 30min 30min 30min..... timp total aerare 1/3 din 24h

1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0

Aceste secvențe de aerare s-au menținut timp de trei zile, fără să se constate o reducere semnificativă a cantității de oxigen dizolvat din bazinul de aerare.

Datorită faptului că din condiții tehnice timpul de aerare de 30 de minute nu a putut fi redus, s-a recurs la mărirea pauzei dintre două aerări, la 90 de minute.

4) 30min 30min 30min 30min..... timp total aerare 1/4 din 24h

1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0

Acest regim de lucru s-a menținut timp de 41 de zile de funcționare. În această perioadă cantitatea de oxigen dizolvat a fost diminuată la 3.40 – 6.20 mgO₂/l. Această cantitate este încă foarte mare față de limita de 2.00 mgO₂/l oferită în literatura de specialitate.

Motivul conținutului foarte ridicat de oxigen dizolvat a fost de fapt recircularea foarte intensă produsă de pompa de transfer, figura 6.3:



*Aerarea intensă se produce prin refularea apei prin ștuț și dispozitivul de regalare a debitului.
Debitul transferat fiind de 1l/min iar debitul pompei este mai mare de 1l/s.*

Figura 6.3 „Detaliu bazin recepție – funcționare pompă transfer”

Câteva date semnificative conform anexei 2, sunt redată în tabela 6.10:

Tabela 6.10

Valori ale oxigenului dizolvat în apa brută, în apa din bazinul de recepție, în bazinul de activare și în decantorul secundar.

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Oxigen dizolvat (mgO ₂ /l) | 11.0 6 | 12.0 6 | 13.0 6 | 15.0 6 | 16.0 6 | 18.0 6 | 20.0 6 | 22.0 6 | 01.0 7 | 05.0 7 | 07.0 7 |
| Apă brută | | | 0.20 | | 1.1 | 0.50 | 0.30 | | 1.40 | 0.50 | 1.40 |
| Bazin recepție | | 3.90 | 6.10 | 6.00 | 5.10 | 3.40 | 3.00 | | 5.80 | 3.50 | 5.00 |
| Activare | 7.00 | 4.30 | 4.10 | 7.00 | 6.30 | 4.00 | 5.60 | 5.00 | 3.40 | 6.20 | 5.00 |
| Dec. sec. | 5.50 | 1.70 | 4.40 | 5.80 | 3.5 | 1.80 | 2.40 | 1.30 | 4.30 | 3.90 | 4.80 |
| Regim aerare | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) |

Prin înlocuirea programatorului original, s-a putut obține reducerea secvențelor de 30 de minute la 15 minute. De asemenea s-a introdus o pauză de noapte, între orele 0 și 8.00, perioadă în care aerarea se face o singură dată între orele 4.00 și 4.15 rezultă:

5) 15min 45min..... timpul total aerare fiind de 4,5 ore din 24.

La baza acestei decizii a mai stat și constatarea, că după încetarea aerării și implicit a agitării amestecului apă nămol din bazinul de activare, sedimentarea nămolului se produce aproape integral în primele 15 minute, figura 6.4 a, b:

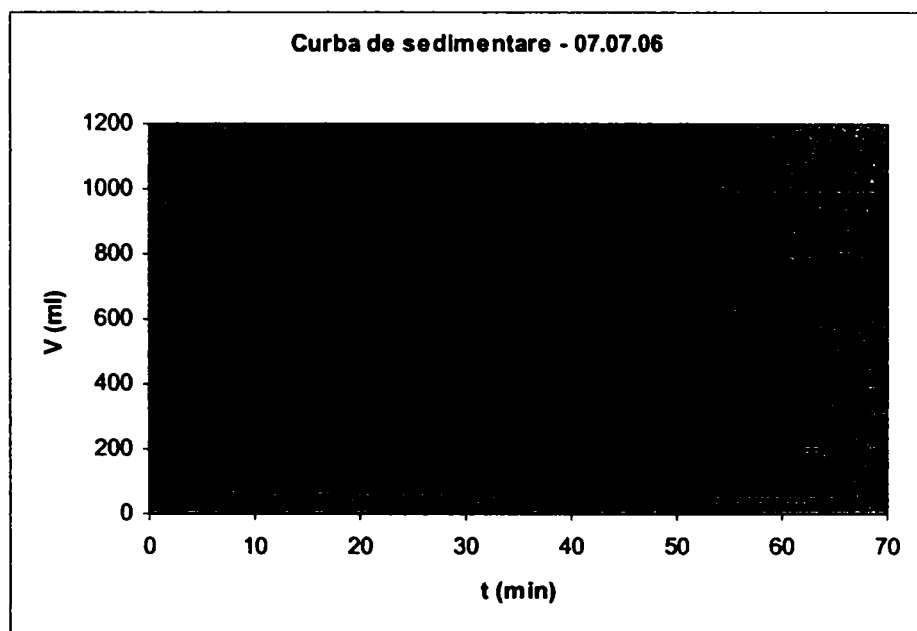


Figura 6.4 a "Curba de sedimentare 07.07.06"

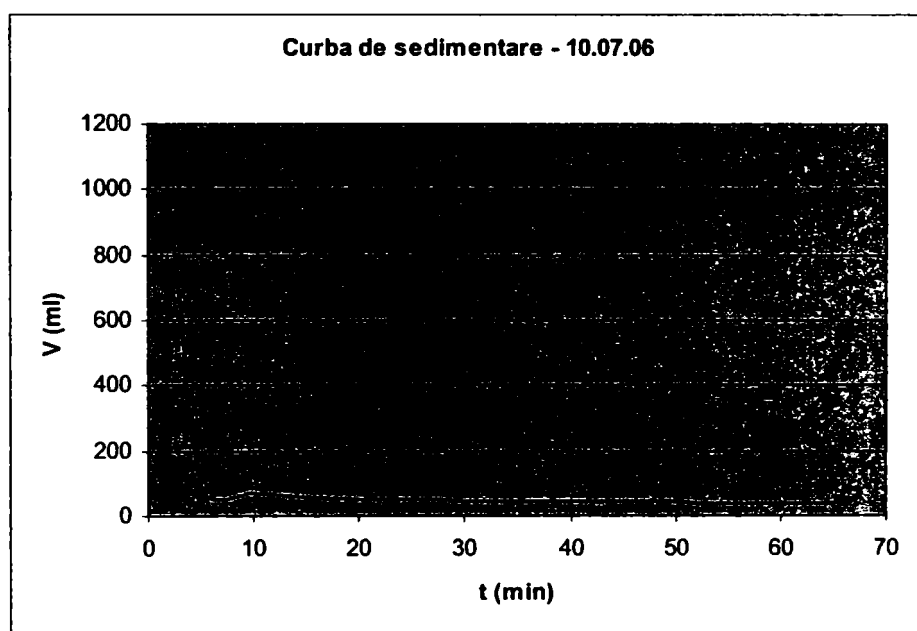


Figura 6.4 b "Curba de sedimentare 10.07.06"

Rezultă practic un *time mort*, în care activitate biologică se desfășoară aproape numai la baza bazinului, pe înălțimea stratului de nămol depus. Acest lucru reiese și din variația concentrației de oxigen dizolvat, în timp, la diferite adâncimi.

S-au efectuat măsurători la adâncimea de 20cm, 50cm, 100cm, la 30 min. 60 min. 90 min. după oprirea aerării, pe durata măsurătorilor bazinul de activare nu a fost alimentat cu apă brută, figura 6.5:

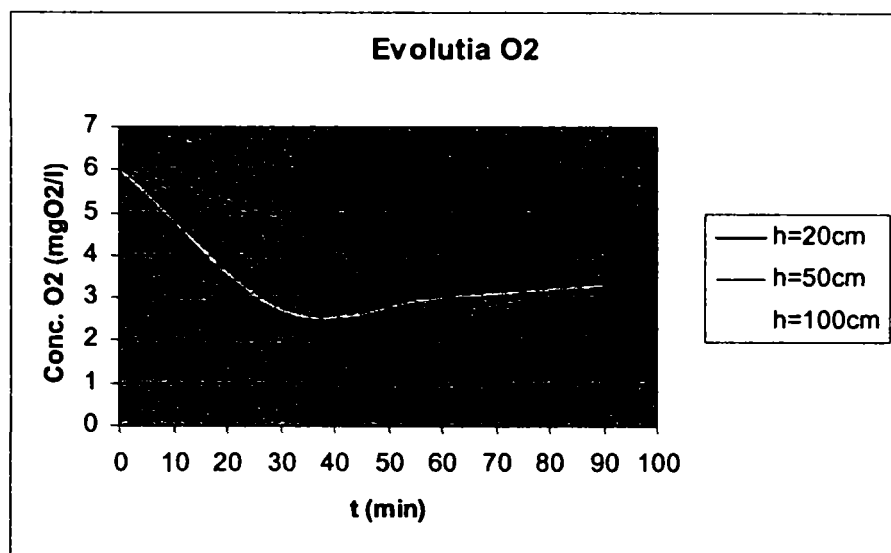


Figura 6.5 "Variația concentrației oxigenului dizolvat din bazinul de activare pe perioada pauzei de aerare"

Alura diagramelor se explică prin faptul că microorganismele, consumatoare de oxigen, precipită, iar gazele se ridică în mod natural spre suprafața apei.

Consumul energetic al compresorului, cu o putere absorbită de 125W, în decurs de o zi este prezentat în tabela 6.11:

Tabela 6.11
Consumul energetic zilnic al compresorului funcție de regimul de aerare

| Regim aerare | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
|---------------------------|----|-----|----|------|------|
| Durata de funcționare (h) | 16 | 12 | 8 | 6 | 4.5 |
| Energia consumată (kWh) | 2 | 1.5 | 1 | 0.75 | 0.56 |

Variațiile indicelui de nămol¹⁾ și ale oxigenului dizolvat din bazinul de activare, sunt redate în figurile 6.6 a, b:

¹⁾ indicele de nămol, (Mohlman), reprezentând volumul ocupat de 1g substanță uscată, după o sedimentare de 30 de minute.

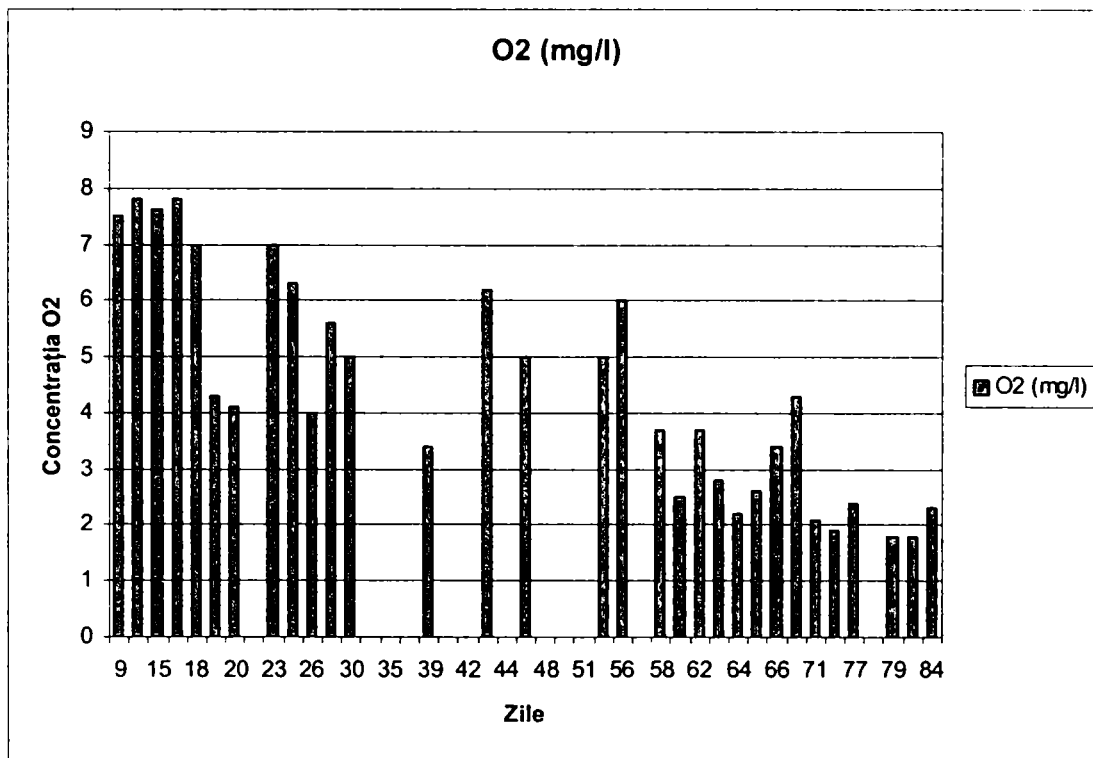


Figura 6.6 a „Concentrația oxigenului din bazinul de aerare”

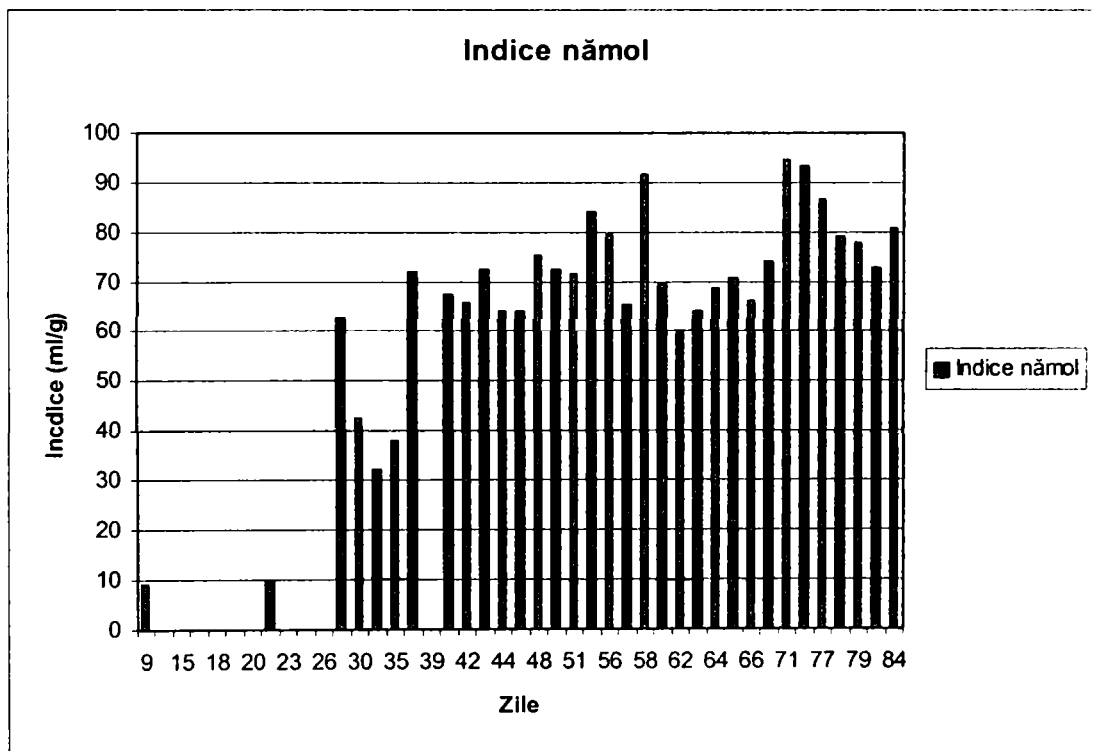


Figura 6.6 b „Indicele de nămol”

Capitolul 6

Se observă că o bună stabilizare a nămolului, cu un indice mai mare de 70ml/g, apare în a doua parte a intervalului, când oxigenul dizolvat se situează sub 5mg/l.

Alți indicatori urmăriți:

Consumul chimic de oxigen, CCO Mn (mg/l), figurile 6.7 a,b:

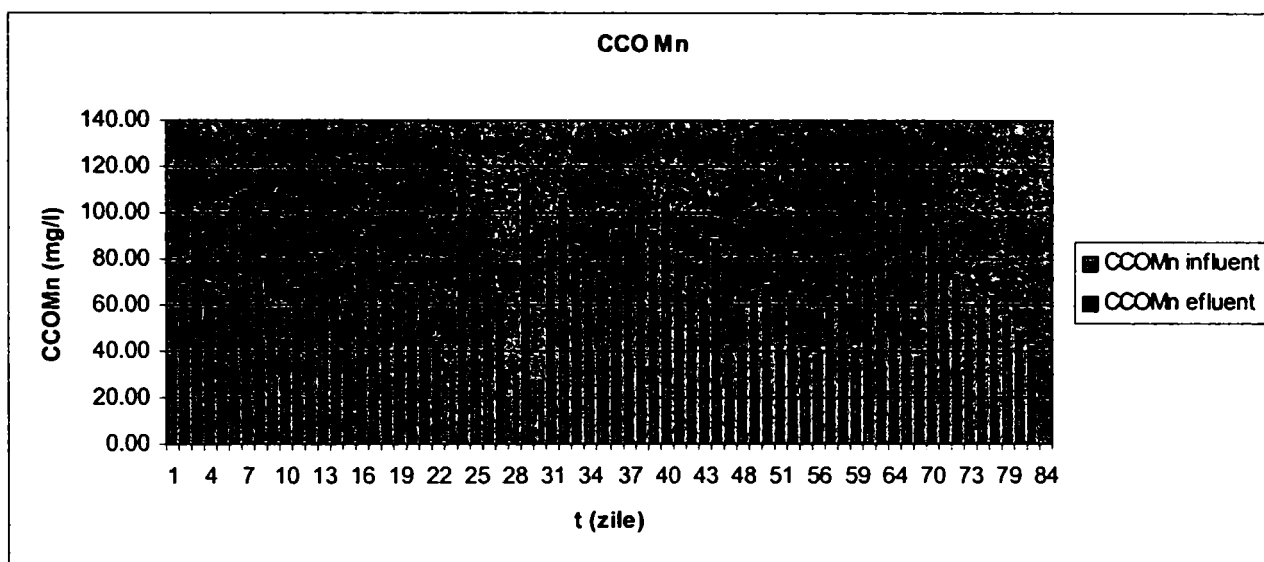


Figura 6.7 a „Consumul chimic de oxigen în influentul și efluentul stației”

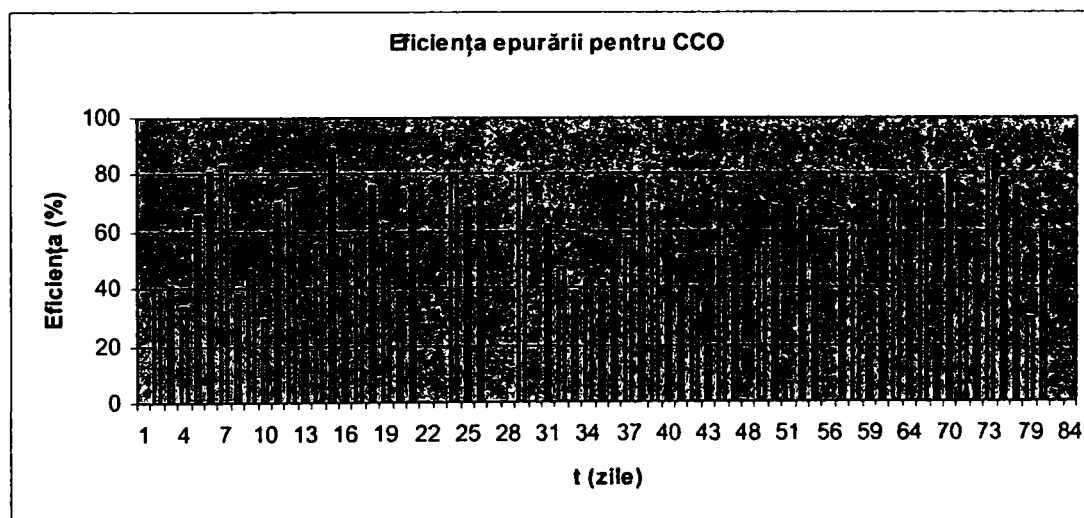


Figura 6.7 b „Eficiența epurării pentru CCO”

Consumul biochimic de oxigen, CBO_5 (mg/l), figurile 6.8 a, b:

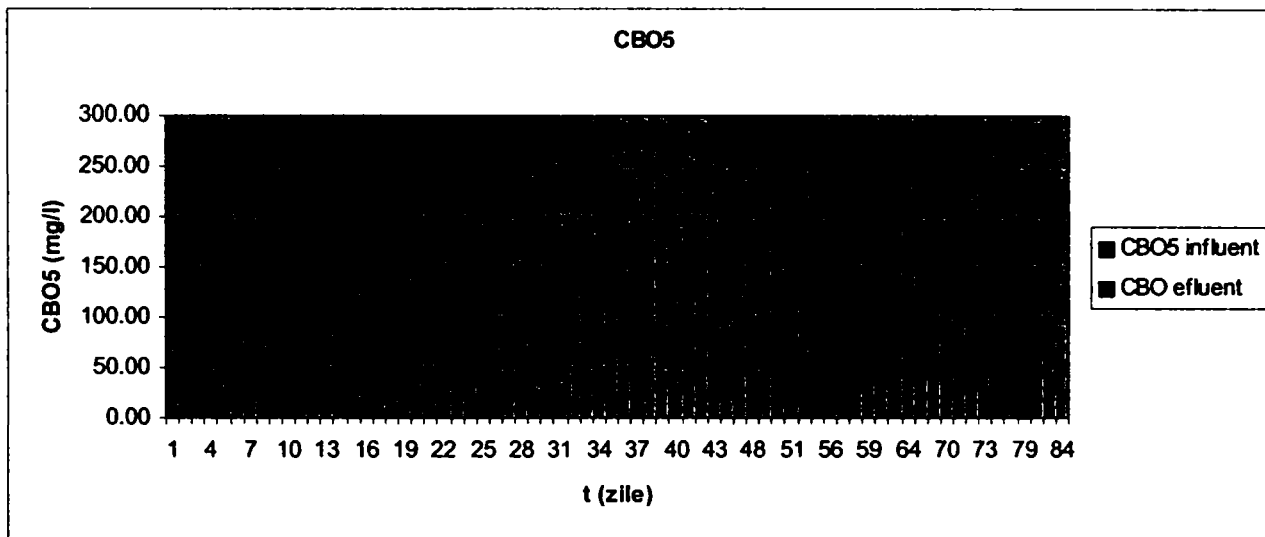


Figura 6.8 a „Consumul biochimic de oxigen în influentul și efluentul stației”

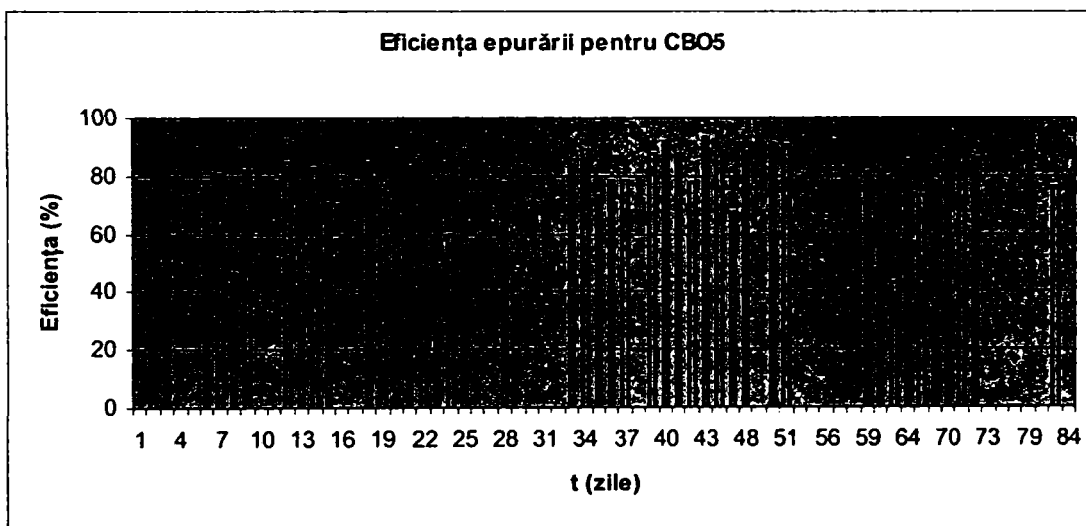


Figura 6.8 b „Eficiența epurării pentru CBO_5 ”

Materii în suspensie, (mg/l), figurile 6.9 a, b:

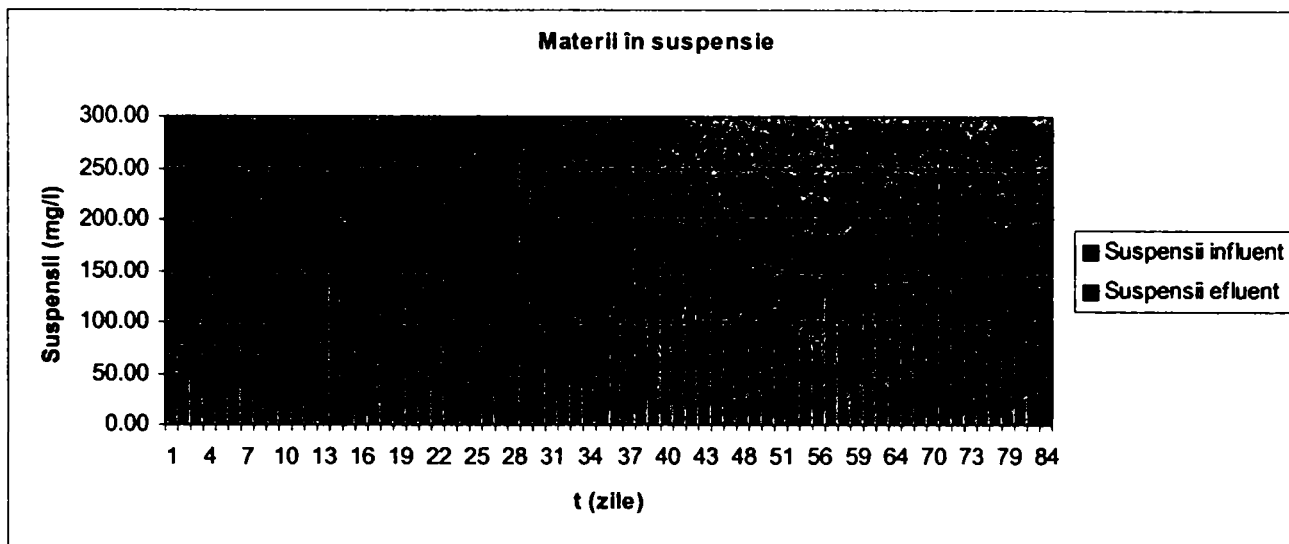


Figura 6.9 a „Materii în suspensie în influentul și efluentul stației”

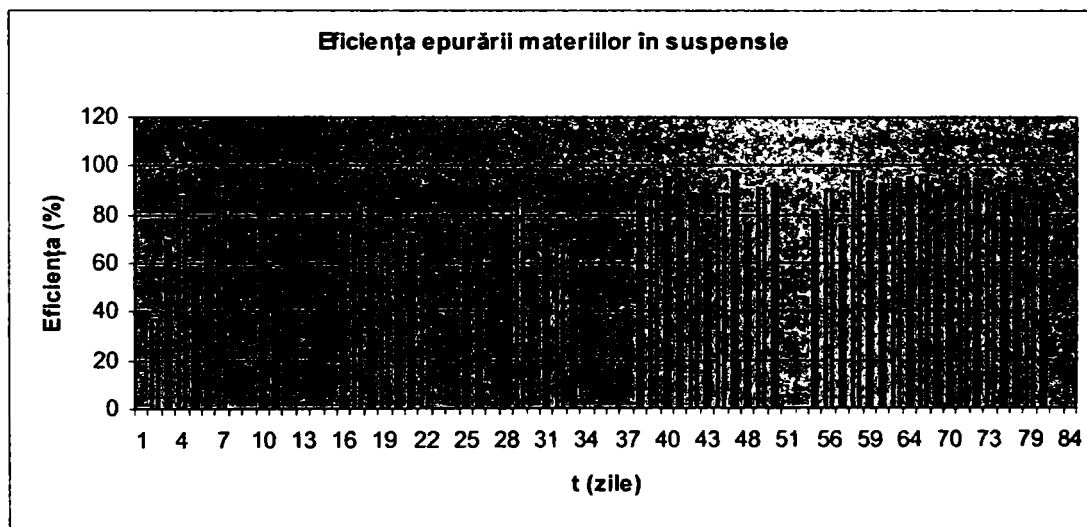


Figura 6.9 b „Eficiența reținerii materiilor în suspensie”

În anexa 2 este prezentată și variația indicatorilor NO_2 , NO_3 , NH_4 , PO_4 , și conductivitatea, din influentul și efluentul instalației.

În concluzie, se poate spune că pentru o aerare optimă, atât ca intensitate cât și ca durată, se obține un nămol activ de bună calitate, care conferă instalației o stabilitate în funcționare.

Stabilirea secvențelor și a intensității de aerare trebuie să se facă ținând cont de:

- particularitățile constructive ale instalației, (din cele prezentate anterior reieșind aportul foarte important adus aerării, de sistemul de alimentare al bazinului de activare);

- timpul de sedimentare, urmărindu-se evitarea unei sedimentări complete a nămolului activ din bazin;

- limitele concentrației de oxigen dizolvat, care în literatura de specialitate sunt recomandate între 2-4mgO₂/l;

- volumul mediu influent în instalație și perioadele de timp în care există debit efluent, rezultând de aici, o *particularizare* a secvențelor de aerare în funcție de modul de consum al apei în decursul a 24 de ore.

Datorită simplității instalațiilor de capacitate mică și foarte mică, posibilitatea reglării intensității de aerare se poate face numai prin refularea în atmosferă a unei fracțiuni din debitul de aer pompat de compresor. De regulă, aceste instalații sunt dotate cu un singur compresor, fără butelie de înmagazinare a aerului, (compresor cu membrană). Alegerea unui compresor de putere mai mică, va duce la diminuarea intensității de aerare, fiind însă posibil să nu poată realiza un amestec satisfăcător apă-nămol și să nu asigure debitul și presiunea de aer necesare instalațiilor de gazlift.

O propunere de optimizare ar fi introducerea unui distribuitor de aer comandat prin electrovalve. Astfel, se pot accesa separat, și la timpi diferiți, circuitele de aerare și cele de gazlift. Dezavantajul ar consta în faptul că se necesită mai multe circuite de aer, (nu se recomandă amplasarea distribuitorului cu electrovalve în bazinul microstației din cauza mediului umed), și un programator mai complex.

6.2.3 Analiza câtorva scenarii de exploatare a microstației ORM 5

S-a urmărit răspunsul instalației la câteva situații des întâlnite în practică:

- alimentarea cu apă *convențional curată*, clorinată;
- nealimentarea pe durata a câtorva zile.

Alimentarea cu apă curată poate să intervină;

- accidental, de exemplu datorită unui robinet defect, unui plutitor blocat, pătrunderii în instalație a apei pluviale, și altele;
- controlat, la diferitele operații de curățire și întreținere.

Pătrunderea în instalație de apă convențional curată, produce o diluare a nămolului activ din bazinul de activare, diluare care duce la deprecierea activității biologice. Dacă această apă conține și un inhibitor, de exemplu Cl prezent în apa potabilă de rețea, efectul va fi și mai puternic.

Alimentarea cu apă curată, clorinată, s-a efectuat în data de 22.06.06, (ziua 30), cu ocazia unei operații de curățire și întreținere. Bazinul de recepție a fost alimentat cu 400l apă curată. În figura 6.10 este redată variația indicelui de nămol în următoarele zile.

Se poate observa o scădere foarte pronunțată a valorii indicelui de nămol, de la 62ml/g la 32ml/g, timpul de revenire fiind de aproximativ de șapte zile.

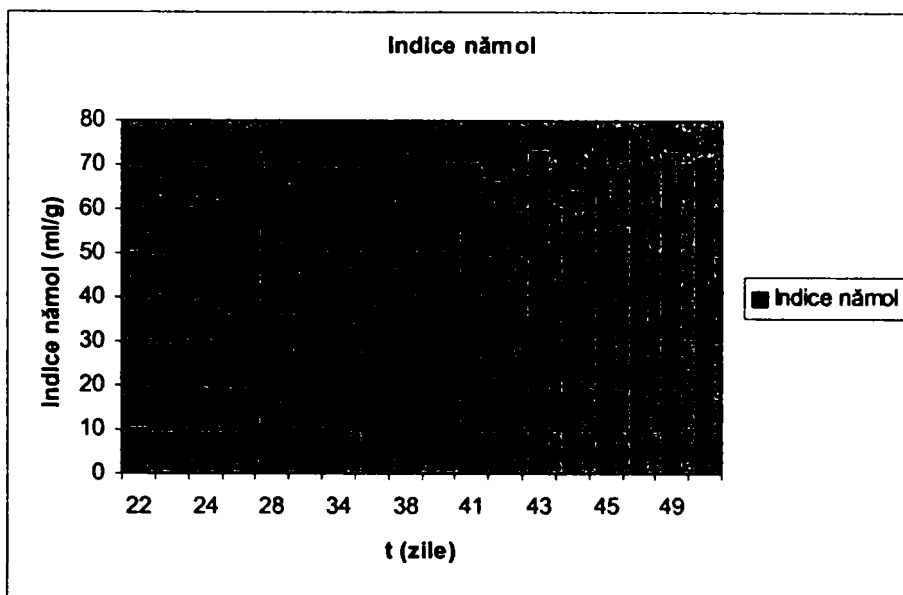


Figura 6.10 „Variația indicelui de nămol după diluarea nămolului activ”

Înteruperea alimentării cu apă uzată a instalației s-a efectuat, câte două zile în intervalele 46-47, 53-54, 60-61 și câte trei zile în intervalele 67-68-69, 74-75-76 și 81-82-83. În aceste intervale de întrerupere, aerarea și circuitul de recirculare a nămolului au rămas active. În figura 6.11 este redată variația indicelui de nămol pentru perioadele menționate:

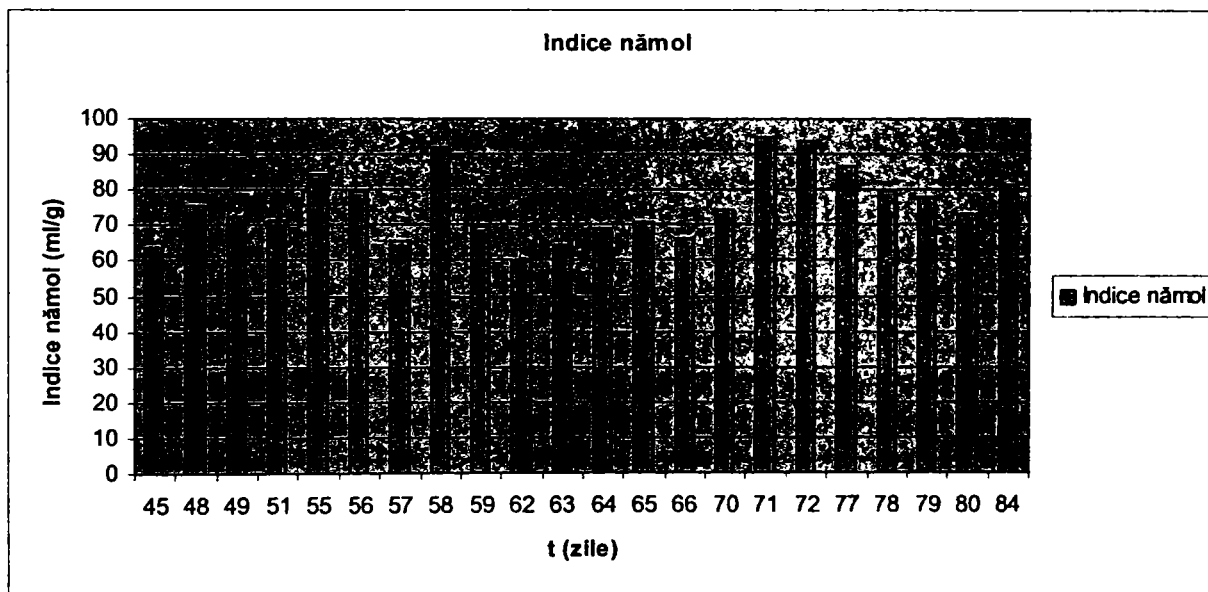


Figura 6.11 „Variația indicelui de nămol după perioadele de întrerupere a alimentării”

În patru din cele șase situații analizate, indicele de nămol a înregistrat o ușoară creștere după perioada de întrerupere. În celelalte două situații, scăderea este sub 14%. Perturbările induse de întreruperea alimentării nefiind semnificative.

Se recomandă pe cât posibil evitarea pătrunderii de apă de diluție în instalații. Pentru lucrările de întreținere trebuie folosită o cantitate minimă de

Capitolul 6

apă și fără substanțe care inhibă activitatea biologică. Se poate utiliza, de exemplu, apa de ploaie.

6.2.4 Reducerea pe cale biologică a grăsimilor prin bacterii selectate

Câteva considerații teoretice:

O serie de microorganisme cum sunt bacteriile din genurile: *Serratia liquefaciens*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Alcaligenes sp.*, mucegaiuri ca: *Penicillium raqueforti*, *Rizopus sp.*, *Aspergillus flavus*, *Geotrichum*, levuri (drojdii) ca: *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis*, *Candida lipolytica*, produc o serie de enzime de tipul endo și exolipazelor. Lipidele mai complexe de tipul trigliceridelor sunt descompuse sub acțiunea acestor enzime la glicerol și acizi grași. La început procesul este aerob.

Glicerolul intră în calea de degradare a glucozei (glicoliza), la nivelul dihidroxi-aceton-fosfatului, trecând prin dihidroxi-acetona sau prin glicerol fosfat. Aceste produse sunt degradate apoi pe calea glicolizei, procesul fiind anaerob.

Acizii grași (acizi organici cu lanț lung de atomi de C) sunt activați de ATP (adenozin trifosfat) în prezența Co A (coenzima A) și se formează acetil-Co A. Acesta este hidrolizat la carbonul beta (atomul 2) iar în urma hidrolizei rezultă acetil-Co A care este însă mai scurt decât cel inițial cu 2 atomi de C.

Experimentul a fost efectuat cu ajutorul materialului biologic oferit de firma Chen-Tech GmbH Neuss - Germania, constând din spori de bacterii inoculați pe rumeguș. Produsul se prezintă sub forma unui săculeț, de aproximativ 1kg, executat dintr-un material textil natural.

Săculețul este scufundat parțial în căminele de scurgere sau în separatoarele de grăsimi, urmând ca amorsarea să se facă datorită umidității. Perioada de amorsare este de 7 – 10 zile. Deoarece acțiunea acestor bacterii nu a fost verificată direct pe o microstație de epurare am propus ca amorsarea să se facă chiar la intrarea în instalație, (în decantorul primar). Astfel, bacteriile putând fi active chiar de la începutul procesului de epurare, fig. 6.12:



Figura 6.12 „Fixarea săculețului cu spori”

Capitolul 6

Săculețul a fost fixat în data de 26.06.2006, urmând să se umezească odată cu creșterea nivelului de apă în bazinul de recepție. S-a urmărit evoluția substanțelor extractibile în eter de petrol, constatându-se următoarele, tabela 6.12, figura 6.13 a, b:

Tabela 6.12
Evoluția substanțelor extractibile

| Data: | 13.07.06 | 20.07.06 | 03.08.06 | 17.08.06 | 24.08.06 |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Intrare (mg/l) | 25 | 68 | 78 | 37 | 51 |
| Ieșire (mg/l) | 18 | 26 | 13 | 32 | 21 |
| Eficiență (%) | 28.00 | 61.76 | 83.33 | 13.51 | 58.82 |

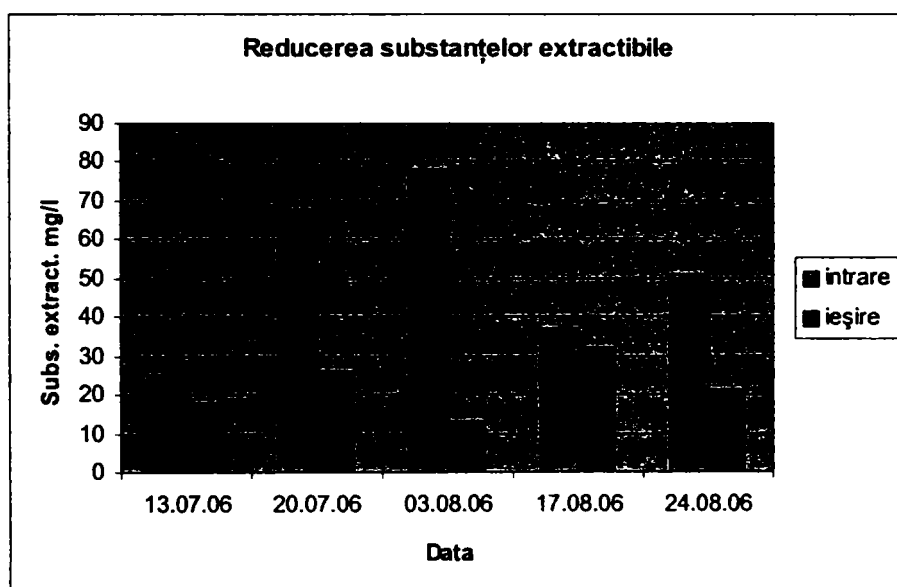


Figura 6.13 a „Reducerea substanțelor extractibile”

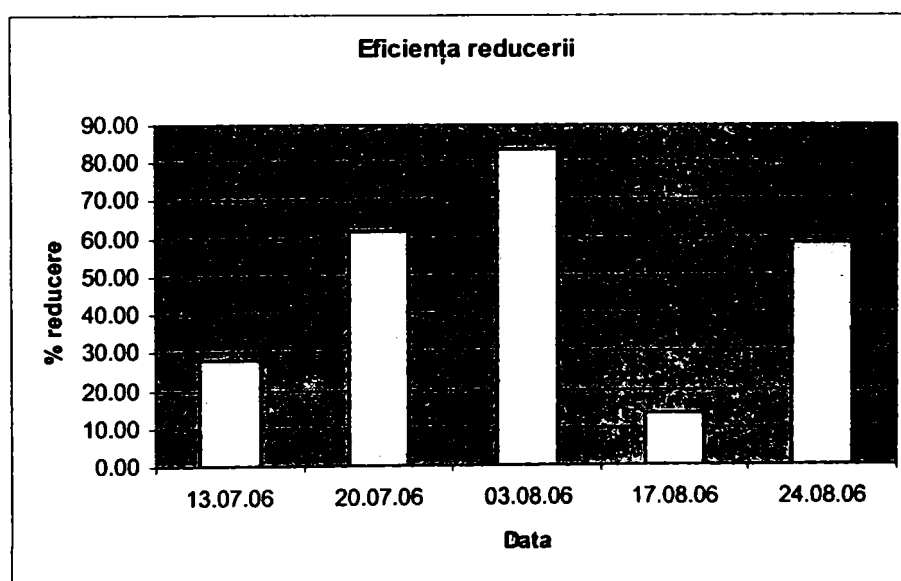


Figura 6.13 b „Eficiența reducerii”

S-a putut pune în evidență faptul că datorită prezenței bacteriilor, cantitatea de substanțe extractibile în efluent a scăzut foarte mult. Aceste rezultate s-au putut înregistra cel puțin pe perioada de garantare a produsului, 30 zile după amorsare.

O altă concluzie importantă este că, pe perioada desfășurării experimentului, nu s-a înregistrat o depreciere a activității treptei biologice, ceilalți indicatori menținându-se în parametri normali. Se poate presupune de aici, că *noile bacterii*, după activare, nu au intrat în competiție cu bacteriile prezente în nămolul activ deja format.

În data de 25.07.2006 săculețul cu rumeguș a fost îndepărtat, deoarece era într-o fază avansată de descompunere, existând pericolul să se desprindă și să fie absorbit de pompă.

6.3 Dezinfecția apelor uzate epurate în stațiile de epurare de capacitate mică

Dezinfecția apelor uzate epurate este necesară în primul rând atunci când condițiile de descărcare solicită aceasta. De exemplu: descărcarea într-un emisar de calitate ridicată care satisface în aval și alte folosințe, infiltrarea apei în freatic, irigarea de culturi agricole, ș. a..

S-au efectuat câteva încercări de dezinfecție prin iradiere UV-C, urmărindu-se efectul asupra microorganismelor dintr-o apă cu turbiditate normală și ridicată, tabelele 6.13 a, b, și 6.14 a, b.

Lampa de expunere utilizată are o putere absorbită de 125W și emite un spectru de bandă largă UV-C. Experimentele s-au desfășurat în următoarele condiții:

Rezultate experimentale - 16.03.2006

Laborator: Direcția de Sănătate Publică Timișoara

Sursa de apă: influent stație de epurare Timișoara;

Timp expunere: 40min;

Cantitatea de apă: 0.250dm³;

Grosimea lamei de apă: 13mm;

Temperatura: 18°C;

Turbiditate: 24°JTU;

*Tabela 6.13 a
Rezultate experimentale 16.03.2006*

| | Nr. colonii/ml la 22°C | Nr. colonii/ml la 37°C | Nr. bacterii coliforme /100ml | Nr. E. Coli /100ml | Nr. enterococi /100ml | Obs. Metodele de analiză |
|--|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|---|
| Valori normale conform Legii 458/2002* | Nici o modificare anormală | Nici o modificare anormală | 0 | 0 | 0 | ISO 9308-1 ISO 7889-2 EN ISO 12780 EN ISO 6222 STAS 3001/91 |
| Valori determinate | | | | | | |
| Apa brută: | >300** | >300** | >1690** | >1690** | 0 | |
| Apa expusă: | 0 | 4 | 130 | 79 | 0 | |

*) deoarece determinările s-au efectuat de către un laborator specializat în analize de apă potabilă, au fost luate ca valori de referință valorile limită precizate în Legea 458/2002;

**) valorile de pășesc limita superioară de citire.

Capitolul 6

Rezultă eficiența tratării:

Tabela 6.13 b
Eficiența tratării

| | Nr. colonii/ml la 22°C | Nr. colonii/ml la 37°C | Nr. bacterii coliforme /100ml | Nr. E. Coli /100ml | Nr. enterococi /100ml | Obs. |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|------|
| Valori determinate apa brută: | >300 | >300 | >1690 | >1690 | 0 | |
| Valori determinate apa expusă: | 0 | 4 | 130 | 79 | 0 | |
| Eficiența: | 100% | >98.66% | >92.30% | >95.32% | - | |

Rezultate experimentale - 15.05.2006

Laborator: Institutul de Sănătate Publică Timișoara „Profesor Dr. Leonida Georgescu”

Sursa de apă: fântână săpată adâncimea 6.50m, localitatea Covaci;

Timp expunere: 10min; 20min; 40min.

Cantitatea de apă: 0.500dm³;

Grosimea lamei de apă: 16mm;

Temperatura: 18°C;

Turbiditate: 2.5°JTU;

Tabela 6.14 a
Rezultate experimentale 15.05.2006

| Nume produs | Analiză | Rezultat UM | Limita admisă conform Legii 458/2002* | Metoda de determinare (STAS, ISO) |
|---------------------|---|-------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Apă brută | Nr. probabil de enterococi (streptococi fecali)/100ml | 49 | 0 | STAS 3001/91 |
| Apă expusă UV 10min | Nr. probabil de enterococi (streptococi fecali)/100ml | 9 | 0 | STAS 3001/91 |
| Apă expusă UV 20min | Nr. probabil de enterococi (streptococi fecali)/100ml | 0 | 0 | STAS 3001/91 |
| Apă expusă UV 40min | Nr. probabil de enterococi (streptococi fecali)/100ml | 0 | 0 | STAS 3001/91 |

*) deoarece determinările s-au efectuat de către un laborator specializat în analize de apă potabilă, au fost luate ca valori de referință valorile limită precizate în Legea 458/2002;

Rezultă eficiența tratării:

Tabela 6.14 b
Eficiența tratării

| Nr. probabil de enterococi (streptococi fecali)/100ml | Timp expunere UV 0 min | Timp expunere UV 10 min | Timp expunere UV 20 min | Timp expunere UV 40 min | Obs. |
|---|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|
| Valori determinate apa brută: (expunere 0min) | 49 | 49 | 49 | 49 | |
| Valori determinate apa expusă: | 49 | 9 | 0 | 0 | |
| Eficiența: | - | 81.63% | 100% | 100% | |

Efectele dezinfecției sunt foarte bune, fiind distruse microorganismele grampozitive, chiar dacă lampa utilizată este de spectru larg. Se mai desprinde concluzia că dezinfecția UV este eficientă și în condițiile în care apa prezintă o turbiditate ridicată, situație care poate să intervină în cazul în care stația funcționează în regim de avarie.

Pentru microstația ORM-5 se propune montarea unei instalații de dezinfecție chiar în tubul de prelevare a apei epurate din decantorul secundar. Expunerea urmând să funcționeze doar atunci când există efluent, adică sincron cu funcționarea pompei de transfer, figura 6.15:



Locul de montare al instalației de dezinfecție UV

Figura 6.15

Capitolul 7

Concluzii finale

7.1 Organizarea proiectării, avizării, achiziției, montării, exploatării, întreținerii și controlului unei microstații de epurare

Demararea unei investiții legate de gospodărirea locală a apelor uzate menajere, (după caz și a sursei de apă potabilă), înseamnă în primul rând o analiză fundamentată din punct de vedere tehnico economic, efectuată de operatorul local, (sau zonal), cu ajutorul unui proiectant de specialitate, la cererea beneficiarului.

Operatorului îi revine atât sarcina de consiliere a beneficiarului cât și urmărirea investiției în timpul construcției și corecta întreținere și exploatare a acesteia.

Operatorul va urmări, după un grafic stabilit, principalii parametri de calitate ai apei uzate epurate, va interveni în caz de avarii, va efectua reparațiile necesare și va ține legătura cu celelalte instituții avizate. Tot operatorului îi revine și sarcina conlucrării cu furnizorii de instalații, în vederea însușirii caracteristicilor tehnice ale produselor și dobândirii de experiență în exploatarea acestora.

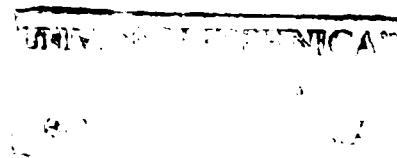
Organigrama prezentată, gândită pentru implementarea acestor tehnologii în mediul rural, propune un mod optim de conlucrare între beneficiar, operator, furnizorul de instalații și Agenția de Mediu în vederea realizării unei investiții justificate de către beneficiar dar și asigurare unei exploatări și întrețineri corespunzătoare a acesteia, în vederea asigurării unui efluent de calitate.

Beneficiarul,

- va contacta operatorul local în vederea consilierii;
- va pune la dispoziție operatorului local toate datele necesare în vederea studiului de soluție;
- va încheia un contract de asistență cu operatorul;
- își va însuși instrucțiunile de exploatare a stației;
- va face periodic controalele necesare bunei funcționări;
- va anunța și coopera cu operatorul ori de câte ori se constată o avarie;
- va permite operatorului, laboratorului independent de supraveghere și Agenției de Protecția Mediului accesul la căminul de control în vederea prelevării de probe;
- va investi, dacă este cazul, în modernizarea și re tehnologizarea microstației.

Operatorul,

- va propune beneficiarului soluția optimă din punct de vedere tehnico economic pentru soluționarea tratării și evacuării apelor uzate menajere și a nămolului rezultat, după caz va propune mai multe variante;
- va contacta proiectantul de specialitate în vederea efectuării documentației necesare;



Capitolul 7

- va îndruma beneficiarul spre un furnizor de instalații acreditat;
- se va ocupa de obținerea avizelor necesare construcției și funcționării;
- va asigura dirigenția de șantier beneficiarului;
- va instrui beneficiarul în vederea unei bune exploatare și întrețineri a stație de epurare;
- va pune în funcție stația de epurare;
- va supraveghea buna funcționare a acesteia, prin analiza periodică a principalilor parametri de calitate și prin lucrările de verificare și întreținere periodică a instalației;
- va interveni ori de cât ori sunt semnalizate avarii ale instalației;
- va dezvolta o rețea de transmitere a datelor și semnalizare la distanță a avariilor;
- va transmite furnizorului toate informațiile necesare acestuia legate de funcționarea instalație livrate;
- va ține legătura cu laboratorul independent de supraveghere și cu Agenția Locală pentru Protecție a Mediului;
- va propune beneficiarului eventualele lucrări de modernizare și/sau extindere a instalației existente;
- va preleva și îndepărta nămolul în exces acumulat în microstație.

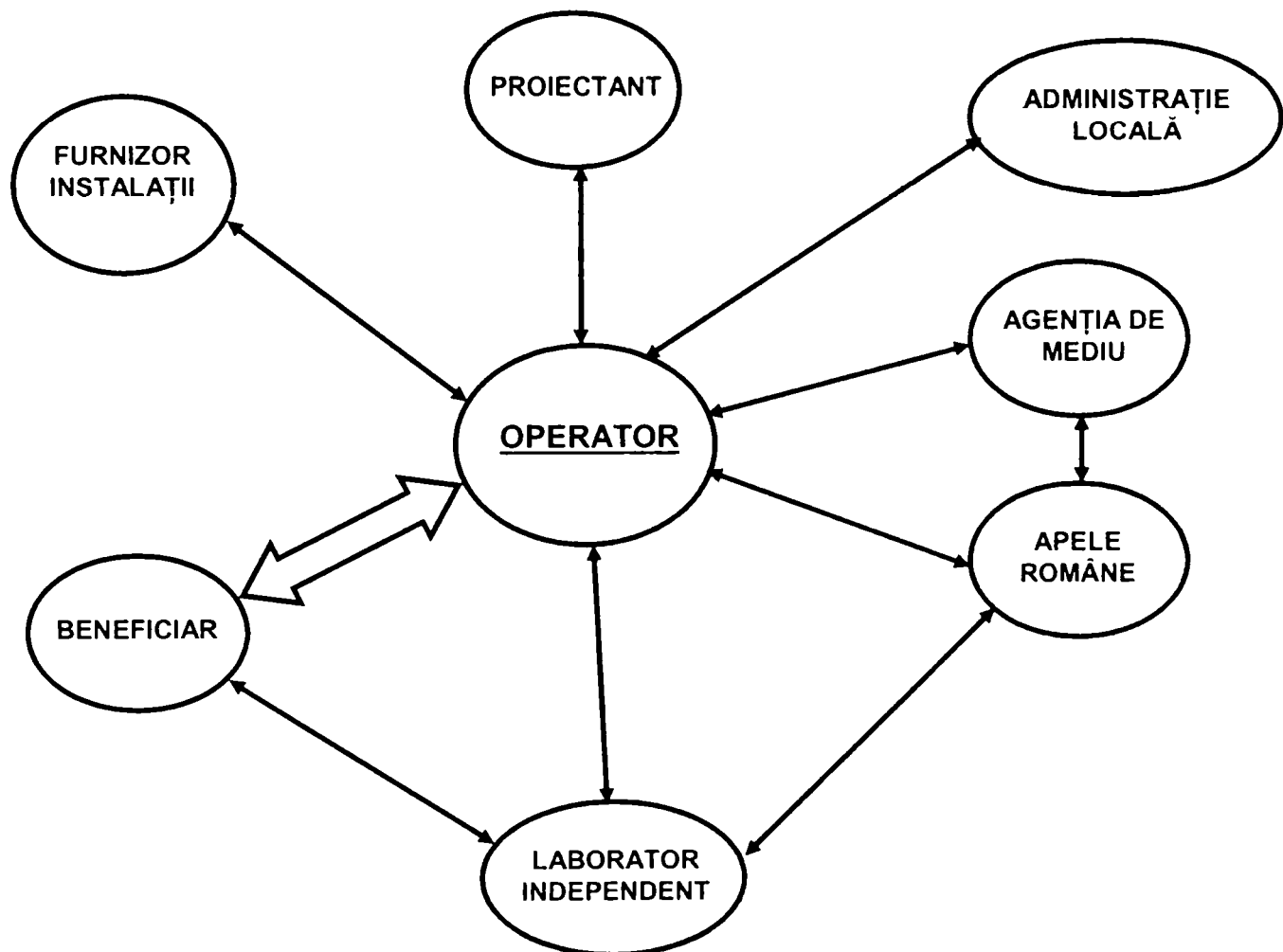
Furnizorul, (producătorul de instalații),

- va ține la curent operatorul local cu parametri tehnici ai instalațiilor pe care le poate furniza;
- va oferi operatorului instrucțiunile de exploatare și service pentru instalațiile furnizate;
- va asigura piesele de schimb, în timp util, pentru instalațiile livrate pe o perioadă de cel puțin 10 ani;
- va livra instalații omologate și de calitate beneficiarului;
- va colecta de la operator toate, datele necesare referitoare la instalația livrată, pentru aprecierea fiabilității și performanțelor de exploatare a acesteia. Urmărirea în exploatare a instalațiilor furnizate trebuie să facă parte integrantă din programul de management al calității. Furnizorul va face propuneri de modernizare și re tehnologizare pentru instalațiile livrate.

Laboratorul independent,

- va preleva probe de apă uzată epurată în vederea stabilirii principalilor parametri de calitate, probele colectându-se conform unui grafic stabilit. Rezultatele obținute vor fi înaintate operatorului și Agenției pentru Protecția Mediului.

Organizarea proiectării, avizării, achiziției, montării, exploatării,
întreținerii și controlului unei microstații de epurare



7.2 Avantaje și dezavantaje ale microstțiilor de epurare comparativ cu fosele septice

Câteva aspecte legate de avantajele și dezavantajele stațiilor de epurare de capacitate mică în comparație cu fosele septice sunt menționate în tabela 7.1:

Tabela 7.1

Avantajele și dezavantajele stațiilor de epurare de capacitate mică față de fosele septice

| | Microstații de epurare (exemplu ORM) | Fose septice etanșe |
|---|---|---|
| Agregate de legislația de mediu | da | nu |
| Experiență acumulată în România | mică | mare |
| Experiență europeană | mare | mare (nu se mai proiectează) |
| Lucrări costisitoare de betonare | nu (este uneori necesar turnarea unui radier pentru fundare) | da |
| Posibilitatea de realizare în variantă prefabricată | da | de regulă nu |
| Posibilitatea de realizare în variantă carosabilă | da | da |
| Fabricarea din materiale ușoare, rezistente la agenți chimici și durabile | de regulă da | de regulă nu |
| Posibilitate de înlocuire sau extindere | de regulă da | de regulă nu |
| Posibilitatea de amplasare în terenuri dificile | de regulă da | de regulă da |
| Execuție în variantă supraterană | da în condițiile unei termoizolări corespunzătoare | dificilă, rezultând o construcție care, datorită volumului, se integrează greu în ambient |
| Emanții de miros | nu | da |
| Vidanjare la intervale scurte | nu | de regulă da |
| Risc ridicat de contaminare a solului și a apei | nu | de regulă da |
| Distanța minimă de 10 față de imobil * cine dă această distanță | nu | da |
| Supraveghere continuă în exploatare | de regulă nu | nu |
| Posibilitatea de supraveghere de la distanță | da | nu este cazul |

Capitolul 7

| | | |
|---|--|--|
| Suprafața/volumul ocupat de construcție și instalații | mic | mare |
| Integrarea în ambient | simplă | dificilă |
| Acceptabilitatea ca soluție provizorie | nu | da |
| Acceptabilitatea ca soluție definitivă | da | nu |
| Utilizarea apei uzate și a nămolului în agricultură | în anumite condiții da | nu |
| Obținerea unor fertilizanți de înaltă calitate care protejează solul | în anumite condiții da | nu |
| Consum de energie electrică | da | de regulă nu (eventual consumul unei pompe de transfer) |
| Dependența de energia electrică | da | de regulă nu (eventual pentru pomparea apei până la fosă) |
| Controale periodice efectuate de beneficiar | da | da |
| Inspecții și revizii periodice efectuate de un personal calificat, (operator) | da | de regulă nu |
| Prelevarea periodică de probe pentru verificarea bunei funcționări | da | de regulă nu |
| Integrarea într-un sistem de canalizare care se va extinde ulterior în zonă | eventual ca rezervor tampon combinat cu stație de pompare, sau ca stație de preepurare | eventual ca rezervor tampon combinat cu stație de pompare |
| Posibilitatea de preluare a unor debite accidentale de ape meteorice | nu | nu |
| Posibilitatea de preluare a unor debite accidentale de ape curate | nu | de regulă da |
| Posibilitatea de demontare, demolare sau desfacere | da | foarte greu |
| Posibilitatea de modulară | da | de regulă da |
| Simplitate în exploatare | da | da |
| Valoarea inițială a investiției | mare | mare |
| Cheltuieli de exploatare | mici | medii (datorită deselor vidanjări) |
| Cheltuieli de întreținere | mici | foarte mici |
| Producerea de zgomot în exploatare | foarte mic | nu |

Capitolul 7

| Utilizarea biogazului produs | de regulă nu | de regulă nu |
|--|---|---|
| Includerea într-un sistem complex de gospodărire necentralizată | da | da |
| Preluarea de ape uzate complexe - comunale | de regulă nu | da |
| Posibilitatea de execuție, (montajului), în regie proprie | în varianta prefabricată da | da |
| Posibilitatea deservirii a mai mulți beneficiari | da | Da, însă volumul și suprafața ocupată sunt foarte mari |
| Varianta de execuție ca instalație mobilă, (campanie, zone sinistrate, etc) | da | dificil |
| Sensibilitate la diferiți agenți chimici care apar accidentali în apa uzată - ihibatori, (de exemplu detergenți agresivi și greu biodegradabili) | mare | insensibilă |
| Refacerea echilibrului biologic în urma unei dereglări | de regulă stația se autoamorsează în timp | nu este cazul, și aici însă apare o autoreglare a activității biologice |
| Afectarea funcționării la întreruperi îndelungate ale debitului | funcționarea treptei biologice este afectată | nu este cazul |
| Afectarea funcționării la variații mari ale concentrației încărcării biologice | funcționarea treptei biologice este afectată | nu este cazul |
| Afectarea funcționării la debite mari (suprasarcini) | funcționarea întregii stații este afectată, neajunsul se poate înlătura prin mărirea volumului bazinului de recepție sau prevederea unui bazin de omogenizare | nu este cazul |
| Atragerea de insecte și rozătoare | posibil | posibil |
| Necesitatea îngrădirii (sau stabilirea a altor măsuri), împotriva vandalizării sau producerii de accidente | de regulă nu, stația fiind acoperită, eventual asigurarea capacelor | de regulă nu, eventual asigurarea capacelor |

| | | |
|--|---|---------------|
| Prevederea unei trepte suplimentare de dezinfectie | uneori, microstațiile realizând, prin descărcarea apelor epurate, o poluare difuză a mediului | nu este cazul |
|--|---|---------------|

7.3 Avantaje și dezavantaje ale dezinfectie prin iradiere UV-C a apei uzate epurate

Avantajele dezinfectiei apei cu radiații UV-C:

- instalații simple;
- la ora actuală dezinfectia cu radiații ultraviolete este cel mai eficient procedeu de dezinfectie;
- fenomenul realizându-se și în natură datorită spectrului complex al luminii solare, fiind un procedeu ecologic;
- metoda nu este corozivă, (vis a vis de dezinfectia cu Cl);
- nu se necesită chimicale;
- nu există „supradozare”;
- apa își menține un gust și miros natural;
- instalația intră foarte repede în funcție la capacitatea maximă, (câteva secunde);
- nu necesită piese în mișcare, pompe, suflante sau dozatoare;
- consum energetic redus, (funcție de debitul de apă tratat);
- nu este influențată apa emisarului, efectul produs nefiind remanent;
- nu rezultă compuși toxici de descompunere;
- nu rezultă bacterii mutante;
- în anumite condiții, dacă stația de epurare nu a fost prevăzută inițial cu o cameră de iradiere, (chiar neechipată), camera de iradiere se poate amenaja pe canalul de evacuare al apei epurate;
- față de dezinfectia cu Cl, (indiferent de variantă), nu se necesită un timp îndelungat de contact, (30', necesar protecției emisarului);
- posibilitatea realizării modulare a instalației;
- mecanizarea lucrărilor de întreținere;
- sisteme de automatizare și supraveghere simple și eficiente;
- posibilitatea de intervenție foarte rapidă în caz de avarie, neexistând emanații de gaze toxice;
- materiale consumabile, (lămpi de UV-C), ieftine;
- instalația nu afectează mediul prin vibrații, zgomote, emanații de gaze sau mirosuri;
- instalația executându-se numi în variantă acoperită nu afectează personalul de exploatare și întreținere cât și mediul înconjurător prin supradoze de radiații UV;
- dezinfectia este influențată în foarte mică măsură de temperatura apei sau chiar avantajată de aceasta;
- investiție inițială și cheltuieli de exploatare reduse;
- posibilitatea de combinare și cu alte metode de dezinfectie;

- metoda este aplicată pe plan mondial, cu o vastă experiență, și în alte domenii unde se urmărește dezinfectia apei, respectiv obținerea unei ape de înaltă calitate;

- randamentul lămpilor de UV-C scade odată cu temperatura, temperatura lor optimă de funcționare este însă sub 20°C, temperatură pe care apa de canalizare de regulă nu o depășește, lămpile răcindu-se în apa de dezinfectat, ceea ce duce la menținerea randamentului;

- nu sunt necesare depozite securizate de reactivi, (vis a vis de Cl gazos).

Dezavantaje ale dezinfectiei apei cu radiații UV-C:

- instalații fragile;
- curățire periodică;
- diminuarea foarte accentuată a potențialului de reducere la creșterea accidentală a turbidității sau la formarea pronunțată de depuneri;
- inactivarea instalației pe durata intervențiilor, pentru o bună dezinfectie fiind necesară realizarea instalației pe mai multe căi;
- accidental, radiațiile UV provoacă îmbolnăviri ale ochilor și a pieii, (arsuri ale pieii, conjunctivite);
- instalația trebuie acoperită cu obturatoare pentru evitarea expunerii personalului și a mediului înconjurător la radiații;
- metoda de dezinfectie are numai efect local, încărcările biologice care au reușit să treacă de bariera UV, (din motivele mai sus amintite), nu vor mai fi reduse;
- de regulă instalația necesită o construcție specială, (camere de dezinfectie), construcție care necesită spațiu, nu întotdeauna această construcție, dacă nu a fost prevăzută, se poate combina cu o construcție deja existentă sau amenaja în cadrul acesteia;
- eventuale degajări de ozon;
- formarea de remuu în camera de iradiere, (la pierderi de sarcină mari fiind necesară intercalarea unei stații de repompare dacă curgerea nu se mai poate asigura gravitațional);
- pentru dezinfectia unei ape tulburi, foarte încărcate, sunt necesare instalații de capacitate foarte mare, cu o putere instalată și o energie absorbită mare, care totuși pot deveni ineficiente;
- îmbătrânirea lămpilor de radiații UV-C, îmbătrânire prin care capacitatea lor de iradiere scade foarte mult;
- metode de dezinfectie afectează diferențiat încărcarea biologică, (bacterii gramnegative, viruși, bacterii grampozitive, ciuperci, spori);
- la încălzirea lămpilor, randamentul lor scade, (temperatura optimă este de 20°C);
- pentru obținerea unei foarte bune dezinfectii, de exemplu la tratarea apei industriale sau a apei din piscine, este necesară o permanentă recirculare, comparativ cu dezinfectia cu Cl, care rămâne activ în apă.

7.4 Precieri ale diferitelor tehnologii de epurare utilizate în cadrul microstațiilor

7.4.1 Treapta de epurare mecanică (primară)

Treapta de epurare mecanică are în primul rând menirea de a reține încărcarea grosieră, decantabilă, din apa uzată. În funcție de tehnologie și capacitate, în treapta de epurare mecanică se rețin și plutitori și este redusă, cel puțin parțial, încărcarea biologică. În principiu treapta mecanică de epurare reține circa 30% din încărcarea totală din apa brută.

Pentru o bună funcționare a stației de epurare, treapta mecanică trebuie corect corelată cu treapta de epurare biologică. Astfel, în cazul patului aerob fix, a filtrelor biologice, a contactoarelor biologice rotative sau a stațiilor de epurare cu plante, epurarea mecanică nu poate să lipsească. Bazinele de activare însă, nu trebuie întotdeauna precedate de o treaptă mecanică. Acest aspect este important mai ales atunci când apa uzată este săracă în încărcare organică. Nămolul separat în treapta mecanică nu poate fi considerat un nămol stabil. El este în continuare activ biologic, procesele microbiologice de transformare fiind intense, însoțite de degajări de gaze și emanații de miros.

7.4.1.1 Instalațiile de fermentare

Instalațiile de fermentare reprezintă tehnologia uzuală de epurare primară. Aceste instalații constau de regulă dintr-un rezervor împărțit în trei compartimente. Capacitatea utilă se recomandă să fie de cel puțin 0.3m^3 pentru un locuitor echivalent deservit, dar nu trebuie să fie mai mică de 3m^3 .

În aceste instalații sunt separate încărcările decantabile cât și nămolul plutitor și sunt reduse parțial încărcările organice. Efluentul unei astfel de instalații cât și nămolul reținut sunt întotdeauna instabile biologic. Astfel nămolul va fi tratat ca deșeu.

Întreținerea minimă presupune:

- spargerea și răscolirea crustei de nămol plutitor, (în funcție de tipul constructiv al instalației, această operație se va face o dată sau de două ori pe an);
- se va îndepărta materialul plutitor din dreptul intrării, a trecerilor dintre compartimente și a ieșirii;
- cel puțin de două ori pe an se va îndepărta nămolul reținut.

7.4.1.2 Decantoarele primare

Decantoarele primare, în comparație cu instalațiile de fermentare, sunt construcții de dimensiuni mai mici. Corespunzător, și timpul de parcurgere al apei este mai scurt, iar cantitatea de încărcare decantabilă reținută mai mică. Pentru separarea materialelor plutitoare se prevăd instalații corespunzătoare. Nămolul separat nu este stabil biologic și ca în cazul instalațiilor de fermentare el va fi tratat ca deșeu.

Decantoare primare de construcție specială, cum ar fi decantorul Imhoff, (decantorul cu etaj) sau decantorul Dortmund, nu sunt recomandate în cadrul stațiilor de epurare foarte mici.

Întreținerea minimă presupune:

- spargerea și îndepărtarea crustei de nămol plutitor;
- se va îndepărta materialul plutitor din dreptul intrării și a ieșirii;
- cel puțin de două ori pe an se va îndepărta nămolul reținut.

7.4.1.3 Site, grătare și saci filtranți

Eficiența sitelor, grătarelor și a sacilor filtranți este dată de dimensiunea ochiurilor, respectiv a distanțelor dintre bare. Înlăturarea materialului grosier reținut se face manual, lucru care din punct de vedere al igienei muncii implică o serie de riscuri. Datorită dimensiunilor mici și a simplității acestor obiecte, nu există la ora actuală sisteme de golire sau curățire mecanizate care să se aplice la scară largă.

Se recomandă ca golirea sitelor și a sacilor, respectiv curățirea grătarelor să facă cel puțin lunar, verificându-se însă, la intervale mai scurte de timp, gradul lor de umplere. Materialul reținut va fi colectat, transportat, depozitat și tratat ca deșeu.

7.4.1.4 Pereții semiînecați

Pereții semiînecați au rolul de reținere a plutitorilor, care au reușit să treacă de grătarul sau sita de la intrarea în instalație, și a nămolului plutitor care poate bloca trecerile și conductele. Treapta de epurare mecanică nu este întotdeauna dotată cu pereți semiînecați, ei vor fi prevăzuți însă obligatoriu la treapta de epurare biologică. Materialul reținut de pereții semiînecați, ca și în cazul sitelor și a grătarelor, va fi îndepărtat manual și tratat ca deșeu.

7.4.1.5 Aprecierea treptei de epurare mecanică

Avantajele treptei de epurare mecanică.

O bună funcționare a treptei de epurare mecanică reduce încărcarea treptei biologice, dimensiunile geometrice ale acesteia rezultând mai mici, realizându-se prin aceasta și o economie de energie la aerare. În al doilea rând crește siguranța în exploatare a treptei de epurare biologică, corpurile grosiere și plutitorii fiind deja reținuți.

Din considerente economice și pentru o bună utilizare a spațiului existent, treapta de epurare mecanică poate fi integrată sau realizată în construcțiile existente, prin reconstrucționarea, compartimentare și echiparea acestora. Un exemplu ar fi reabilitarea unei fose septice prin compartimentarea ei, (rezervor cu trei compartimente), transformarea ei în decantor primar sau în rezervor de acumulare a nămolului în exces.

Dezavantaje ale treptei de epurare mecanice.

O treaptă de epurare mecanică implică costuri suplimentare și complică întreținerea și exploatarea. De asemenea, spațiul ocupat de aceasta este

semnificativ în comparație cu spațiul total solicitat de microstația de epurare. Nămolul primar reținut, este un nămol problematic deoarece este instabil biologic, emană miros, iar operațiile de vidanjare pot fi costisitoare. Din considerente de igienă el nu poate fi utilizat direct în agricultură.

Paradoxal, un alt dezavantaj apare atunci când treapta de epurare primară este foarte eficientă. Prin aceasta este reținută o mare parte a încărcării organice, nămolul activ al treptei biologice dezvoltându-se foarte greu din lipsă de nutrienți. Conform celor prezentate în capitolul 6 rezultă că un decantor primar propriu-zis nu este întotdeauna necesar. Reținerea materialului grosier putându-se face și prin intermediul sitelor și a pereților semiînecați, iar stocarea nămolului secundar se poate realiza și într-un bazin de stocare mai mic sau chiar în decantorul secundar. Prin aceasta se obține o construcție mai simplă și mai economică, se mărește aportul de nutrienți necesari epurării biologice și se evită dezavantajele create prin stocarea nămolului primar.

7.4.2 Epurarea biologică

Treapta de epurarea biologică reprezintă practic nucleul stației de epurare. Tehnologia de epurare biologică preia și transpune într-un cadru organizat procesele care stau la baza autoepurării în natură a apei și a solului. Microorganismele mineralizatoare se hrănesc cu încărcarea organică din apele uzate. Rezultatul activității acestor microorganisme fiind bioxidul de carbon și un surplus de nămol creat prin metabolismul lor. Pentru o bună eficiență a epurării, apa uzată trebuie să aibă un timp de parcurgere a reactorului care să fie suficient de îndelungat pentru ca procesele să poată avea loc, în reactor creându-se condiții favorabile activității microbiologice.

Biomasa formată în treapta de epurare biologică va fi separată prin sedimentare, sub formă de nămol, în decantorul secundar, (excepție făcând instalațiile cu membrane filtrante și stațiile de epurare cu plante). Periodic acest nămol va fi îndepărtat. Îndepărtarea nămolului, ca și îndepărtarea materialelor grosiere reținute la grătare și site, implică niște riscuri din punct de vedere al igienei muncii. Prelevarea nămolului se poate face prin pompare, vidanjare sau altă metodă. În decantor va rămâne însă suficient nămol pentru recirculare, volumul rămas liber umplându-se cu apă curată, (pentru asigurarea unei continuități în funcționare). Ca și nămolul primar, nămolul rezultat din epurarea biologică nu este un nămol stabil.

7.4.2.1 Instalații de activare cu funcționare continuă

Instalațiile de activare cu funcționare continuă constau din unu sau două bazine de activare, instalația de aerare, decantorul secundar, instalația de recirculare a nămolului activ și rezervorul de stocare a nămolului în exces, (acest rezervor poate fi integrat sau poate fi o construcție separată). Apa uzată limpezită pătrunde întâi în bazinul de activare unde intră în contact cu bacteriile mineralizatoare. Prin insuflarea de aer la nivelul radierului bazinului se realizează aerarea necesară și un bun amestec al celor trei faze, apă, aer și nămol activ.

Capitolul 7

Decantorul secundar are rolul de a separa nămolul de apă. O mare parte din nămolul decantat este redirecționat spre bazinul de activare, ca nămol activ, apa epurată este descărcată iar nămolul în exces este stocat, dacă construcția o permite, chiar în decantorul secundar sau într-un rezervor separat de stocare. În unele variante constructive de microstații, nămolul în exces este direcționat spre decantorul primar unde est amestecat și stocat împreună cu nămolul primar. Amestecul de nămol în exces și nămol primar, (nestabilizat), trebuie periodic extras și îndepărtat. Pentru o stocare mai bună și control al nămolului se recomandă două rezervoare de stocare.

Mărimea bazinului de activare și a decantorului secundar sunt funcție de calitatea și cantitatea apei uzate, cât și de gradul de epurare cerut. Geometria bazinului de activare nu influențează sesizabil eficiența epurării. Se vor evita zone hidraulice moarte, în care pot avea loc depuneri, respectiv nu trebuie să apară posibilitatea formării curenților de scurtcircuit între intrarea și ieșirea din bazin. Volumele minime recomandate ale bazinului de activare sunt de 0.2mc pentru fiecare locuitor echivalent în situația în care microstația este prevăzută cu decantor primar, respectiv de 0.3mc pentru fiecare locuitor echivalent în situația în care decantorul primar nu există. Nu se va adopta însă un volum mai mic de 2mc pentru prima situație, respectiv de 3mc pentru situația a doua.

Decantorul secundar se va prevedea cu o suprafață minimă de 0.06mp pentru fiecare locuitor deservit, suprafața totală nefiind însă mai mică de 0.6mp. timpul de parcurgere al apei va fi de minim 3.5h, rezultând de aici un volum de minim 0.07mc pentru fiecare locuitor echivalent deservit, respectiv un volum total de minim 0.7mc.

Recircularea de nămol trebuie astfel concepută încât să funcționeze fără înfundări sau alte perturbări care ar împiedica alimentarea bazinului de activare cu nămol activ. Pentru aceasta se vor prevedea niște orificii de trecere suficient de mari.

Pentru buna funcționare a instalației se cere ca:

- zilnic să se verifice buna funcționare a sistemului de aerare;
- săptămânal sau lunar să se verifice parametrii de referință, (materii în suspensie, amoniu), care oferă informații legate de asigurarea gradului de epurare necesar. Aceste verificări vor fi efectuate de către operator;
- o dată sau de două ori pe an să se verifice parametrii apei evacuate, verificări care vor fi efectuate de către un laborator independent;
- o dată sau de două ori pe an să se verifice starea generală a instalației, (de exemplu alimentarea cu apă uzată, distribuția apei uzate, funcționarea suflantelor, ș.a.).

Se recomandă, dacă este posibil, suprapunerea verificării stării generale a instalației, efectuate de către operator sau beneficiar, cu verificările efectuate de către laboratorul independent.

Aprecierea instalației de activare cu funcționare continuă

Avantajele instalației.

În condițiile unei alimentări continue cu apă uzată menajeră și pentru o întreținere și exploatare corespunzătoare instalațiile s-au dovedit foarte eficiente și stabile în exploatare.

Capitolul 7

Dezavantajele instalației.

Acest tip de instalație este foarte sensibil la șocurile de debit, mai ales în situațiile când nu se dispune de un decantor primar. Blocarea recirculării nămolului sau funcționarea defectuoasă a acesteia duce la scăderea eficienței de epurare, lucru care se întâmplă și în cazul întreruperii accidentale a sistemului de aerare. Consumul energetic este de regulă mai ridicat decât la instalații fără aerare forțată.

7.4.2.2 Instalații de activare cu acumulare

Instalațiile de activare cu stocare includ într-un singur bazin atât bazinul de activare cât și decantorul secundar. Unele variante constructive prevăd în cadrul aceluiași bazin și decantorul primar. Față de sistemul cu funcționare continuă, unde fazele de tratare a apei sunt delimitate spațial, instalațiile de activare cu stocare au o funcționare secvențială, în cadrul aceluiași bazin. Fazele de lucru ale unei astfel de instalații sunt:

- alimentarea cu apă brută, eventual limpezită prin decantare primară, peste nămolul activ deja existent în bazin;
- aerarea amestecului;
- oprirea aerării și decantarea;
- evacuarea apei epurate.

Volumul bazinului este astfel calculat încât să poată recepționa volumul de apă uzată evacuat de consumator într-o zi. Dacă acest lucru nu este posibil, este necesar să se prevadă un rezervor tampon.

Decantarea și evacuarea apei se va prevedea pentru acele ore în care instalația nu are influent, de regulă noaptea. Evitarea răscolirii nămolului și antrenarea acestuia spre efluent se poate evita și prin dispunerea corectă a pereților semiînecați de la intrarea și ieșirea din bazin.

Pentru o bună funcționare a instalației se va verifica:

- zilnic buna funcționare a sistemului de aerare;
- săptămânal funcționarea corectă a temporizatorului care controlează fazele procesului de epurare.

Verificările parametrilor de funcționare se va face periodic, ca și la instalațiile de activare cu funcționare continuă.

Aprecierea instalației de activare cu acumulare

Avantajele instalației.

Instalația are o construcție simplă, fiind formată dintr-un singur bazin. Astfel și funcționarea ei este foarte sigură și ușor de controlat. Datorită volumului mare realizează o foarte bună recepție a vârfurilor de debit. Nămolul activ este întotdeauna în cantitate suficientă în bazin, nu trebuie recirculat și este de calitate foarte bună.

Dezavantajele instalației.

Comparativ cu celelalte tipuri de instalații consumul energetic este mare. Acest aspect se datorează aerării care trebuie asigurate. Evacuarea apei epurate nefăcându-se continuu, este posibil ca debitul de evacuare să influențeze negativ emisarul. Prevederea unei construcții pentru limitarea de

debit, (rezervor tampon), va mări investiția inițială și va solicita un spațiu suplimentar.

7.4.2.3 Instalații cu filtrele biologice

La filtrele biologice apa uzată, care este în prealabil obligatoriu limpezită într-un decantor primar, este picurată peste masa filtrantă, pe suprafața căreia se formează pelicula biologică de microorganisme mineralizatoare. Nămolul produs de microorganisme cât și microorganismele în exces sunt spălate de apă și antrenate spre decantorul secundar unde se vor separa prin decantare. Aerarea filtrului se face prin curenți de aer verticali, (prin masa filtrantă), circulația aerului fiind naturală sau în tiraj forțat, (prin insuflare de aer).

Pentru o bună eficiență apa uzată trebuie repartizată uniform pe suprafața filtrului. Aceasta se realizează prin sprinklere, jgheaburi, dispersoare, s.a. Materialul filtrant poate fi alcătuit din elemente din material plastic, ceramică sau piatră spartă. El trebuie să alcătuiască un volum penetrabil pentru apa uzată și să permită în același timp circulația curenților de aer. O bună eficiență a epurării se realizează prin recircularea apei epurate, raportul de recirculare variind între limite foarte largi.

La dimensionarea corpului filtrant al microstației se prevede un volum minim de 0.3mc material filtrant pentru un locuitor deservit, volumul total nefiind însă mai mic de 3.0mc. Materialul filtrant ales va avea o suprafață specifică minimă de cel puțin 80mp/mc de material.

La aceste instalații se va face zilnic verificarea sistemului de distribuție a apei pe suprafața filtrului deoarece este punctul cel mai sensibil al instalației. Înfundarea distribuției ducând la o alimentare defectuoasă, unilaterală, care va reduce eficiența de epurare. De asemenea se va verifica, ca și la celelalte tipuri de instalații, funcționarea pompei, (pompele), și se va controla calitatea efluentului.

Aprecieri ale filtrelor biologice

Avantaje instalației.

Deoarece instalația folosește aerarea naturală nu se necesită un compresor. Singurele agregate consumatoare de energie electrică sunt pompa, (pompele), de transfer și recirculare. Astfel, consumul energetic este mult mai redus decât la o instalație cu bazin de activare.

Dezavantajele instalației.

O epurare primară necorespunzătoare, (de exemplu datorită unui decantor primar subdimensionat), poate duce la înfundări sau colmatări ale sistemului de distribuție a apei limpezite sau chiar a materialului filtrant. Funcționarea instalației este dată de parametrii ei constructivi, neputându-se astfel interveni operativ în reglarea parametrilor de funcționare. În lunile friguroase activitatea biologică este inhibată iar eficiența epurării scade. În variantă acoperită, cu insuflare de aer cald, filtrul biologic are un comportament foarte stabil, presupune însă o investiție inițială și niște cheltuieli de exploatare mai ridicate.

7.4.2.4 Instalații cu contactoare biologice rotative

Contactoarele biologice rotative sunt discuri sau tambure, care oferă un suport fix pentru microorganismele mineralizatoare. Din acest punct de vedere sistemul este asemănător cu patul aerob scufundat sau filtrele biologice. Contactoarele sunt scufundate până la maxim $\frac{1}{2}$ din diametrul lor în apa uzată limpezită. Aerarea se face pe cale naturală, pentru segmentul de disc, (tambur), aflat deasupra oglinzii apei, iar contactul microorganismelor cu apa uzată se realizează în porțiunea scufundată. Și la aceste instalații este obligatorie o limpezire a apei uzate înainte ca aceasta să pătrundă în jgheabul în care sunt montate contactoarele.

Din punct de vedere hidraulic bazinul, (sub formă de jgheab), în care se montează contactoarele nu trebuie să aibe zone de depunere sau să permită formarea curenților de scurtcircuit între intrare și ieșire. Nămolul biologic care se desprinde de pe contactoare va fi separat de apa uzată într-un decantor secundar. Din condiții de exploatare și bazinul contactoarelor va fi prevăzut, în punctul cel mai de jos, cu o instalație de descărcare a nămolului. Pentru ca funcționarea instalației să nu fie influențată de intemperii se recomandă acoperirea ei. Prin aceasta se realizează și o stabilitate termică și se evită atragerea muștelor.

Suprafața minimă de dimensionare a contactoarelor pentru un locuitor deservit este de 10mp. Suprafața totală a instalației nu va fi însă mai mică de 100mp.

Se va verifica zilnic dacă rotirea arborelui are loc nestingherită și dacă contactoarele sunt acoperite uniform cu pelicula biologică mineralizatoare. Controlul efluentului se face analog ca și la celelalte instalații.

Aprecieri ale instalațiilor cu contactoare biologice rotative

Avantajele instalației.

Instalația are un consum energetic extrem de redus, el limitându-se la consumul motorului de antrenare al arborelui și la consumul pompelor de transfer și recirculare. Chiar datorită faptului că instalația are piese în mișcare, ea este totuși robustă.

Dezavantajele instalației.

Aceste instalații sunt sensibile la variații de temperatură. Dezvoltarea în exces a peliculei biologice pe contactoare duce la deprecierea eficienței de epurare. Nămolul depus în bazinul contactoarelor și neevacuat la timp, poate să se ridice la suprafață datorită fermentării. Rezemarea arborelui pe care sunt fixate contactoarele se realizează prin intermediul unor rulmenți de construcție specială care nu necesită ungere, (rulmenți capsăți). Datorită greutatei mari a peliculei biologice dezvoltate este posibilă deformarea arborelui și griparea rulmenților. Pentru a preveni acest neajuns este necesară rezemarea intermediară a arborelui, ceea ce duce la creșterea cheltuielilor cu investiția inițială.

Capitolul 7

7.4.2.5 Instalații cu pat aerob scufundat

Această instalație, ca și cea cu contactoare biologice rotative, prezintă particularitatea că microorganismele mineralizatoare sunt fixate pe un suport fix, formând un film biologic, (numit în literatura de specialitate de unii autori și „gazon biologic”). La aceste instalații decantorul primar este componentă obligatorie. Contactul apei uzate cu biofilmul fixat se face printr-o bună aerare, asigurându-se astfel și oxigenul necesar microorganismelor mineralizatoare. Aerarea patului suport se face la baza acestuia, realizându-se prin acesta și desprinderea și evacuarea nămolului în exces. Efluentul este decantat într-un decantor secundar, iar nămolul se recirculă. Pentru o bună eficiență a epurării se poate prevedea și o buclă de recirculare a apei uzate.

Verificările necesare unei bune funcționări sunt aceleași ca și la instalațiile cu bazin de activare, suplimentar verificându-se colmatarea patului imersat.

Aprecierea instalației cu pat aerob scufundat

Avantajele instalației.

Comparativ cu celelalte tipuri de instalații, instalațiile cu pat aerob scufundat ocupă, ca și construcție, un volum redus. Alcătuirea lor este simplă, iar stabilitatea și siguranța în exploatare s-au constatat și în cazul apelor problematice sau a variațiilor bruște ale concentrației încărcărilor. De asemenea, posibilitatea de evacuare de nămol în efluent este mult mai redusă decât la sisteme.

Dezavantajele instalației.

Deoarece instalația este alcătuită din decantor primar, bazinul cu pat aerob scufundat și decantor secundar, prețul ei de cost ridicat. O dimensionare necorespunzătoare a decantorului primar sau a bazinului cu pat aerob fix poate duce la colmatări. În cheltuielile de exploatare o pondere semnificativă o are consumul energetic necesar aerării și repompării nămolului.

7.4.2.6 Instalații de epurare cu plante

Instalațiile de epurare cu plante sunt cele mai apropiate ca tehnologie de autoepurarea naturală a apei și a solului. Și în acest caz treapta de degrosizare completă este obligatorie.

Aprecieri ale instalației de epurare cu plante

Avantajele instalației.

Instalația este foarte simplă, ușor de urmărit și de întreținut. Are un aspect plăcut și este mai ieftină decât instalațiile prezentate anterior. Poate fi ușor întreținută chiar de beneficiar, intervenția operatorului fiind solicitată numai în cazuri extreme.

Dezavantajele instalației.

Necesită un spațiu foarte mare, iar dacă relieful terenului este defavorabil, rezultă lucrări de terasamente foarte ample. Chiar dacă instalația

asigură un efluent de calitate satisfăcătoare și pe timp friguros, funcționarea ei este influențată puternic de anotimp.

7.4.2.7 Instalații de epurare cu membrane

Instalațiile de epurare cu membrane reprezintă tehnologia cea mai avansată în domeniu. Spre deosebire de instalațiile cu membrane de potabilizare a apei, cele destinate epurării sunt mai complexe, trebuind să asigure desfășurarea activității microbiologice de mineralizare a încărcărilor. Practic, filtrarea cu membrană înlocuiește decantorul secundar, asigurând o separare de foarte bună calitate a apei de nămol. Și la aceste instalații epurarea primară nu poate să lipsească, membranele fiind foarte sensibile la înfundări, mai ales datorită grăsimilor.

Aprecieri ale instalațiilor de epurare cu membrane

Avantajele instalației.

Aceste instalații asigură un efluent de foarte bună calitate, apa descărcată respectând cel puțin indicatorii de calitate ai apei pentru îmbăiere. Instalațiile sunt mici, pot fi montate chiar în clădire iar funcționarea lor este complet automatizată.

Dezavantajele instalației.

La ora actuală costul unei astfel de instalații este încă foarte ridicat, experiența dobândită în exploatare mică, iar întreținerea trebuie efectuată în totdeauna de un personal specializat.

7.4.3 Epurarea avansată

Tehnologiile mai sus amintite realizează numai reținerea încărcărilor solide din apa uzată și a celor organice dizolvate care pot fi reduse pe cale biologică. Instalațiile nu sunt prevăzute și pentru eliminarea azotului și a fosforului. Acest neajuns poate deveni un handicap în cazul în care se impun condiții restrictive de deversare. Totuși, și în cadrul instalațiilor mici și foarte mici se poate realiza o reducere, cel puțin parțială, a azotului și a fosforului.

O epurare avansată trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

- menținerea unei concentrații cât mai reduse a consumului biochimic și chimic de oxigen, CBO₅, CCO;
- un efluent cu debit constant;
- reținerea suspensiilor;
- eliminarea fosforului și a azotului;
- reducerea germenilor.

Îmbunătățirea performanțelor stațiilor de epurare mici și foarte mici se poate realiza prin:

- o bună reținere a încărcărilor grosiere în treapta mecanică;
- mărirea volumului treptei de epurare biologice;
- exploatare optimizată, (de exemplu prin aerare intermitentă, recircularea efluentului);

Capitolul 7

- prevederea unei trepte de epurare de finisare, (de exemplu prin intermediul unui filtru de nisip, a unui filtru înierbat sau a unui iaz);
- prevederea unei instalații de dezinfecție a efluentului.

7.4.4 Recomandări privind adoptarea unei tehnologii de epurare

La noi în țară, stațiile de epurare de capacitate mică și foarte mică reprezintă o soluție încă nouă și neobișnuită de tratare a apelor uzate menajere. Cui putem recomanda o astfel de soluție?

Situațiile în care se pretează microstațiile de epurare sunt:

- localități, cartiere sau străzi unde nu există rețea de canalizare, (de exemplu comune, sate sau cartiere periferice – chiar și rezidențiale);
- obiective izolate unde nu există rețea de canalizare, (parcări, moteluri, hanuri, hoteluri, sanatorii, unități militare, mănăstiri ș.a.);
- acolo unde situația este favorabilă realizării și exploatării unei astfel de microstații chiar dacă există o rețea de canalizare publică, (de exemplu în cadrul unei gospodării autonome, microzonale a alimentării cu apă și a canalizării);
- acolo unde se dorește o dezvoltare rapidă și calitativă a infrastructurii rurale.

În condițiile amintite mai sus microstațiile se recomandă beneficiarilor:

- care doresc să-și îmbunătățească condițiile de confort și doresc să trăiască într-un ambient curat;
- care doresc să facă economii;
- care sunt deschiși la nou, doresc să experimenteze, au simț tehnic și nu sunt prea comozi;
- care optează pentru o gospodărire necentralizată a resurselor energetice, a apei și a canalului;
- care utilizează rațional apa, folosind mașini de spălat, (vase și rufe), performante, cu un consum mic de apă;
- care utilizează detergenți ecologici, (biodegradabili);
- gospodăriilor țărănești care atrag agroturiști și trebuie să ofere un confort ridicat;
- care nu dispun de resurse de apă pentru agricultură.

Câteva aspect comparative ale diferitelor tehnologii de epurare utilizate în cadrul microstațiilor, conform celor prezentate în subcapitolele 7.4.1 – 7.4.3, sunt redate în tabela 7.2.

Adoptarea unei tehnologii de epurare depinde de mai mulți factori, dintre care:

- numărul de locuitori deserviți;
- performanțele de epurare necesare pentru obținerea autorizației de funcționare;
- existența unui emisar apropiat sau o altă posibilitate de descărcare a apei epurate;
- fondurile disponibile pentru investiția inițială, întreținere și exploatare;
- spațiul disponibil;

Capitolul 7

- integrarea în decor;
- adoptarea ca soluție permanentă sau provizorie;
- utilizarea apei uzate epurare și a nămolului în agricultură;
- posibilitatea de asociere mai mulți beneficiari;
- existența unui operator zonal sau local;
- în absența unui operator zonal, existența unui serviciu de asistență tehnică;
- importanța obiectivului deservit;
- existența căilor de acces și altele.

Tabela 7.2

Aspecte comparative ale diferitelor tehnologii de epurare

| Avantaje și dezavantaje ale diferitelor tehnologii de epurare utilizate la stațiile mici și foarte mici | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| | Instalații cu bazin de activare | Instalații de activare cu stocare | Instalații cu pat aerob scufundat | Instalații cu filtre biologice | Instalații cu contactoare rotative | Instalații cu plante | Instalații cu membrane |
| Experiența dobândită în domeniu | mare | mare | medie | mare | medie | medie | mică |
| Existența unor normative de proiectare | da | da | da | da | da | da | nu |
| Costul investiției inițiale | mediu | mediu | mediu | mediu | mediu | reduc | foarte mare |
| Spațiul ocupat | reduc | reduc | reduc | reduc - mediu | reduc | mare | foarte redus |
| Integrarea în decor | simplă | simplă | simplă | simplă | poate fi dificilă | poate fi foarte dificilă | foarte simplă |
| Siguranță și stabilitate în exploatare | bună | bună | medie | bună | medie | medie | foarte bună |
| Cheptuile de întreținere și exploatare | medii | medii | medii | mici | mici | mici | mari |
| Utilizarea apei uzate epurate pentru diverse folosințe | în anumite condiții da | în anumite condiții da | în anumite condiții da | în anumite condiții da | în anumite condiții da | da | da |
| Execuția în variantă prefabricată | da | da | da | da | da | numai decantorul primar | da |
| Posibilitatea de execuție în regie proprie | da | da | da | da | da | da | nu |

Importanța treptei mecanice de degrosiere și decantare reiese din calitatea influentului și a variațiilor de debit ale acestuia. Un influent bogat în încărcări inerte, cum ar fi nisip, cioburi sau diverși plutitori necesită obligatoriu o limpezire primară. Această situație apare de regulă la un număr mare de locuitori deserviți, (hanuri, sanatorii, cantine, bucătării mari, etc.). O mare atenție trebuie acordată grăsimilor, care în cantitate mare îngreunează și deranjează întreg procesul de epurare și de transport al apei. Un separator primar compartimentat realizează o foarte bună reținere atât a plutitorilor cât și a materiilor grele.

Capitolul 7

Un volum mare al decantorului primar contribuie în bune condiții la preluarea șocurilor de debit și la stocarea nămolului în exces. Stocarea nămolului în exces presupune însă o dezvoltare geometrică pe verticală a decantorului, (decantor cu etaj, a se vedea capitolul 5).

Treapta mecanică poate fi realizată și prin modificarea unei construcții deja existente, ca de exemplu o fosă septică.

Instalații cu bazin de activare, cu sau fără bazin de stocare a nămolului, se recomandă în situațiile când numărul de locuitori echivalenți deserviți este redus, sub 50, variațiile de debit nu sunt mari iar discontinuitățile de funcționare rare. Situația ideală este atunci când zilnic se asigură o cantitate de apă influentă astfel încât treapta de epurare biologică să nu stagneze. În cadrul experimentelor prezentate în capitolul 6 s-a pus în evidență faptul că întreruperile două trei zile nu afectează performanțele de epurare ale microstației.

Instalațiile cu bazin de activare sunt executate de obicei în variantă prefabricată, sub formă cilindrică. Montajul lor este simplu, ele pot fi montate subteran la o distanță mică de casă, capacul instalației fiind pietonal sau chiar carosabil. Spațiul ocupat este de asemenea redus.

Aceste instalații s-au impus datorită unei vaste experiențe acumulate și un raport preț calitate foarte bun. Fiabilitatea lor depinde în primul rând de echipamentele, (în principal pompele), care echipează microstația.

Instalațiile de activare cu acumulare, se recomandă când numărul de locuitori deserviți este foarte mic, sub 10, iar secvențele de funcționare pot fi ușor reglate în funcție de necesitățile consumatorilor. Trebuie evitată de exemplu pătrunderea unei cantități mari de apă brută în reactor în timpul fazei de golire.

Instalațiile s-au impus prin simplitate, fiind necesar un singur bazin în care are loc procesul de epurare, la care se mai adaugă un rezervor de colectare și stocare a nămolului. Costul instalației este redus, pentru pomparea apei și a nămolului putându-se folosi sistemul gaz-lift deservit de compresorul existent.

Prin prevederea unui bazin tampon și a unei pompe, instalația poate funcționa practic în orice condiții de alimentare și poate fi dimensionată și pentru un număr mare de utilizatori. Față de instalația cu bazin de activare cu funcționare continuă, instalația de activare cu acumulare este mai ieftină ca și execuție, prezintă însă un consum de energie mai ridicat și ocupă un spațiu mai amplu. Execuția ei este tot subterană, în variantă prefabricată și acoperită.

Instalațiile cu filtru biologic, se recomandă când numărul de locuitori deserviți este mare, de ordinul zecilor sau sutelor. Experiența acumulată cu acest tip de instalații este amplă. Filtrele biologice se realizează de în construcții supraterane în variantă acoperită, spațiul ocupat de ele fiind mai mare decât la instalațiile prezentate anterior. Cuvele filtrelor și sistemul de acoperire poate fi executat în variantă prefabricată. Acoperirea prezintă multiple avantaje, putându-se realiza și aerarea cu tiraj forțat. Filtrele biologice pot lucra individual, cazul instalațiilor de capacitate mai mică, sau grupate, pentru capacități mai mari. Se va evita amplasarea lor în imediata vecinătate a clădirii sau a grupului

de clădiri deservit. Instalația va fi precedată de o treaptă mecanică, în care se poate stoca și nămolul secundar.

Aceste instalații se adaptează foarte bine la șocurile de încărcare, mai ales în cazurile când debitul influent în instalație scade foarte mult sau este chiar zero. În această situație se va repompa o parte din apa uzată epurată, important este să se evite uscarea filtrului.

Instalații de epurare cu contactor biologic rotativ, în variantă constructivă cu contactor simplu sau de tip Staehlermatic, funcționează cu bune rezultate atât ca instalații foarte mici cât și ca instalații mici. Ele prezintă avantajul unei adaptări dinamice a biofilmului de pe contactorul rotativ la variațiile de încărcare. Ca și la instalațiile cu filtre biologice, o bună stabilitate în funcționare se obține prin repomparea unei cantități din apa uzată epurată. Instalația va fi precedată de o treaptă mecanică. Nămolul secundar va fi stocat fie în treapta mecanică fie într-un compartiment separat de stocare.

Cuva instalației va fi îngropată și acoperită cu un capac executat din materiale ușoare. Datorită faptului că instalația este dezvoltată pe orizontală, adâncimea de pozare este mică. Cuvele mici se pot realiza și la acest tip de instalații în variantă prefabricată. Dacă instalațiile sunt de capacitate mare se poate renunța la acoperirea lor, soluție care atrage însă multiple dezavantaje.

Consumul energetic al instalației este redus, iar întreținerea și exploatarea sunt simple. Trebuie precizat însă faptul că pentru variantele constructive în care aerarea se face suplimentar și prin insuflare de aer, automatizarea instalației este mai sofisticată și consumul energetic mai ridicat.

Aceste instalații sunt ideale pentru deservirea gospodăriilor, individuale sau grupate, din mediul rural.

Instalațiile cu pat aerob fix scufundat, sunt instalații care se pretează pentru un număr redus de locuitori deserviți. Datorită dimensiunilor reduse, execuția optimă este tot în variantă prefabricată, costul unei asemenea instalații este de regulă redus. Instalația va fi precedată de o treaptă mecanică. Pentru o curgere gravitațională a apei prin instalație, consumul energetic este cauzat numai de compresorul care este necesar pentru aerare.

Instalația prezintă dezavantajul că filtrul submersat se colmatează foarte ușor. Decolmatarea se face prin mărirea intensității de aerare, aspect de care se va ține cont la dimensionarea compresorului. Nămolul secundar poate fi stocat în treapta mecanică, care este obligatorie.

Aceste instalații, prin simplitatea lor, sunt optime pentru deservirea gospodăriilor izolate cu debite foarte mici. Execuția este tot subterană, în variantă prefabricată și acoperită. Datorită dimensiunilor mici, există și posibilitatea executării instalației în variantă supraterană sau semiîngropată, situații în care trebuie asigurată însă protecția împotriva înghețului.

Instalațiile de epurare cu plante, sunt instalațiile cele mai apropiate de epurarea naturală, (autoepurarea apei și a solului). Ele se recomandă în situațiile în care putem realiza o continuitate a debitului de apă brută și unde spațiul permite amplasarea unei astfel de instalații. Dimensiunile instalației variază foarte mult, de la instalații care deservesc o singură gospodărie până la instalații care deservesc o localitate de sute de locuitori. Treapta mecanică

poate fi executată, până la o anumită dimensiune, și în variantă prefabricată. Filtrul biologic implică un volum mare de lucrări de terasamente, situația ideală fiind atunci când textura și panta naturală a terenului favorizează o astfel de lucrare, (se pot amenaja, de exemplu, depresiunile naturale ale terenului).

Efluentul fiind de foarte bună calitate, în anumite condiții, poate fi utilizat la irigarea de culturi agricole, iar fânul rezultat prin cosirea periodică a vegetației care acoperă filtrul poate fi compostat. Datorită vegetației intense care se dezvoltă pe suprafața filtrului, aceste instalații se integrează foarte plăcut în decor.

Instalațiile de epurare cu membrană reprezintă la ora actuală o alternativă interesantă a instalațiilor prezentate anterior. Datorită prețului ridicat de achiziție și a experienței încă mici în exploatare, aceste instalații nu sunt foarte răspândite. Ele se recomandă pentru un număr mic de locuitori deserviți, (casă familială, duplex, etc.) și pentru situațiile în care pretențiile de calitate pentru efluent sunt foarte mari.

Spațiul solicitat de aceste instalații este foarte mic, ele fiind montate în interiorul imobilului. Întreținerea lor est mai complexă și mai costisitoare decât la celelalte tehnologii. La ora actuală există în Europa stații experimentale mici de epurare cu membrană care deservesc câteva sute de locuitori echivalenți.

7.5 Structura și conținutul tezei, contribuții personale și perspective

7.5.1 Structura și conținutul tezei

Prezenta teză este structurată pe șapte capitole, după cum urmează:

În capitolul 1, „*Introducere*”, este prezentată oportunitatea temei și obiectivele cercetării. De asemenea este prezentată pe scurt, evoluția istorică a tehnologiilor de epurare și mai ales, a soluțiilor tehnice adoptate în domeniul stațiilor de epurare de capacitate mică. În final este prezentată o situație statistică actuală din România, în ceea ce privește asigurarea canalizării și a epurării în localitățile urbane și rurale.

În capitolul 2, „*Tehnologii de epurare*”, sunt prezentate principalele tehnologii de epurare, fiind trecute în revistă obiectele epurării primare, cele ale epurării biologice și ale epurării terțiare, (de finisare). O atenție deosebită a fost acordată subcapitolului care se referă la debitmetrie și subcapitolului în care sunt descrise metodele de dezinfecție. În continuare sunt prezentate câteva variante de scheme de epurare *generale*, scheme care și-au dovedit eficiența în practică. S-a pus în evidență schema de epurare cu instalații de tip *Staehermatic*, instalații care sunt specifice capacităților mici. De asemenea s-a făcut referire la sistemul de pompare prin gaz-lift, ca fiind un sistem foarte eficient și cu o largă răspândire la instalațiile de mică capacitate. Capitolul se încheie cu prezentarea factorilor fizici, chimici și biologici care influențează capacitatea de epurare biologică.

Capitolul 3, „Elemente de calcul tehnico economic. Fiabilitatea echipamentelor hidromecanice din stațiile de epurare”, tratează câteva aspecte legate de elementele de calcul tehnico economic de care trebuie să se țină seama la alegere tehnologiei și a soluției constructive pentru o stație de

capacitate mică. Sunt prezentate unele valori orientative ale costului unor astfel de instalații în țări europene cu tradiție.

Partea a doua a capitolului se referă la noțiuni de fiabilitate, cu exemplificări la instalațiile și echipamentele din stațiile de epurare și cu prezentarea unor aspecte particulare pentru stațiile de capacitate mică.

Capitolul 4, „*Cerințe specifice legate de stațiile de epurare de mică capacitate*”, prezintă, în prima parte, două clasificări generale ale instalațiilor de capacitate mică, o clasificare în funcție de debitul influent de apă uzată și una în funcție de numărul de locuitori echivalenți deserviți. Capitolul continuă cu prezentarea unor aspecte particulare, specifice, pentru instalațiile mici, a obiectelor tehnologice prezentate în capitolul doi. Sunt enumerate câteva măsuri constructive pentru asigurarea bunei funcționări a stației și se dau recomandări privind amplasarea unei astfel de instalații. În final sunt menționate câteva aspecte legislative, din țări europene cu tradiție în domeniu, legate de soluția epurării descentralizate a apelor uzate menajere cu instalații de capacitate mică.

Capitolul 5, care este și capitolul cel mai amplu al prezentei teze, „*Proiectarea, execuția și exploatarea stațiilor de capacitate mică și foarte mică*”, prezintă reguli practice referitoare la proiectarea și execuția stațiilor de capacitate mică și foarte mică pentru principalele tehnologii de epurare: epurare mecanică cu decantor clasic sau bazin compartimentat cu trei camere, treaptă biologică cu bazin de activare cu funcționare continuă, treaptă biologică cu instalație de activare cu acumulare, epurare biologică cu filtre, epurare biologică cu contactoare rotative, epurare biologică cu pat aerob scufundat și epurare biologică cu filtre de pământ înierbate, (stații de epurare cu plante). De asemenea se fac referiri și la microstații de epurare cu membrane filtrante.

Aferente fiecărei tehnologii sunt prezentate regulile de întreținere și exploatare a microstațiilor.

În continuare sunt expuse câteva modalități de descărcare a apei uzate epurate, prin iazuri de infiltrație, tranșee drenante, puțuri absorbante și altele.

În prima parte a capitolului 6, „*Studii și cercetări experimentale*”, este prezentată evaluarea unor buletine de analiză, legate de avarii și nereguli intervenite în funcționarea unor microstații, sunt dezbătute principalele defecte și efectele acestora asupra procesului de epurare. Din analiza acestor fișe rezultă și tendințele actuale de adoptare a diferitelor tehnologii de epurare.

În a doua parte, este descris ștandul experimental pe care s-a efectuat cercetarea, microstația de epurare ORM-5, și modul de desfășurare a experimentelor. Sunt prezentate:

- evoluțiile principalilor parametri ai apei uzate epurate, în urma a cinci scenarii de aerare aplicate;
- modificările survenite în procesul de epurare în urma introducerii în circuit a unei culturi de bacterii selectate, specializate în reducerea grăsimilor;
- câteva rezultate experimentale de dezinfecție a apei cu turbiditate ridicată, prin iradiere cu radiații ultraviolete.

În capitolul 7, „*Concluzii finale*”, se fac aprecieri și recomandări legate de tehnologiile de epurare prezentate în capitolul 5, și se propune o variantă de organizare a implementării acestor tehnologii, pentru epurarea apei uzate din mediul rural. În final se face o prezentare generală a structurii și a conținutului

Capitolul 7

tezei, sunt evidențiate contribuțiile personale ale autorului și sunt propuse câteva direcții de continuare a cercetărilor experimentale.

Teza este structurată pe șapte capitole, cuprinde 222 de pagini, 40 relații de calcul, 93 figuri, diagrame și imagini, 43 tabele și 6 anexe. Lista bibliografică cuprinde 135 de titluri dintre care 85 actuale.

7.5.2 Contribuții personale

Contribuțiile personale, care se pot evidenția, sunt:

- prezentarea în sinteză, în urma studierii literaturii autohtone și străine, a principalelor tehnologii de epurare care se pretează pentru instalațiile de capacitate mică;

- cercetări experimentale, efectuate pe o microstație de epurare, în vederea îmbunătățirii performanțelor acesteia, atât din punct de vedere al calității apei epurate cât și al consumului energetic.

- punerea în evidență a efectului pe care-l au bacteriile reducătoare de grăsimi asupra procesului de epurare, (la ora redactării acestui material, modul de desfășurare al experimentului fiind o premieră chiar și pentru furnizorul materialului biologic).

- încercări de dezinfecție prin iradiere UV a apelor cu turbiditate ridicată.

- evaluarea și interpretarea unor buletine de analiză, legate de avarii și nereguli intervenite în funcționarea unor microstații din zona Stuttgart-Germania.

- aprecierea diferitelor tehnologii de epurare aplicate la instalațiile de mică capacitate și recomandări privind adoptarea, în funcție de o situație dată, a unei anume tehnologii;

- propunere pentru organizarea și controlul implementării tehnologiilor de epurare locală a apelor uzate în mediul rural.

7.5.3 Perspective

Din analiza rezultatelor experimentale obținute, (capitolul 6), rezultă necesitatea continuării cercetării experimentale, pentru ridicarea calității efluentului microstației. Acest lucru este posibil prin crearea unei agități a biomasei din bazinul de activare în condițiilor anaerobe. Astfel, pot fi activate bacteriile mineralizatoare anaerobe, necesare procesului de *denitrificare*. Chiar dacă legislația europeană actuală nu prevede necesitatea denitrificării apei epurate, în cazul instalațiilor de capacitate mică și foarte mică, această performanță ar fi totuși benefică din punct de vedere al protecției mediului.

Analiza efectelor, asupra proceselor de epurare biologică, și a altor produse biologic active utilizate în decontaminări, în întreținerea rețelilor și chiar a locuințelor.

Alte preocupări ale catedrei noastre, merg în direcția propunerii unei strategii de implementare a tehnologiilor de gospodărire locală a apelor uzate și a nămolurilor, în mediul rural.

Bibliografie

- [1] Albu, C., D., Brezeanu, M., 1974, "*Mică enciclopedie de chimie*", Editura Enciclopedică Română, București.
- [2] Bârsan, E., Nichita, Gh., Mirel, I., 2001, "*Dezinfectarea apelor naturale (potabile) și uzate*", Revista Romaqua, 2-3/2001.
- [3] Berghold, Hans, 1994, "*Der heutige Entwicklungsstand bei Pflanzenkläranlagen – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [4] Blidaru, V., Pricop, Gh., Wehry, A., 1981, "*Irigații și drenaje*", Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [5] Blitz, E., 1970, "*Proiectarea canalizărilor*", Editura Tehnică, București.
- [6] Börner, Tankred, 1994, "*Erfahrungen mit Pflanzenkläranlagen in Deutschland – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [7] Bucur, A., 1999, "*Elemente de chimia apei*", Editura H.G.A., București.
- [8] Burtică, G., Pode, R., Vlaicu, I., Pode, V., Negrea, A., Micu, D., 2000, "*Tehnologii de tratare a afluenților reziduali*", Editura Politehnica, Timișoara.
- [9] Busse, A., 2003, "*Kleinkläranlagen mit Mikrofiltration*", Ab Wasserwirtschaft Wassertechnik, nr. 7-8/2003.
- [10] Carabeț, A., Mirel, I., Florescu, C., 2000, "*Considerații privind epurarea apelor uzate din mediul rural*", Analele Universității din Oradea, Fascicolul "Protecția mediului", Tom V, partea a II-a.
- [11] Deutsch, Anton, 1994, "*Abwasserentsorgung in der Landwirtschaft – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [12] Dima, M., Meglei, V., Dima, B., Bodea, C., 2002, "*Bazele epurării biologice ale apelor uzate*", ETP Tehnopress, Iași.
- [13] Dima, M., 1998, "*Epurarea apelor uzate urbane*", Editura Junimea, Iași.
- [14] Dima, M., 1971, "*Canalizări*", vol I și II, curs litografiat, Institutul Politehnic Iași.
- [15] Dorgeloh, Elmar, 2005, "*DIN-EN-Prüfung zur Zulassung von Kleinkläranlagen*", K'A-Abwasser, Abfall, 2/2005.
- [16] Ehrhardt, Martin, 1994, "*Kostengünstige Eigen- und Fremdüberwachung bei dezentralen Anlagen – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [17] Fink, Reinhard, 1994, "*Wartung-, Eigen- und Fremdüberwachung von Kleinkläranlagen – ein Praxisbericht – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.

Bibliografie

- [18] Florea, J., Robescu, D., Petrovici, T., Stamatiu, D., 1987, "*Dinamica fluidelor polifazice și aplicațiile ei tehnice*", Editura Tehnică, București.
- [19] Friedrich, Adolf, 1914, "*Kulturtechnischer Wasserbau, Handbuch für Studierende und Praktiker*", Verlag Paul Parey, Berlin.
- [20] Giurconiu, M., și colectivul, 2002, "*Construcții și Instalații Hidroedilitare*", Editura de Vest, Timișoara.
- [21] Giurconiu, M., Mirel, I., Păcurariu, M., Retezan, A., 1986, "*O nouă soluție de epurare a apelor uzate cu bloc terțiar optimizat și aerare prin insufflare*", "Lucrările Conferinței Naționale de Energetică", București, 27-29 noiembrie.
- [22] Giurconiu, M., Mirel, I., 1984, "*Concepții noi și tehnologii eficiente aplicate la epurarea apelor uzate*", Lucrările simpozionului național "Probleme actuale ale protecției tratării și epurării apelor în RSR", Timișoara, 4-6 octombrie.
- [23] Giurconiu, M., și colectivul, 1983, "*Studii experimentale în aplicarea dispozitivelor cu paturi scufundate în epurarea biologică*", Simpozionul Calitate și eficiență în tehnica epurării, Institutul de Construcții București.
- [24] Giurconiu, M., 1969, "*Canalizări*", Litografia Institutului Politehnic Timișoara.
- [25] Goldberg, Bernd, 2004, "*Kleinkläranlagen heute*", Hoss Media, Verlag Bauwesen GmbH, Berlin.
- [26] Halicki, W., Jedrzejowska, S., Warezak, T., 2003, "*Einsatz naturnahen Pflanzenteichkläranlagen im ländlichen Raum zur Verwirklichung einer nachhaltigen Wasserwirtschaft, Teil I: Ausgangssituation*", GWF Wasser Abwasser Nr. 10.
- [27] Halicki, W., Jedrzejowska, S., Warezak, T., 2003, "*Einsatz naturnahen Pflanzenteichkläranlagen im ländlichen Raum zur Verwirklichung einer nachhaltigen Wasserwirtschaft, Teil II: Reinigungsleistung der einzelnen Pflanzenteichkläranlagen*", GWF Wasser Abwasser Nr. 11.
- [28] Haluschan, Adolf, 1994, "*Kleinkläranlagen und ihre Klärschlamm Entsorgung – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [29] Hlawati, Bernhard, 1994, "*Die Vakuumentwässerung – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [30] Hribar, Gernot, 1994, "*Technische Kleinkläranlagen – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [31] Ianculescu, D., O., Molnar, A., David, C., 2002, „Stații de epurare de capacitate mică”, Editura Matrix Rom, București.
- [32] Ianculescu, O., Ionescu, Gh., Racovițeanu, R., 2001, "*Epurarea apelor uzate*", Editura Matrix Rom, București.
- [33] Ianculescu, O., Ionescu, Gh., Racovițeanu, R., 2001, "*Canalizări*", Editura Matrix Rom, București.
- [34] Ianuli, V., Mirel, I., Ștefănescu, V., 2001, "*Managementul nămolului și legislația în domeniu*", Revista Romaqua, 2-3/2001.

Bibliografie

- [35] Imhoff, K, Imhoff K., R., 1993, "*Taschenbuch der Stadtentwässerung*", Editura Oldenburg, München, Viena.
- [36] Jura, C., Stăniloiu, C., Gheorghe, A., Mihard, D., 2002, "*The optimisation of the primary water purifying technological lines*", The International Conference Preventing and Fighting Hydrological Disasters, Timișoara, 21-22 noiembrie.
- [37] Jura, C., Giurconiu, M., Mirel, I., Păcuraru, M., Retezan, A., 1988, "*Stație pentru epurarea completă a apelor uzate*", Conferința a II-a Națională de inginerie tehnologică pentru construcții "Modernizarea Producției în Construcții Montaj", Cluj-Napoca, 9-10 iunie.
- [38] Jura, C., Giurconiu, M., Mirel, I., Rogobete, Gh., Konstantinovici, I., 1987, "*Utilizarea apelor uzate și a nămolurilor de la stațiile de epurare la unele unități agricole din județul Timiș*", Publicațiile Societății Naționale Române pentru Știința Solului, nr. 23C.
- [39] Jura, C., și colectivul, 1986, "*Instalații bloc pentru epurarea apelor*", Simpozion 15 Ani de Gospodărire Apelor în Județul Caraș Severin, Reșița.
- [40] Jura, C., Giurconiu, M., Mirel, I., Păcurariu M., Retezan, A., 1986, "*Instalație bloc pentru epurarea apelor uzate*", Lucrările CNA cu CPJ Caraș-Severin, 15 ani de gospodărirea apelor în Caraș-Severin.
- [41] Jura, C., 1981, "*Începuturile și dezvoltarea lucrărilor de epurare în centrul Timișoara*", Timișoara.
- [42] Jura, C., 1968, "*Concepții actuale în realizarea lucrărilor hidroedilitare de capacitate mică*", Revista Hidrotehnica, 13-10/68.
- [43] Jura, C., 1967, "*Curs de alimentări cu apă și canalizări și instalații hidroedilitare*", curs litografiat, Universitatea Politehnica Timișoara.
- [44] Jura, C., 1962, "*Curs de economia apelor*", Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [45] Kainz, H., Kauch, P., E., Renner, H., 2002, "*Siedlungswasserbau und Abfallwirtschaft*", Editura Manz, Viena.
- [46] Kauch, Ernst, Peter, 1994, "*Abwasserbewirtschaftung und Landschaftswasserhaushalt – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [47] Köck, Michael, 1994, "*Abwasser und Hygiene – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?*", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [48] Mănescu, A., 1999, "*Catalog de fișe*", Institutul de Construcții București.
- [49] Merck, E., "*Die untersuchung von Wasser*", Darmstadt.
- [50] Mirel, I., Stăniloiu, C., Florescu, C., Podoleanu, E., 2004, "*Considerații privind realizarea lucrărilor hidrotehnice în mediul rural*", Universitatea Tehnică Moldova, A II-a Conferință Tehnico Științifică Internațională "Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului", Chișinău, Republica Moldova, 30 septembrie – 1 octombrie.
- [51] Mirel, I., Stăniloiu, C., Bătea, F., Sabău, E., Ieremiaș, D., Koranda, C., 2004, "*Grupuri sanitare cu sisteme diferențiate de evacuare a apei uzate*", Conferința cu participare

Bibliografie

- internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a XIII-a, Timișoara, 22-23 aprilie.
- [52] Mirel, I., Starkl, M., Stăniloiu, C., Gîrbaciu, A., 2003, "*Valorificarea nutrienților din apele reziduale*", Buletinul științific al Universității Politehnica din Timișoara, Tom 48(62).
- [53] Mirel, I., 2002, "*Protecția calitativă a resurselor de apă potabilă*", Revista AGIR, 2/2002.
- [54] Mirel, I., Florescu, C., Stăniloiu, C., Segneanu, E., 2002, "*Impactul lucrărilor hidroedilitare asupra mediului înconjurător*", Conferința cu participare internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a XI-a, Timișoara, 18-19 aprilie.
- [55] Mirel, I., Stăniloiu, C., Florescu, C., Podoleanu, C., 2001, "*Instalații locale pentru epurarea apelor uzate menajere provenite de la gospodării și grupuri de clădiri izolate*", Lucrările Simpozionului Internațional "Instalații de epurare a apelor uzate de capacitate mică", UTCB, ADISS SA, ARA, Baia Mare, 26-28 noiembrie.
- [56] Mirel, I., Chivereanu, D., Florescu, C., Stăniloiu, C., 2001, "*Considerații cu privire la alcătuirea stațiilor de epurare pentru localitățile rurale*", Conferința cu participare internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a X-a, Timișoara, 26-27 aprilie.
- [57] Mirel, I., Chivereanu, D., Florescu, C., Stăniloiu, C., Mihaleica, F., 2000, "*Tehnică – economical considerations regarding rain water gathering from industrial*", A V-a Conferință Internațională de Mașini Hidraulice și Hidromecanică, Timișoara, 18-20 octombrie.
- [58] Mirel, I., Săvescu, E., 2000, "*Issues concerning sand filtration for advanced waste water treatment*", Congres IWA Paris, 3-5 iulie.
- [59] Mirel, I., Popescu, D., Cardoș, T., Săvescu, E., Segneanu, E., 2000, "*Considerații cu privire la oportunitatea dezinfectării apelor epurate mecanico-biologic*", Seminar științific "Tehnologii pentru reținerea azotului și fosforului din apele uzate și necesitatea dezinfectării apelor epurate", Universitatea Tehnică de Construcții București – ARA, 13 aprilie.
- [60] Mirel, I., Carabeț, A., Florescu, C., Arimia, F., Segneanu, E., 2000, "*Unele considerații cu privire la reținerea azotului și fosforului din apele uzate menajere*", Seminar științific "Tehnologii pentru reținerea azotului și fosforului din apele uzate și necesitatea dezinfectării apelor epurate", Universitatea Tehnică de Construcții București – ARA, 13 aprilie.
- [61] Mirel, I., 2000, "*Considerații cu privire la alcătuirea și retehnologizarea stațiilor de epurare în raport cu cerințele impuse prin normele naționale și europene*", C.J. Timiș, Al doilea simpozion ecologic ECOTIM 2000.
- [62] Mirel, I., Florescu, C., Stăniloiu, C., Arimia, F., 2000, "*Über die Wasserversorgungssysteme der Kleinortschaften*", Buletinul științific al Universității Politehnica din Timișoara. Ediție dedicată simpozionului omagial Pompiliu Nicolau 1891-1972, Tom 46(60).
- [63] Mirel, I., 2000, "*Necesitatea dezinfectării apelor uzate*", Revista Romaqua, 3/2000.
- [64] Mirel, I., Ionescu, G., Nacu, A., Mitrașcă, M., 1999, "*Consideration regarding the wastewater biological treatment*", Conferința internațională Debrecen, 28-29 octombrie.

Bibliografie

- [65] Mirel, I., Popescu, D., Klein, L., 1999, "*Considerații privind producția și utilizarea biogazului în instalații de tip gospodăresc*", Simpozionul "Mediul și Industria", București, 23-25 septembrie.
- [66] Mirel, I., Carabeț, A., Chivoreanu, D., Bondoc, M., 1998, "*Considerații privind epurarea apelor uzate de la complexele de porcine de tip industrial*", Buletinul Științific al Universității "Politehnica" din Timișoara, Tom 43(57), vol. II.
- [67] Mirel, I., Man, E., Chivoreanu, D., Carabeț, A., 1998, "*Instalații de biogaz pentru cvartale de locuințe*", Conferința cu participare internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a VII-a, Timișoara, 23-24 aprilie.
- [68] Mirel, I., 1998, "*Utilizarea iazurilor biologice la epurarea avansată a apelor uzate provenite de la localitățile rurale*", Conferința cu participare internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a VII-a, Timișoara, 23-24 aprilie.
- [69] Mirel, I., Retezan, A., 1996, "*Sisteme vacuumatice de canalizare*", Lucrările Conferinței Naționale de Instalații, Sinaia, 6-8 octombrie.
- [70] Mirel, I., 1996, "*Instalații locale de mică capacitate pentru epurarea completă a apelor fecalo-menajere*", Lucrările Simpozionului cu participare internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a V-a, Timișoara, 28-29 martie.
- [71] Mirel, I., Ianculescu, S., Carabeț, A., Săvescu, E., 1995, "*Epurarea apelor uzate prin procedee avansate*", Lucrările Sesiunii Jubiliare de comunicări științifice "Aniversarea a 75 de ani de la înființarea Școlii Politehnice Timișorene", Timișoara, 19-20 octombrie.
- [72] Mirel, I., 1995, "*Neutralizarea reziduurilor urbane, factor determinant pentru reducerea poluării mediului înconjurător*", Colocviul "Amenajări hidrotehnice în spațiul Caraș-Severin. Forme de conservare a naturii", Semenic, 8-10 iunie.
- [73] Mirel, I., 1993, "*Epurarea apelor uzate de la gospodării și unități izolate*", Revista "Instalatorul", 3/1993.
- [74] Mirel, I., 1993, "*Considerații cu privire la epurarea apelor uzate de la gospodăriile și unitățile izolate*", Lucrările Simpozionului cu participare internațională "Instalații pentru construcții și confort ambiental", Ediția a II-a, Vol. I, Timișoara, 1-3 aprilie.
- [75] Mirel, I., 1989, "*Verwendung von mit Sand und Hydroantrazit versehene schnellen Filteranlagen Zwecks Reinigung von Abwasser*", Buletinul Științific și Tehnic al Institutului Politehnic Timișoara, Seria construcții, Tom 33(48).
- [76] Mirel, I., 1988, "*Filtrarea rapidă, mijloc eficient pentru epurarea avansată a apelor uzate orășenești și industriale*", Simpozion schimb de experiență "Promovarea soluțiilor tehnice moderne în proiectarea construcțiilor" cu tema: Creșterea productivității muncii, a eficienței și calității lucrărilor.
- [77] Mirel, I., Jura, C., Giurconiu M., 1988, "*Optimizarea proceselor de filtrare terțiară*", Al II-lea Congres Național de Chimie, București, 21-24 septembrie.
- [78] Mirel, I., 1986, "*Considerații teoretice și experimentale privind utilizarea filtrelor rapide pentru epurarea terțiară a apelor uzate*", 1986, "Lucrările Conferinței Naționale de Energetică", București, 27-29 noiembrie.
- [79] Mirel, I., Giurconiu, M., Nicoară, T., Jura, D., 1986, "*Comportarea în exploatare a filtrelor rapide echipate cu nisip pentru epurarea apelor uzate la Combinatul Solventul Timișoara*", Lucrările simpozionului național "Soluții noi eficiente, în proiectarea și execuția structurilor", secțiunea construcții hidrotehnice, Timișoara, 14-16 noiembrie.

Bibliografie

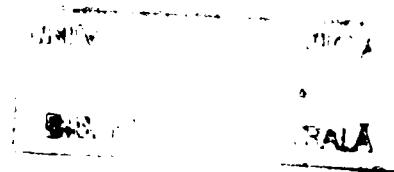
- [80] Mirel., I., 1986, "Modele matematice pentru studiul procesului de limpezire prin filtre rapide cu nisip", Lucrările simpozionului național "Soluții noi eficiente, în proiectarea și execuția structurilor", secțiunea construcții hidrotehnice, Timișoara, 14-16 noiembrie.
- [81] Mölbach, Erling, 1994, "Erfahrung mit der Umsetzung dezentraler Lösungen auf Gemeindeebene – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [82] Negulescu, M., 1978, "Epurarea apelor uzate orășenești", Editura Tehnică, București.
- [83] Ognean, T., Vaicum, L., 1987, "Modelarea proceselor de epurare biologică", Editura Academiei Republicii Socialiste România, București.
- [84] Negulescu, A., L., C., 2004, "Exploatarea stațiilor de epurare a apelor uzate", Editura Agrotehnică, București.
- [85] Pîslărașu, I., Rotaru, N., Tigoianu., V., 1965, "Canalizări", Editura Tehnică, București.
- [86] Pöpel, H., J. und Mitarbeiter, "Abwassertechnik", Technische Universität Darmstadt.
- [87] Preluscek, E., 1995, "Microstație prefabricată de epurare cu nămol activ a apelor uzate menajere – tip SZV 25/50", AIF CR Îmbunătățiri funciare și construcții rurale.
- [88] Renner, Helmut, 1994, "Abwasserreinigung ohne Fremdenergie – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [89] Renner, H., Kauch, P., Schlachter, H., 2001, "Abwasser- und Abfalltechnik", Manz Verlag Schulbuch GmbH, Wien.
- [90] Renner, H., 1998, "Der ländliche Raum als Problembereich", TU Graz, Gastvorlesung.
- [91] Riegler, Konrad, 1994, "Der Sparkanal – eine Alternative für den ländlichen Raum – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Ländlicher Raum: Abwasserentsorgung in der Sackgasse?", Band 12, Technische Universität Graz, Graz, Mai.
- [92] Robescu, D., Verestoy, A., Lanyi, Szabolcs, 2004, "Modelarea și simularea proceselor de epurare", Editura Tehnică, București.
- [93] Robescu, D., și colectivul, 2002, "Fiabilitatea proceselor, instalațiilor și echipamentelor de tratare și epurare a apelor", Editura Tehnică, București.
- [94] Robescu, D., Robescu Diana, Consantinescu, I., Verestoy, A., 2001, "Wastewater treatment Technologies, Installations and Equipment", Editura Tehnică, București.
- [95] Rojanschi, V., Ogneanu, Th., 1997, "Cartea operatorului din stații de epurare a apelor uzate", Editura Tehnică, București.
- [96] Schlegel, Sigurd, "Abwasserbehandlung", Essen.
- [97] Simionetti, Aurel, 1977, "Canalizări în mediul rural", Editura Tehnică, București.
- [98] Vaicum, L., 1981, "Epurarea apelor uzate cu nămol activ – Bazele biochimice", Editura Academiei Republicii Socialiste România, București.

Bibliografie

- [99] Varduca, A., 1997, "Hidrochimie și poluarea chimică a apelor", Editura H.G.A., București.
- [100] Vladimirescu, I., 1978, "Hidrologie", Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [101] Wendler, D., Rosenwinkel, K., 2003, "Einflüsse von Küchenabfallzerkleinerern auf Kanalisation, Abwasserreinigung und anaerobe Schlammbehandlung", KA Abwasser Abfall, Mai.
- [102] Zarnea, G., 1994, "Tratat de microbiologie generală", volumul V, p 637-661, Editura Academiei Române, București.
- [103] **** Brevet de invenție RO 93502/1985, "Procedeu de aerofiltru de mare încărcare pentru epurarea biologică a apelor uzate", autori: Jura, Cornel, Păcurariu, P., M., Cornel, Zavolan, Aurel, Jura, Silvana.
- [104] **** "NTPA 001/2001 Normativ privind stabilirea limitelor admisibile la descărcarea în emisar".
- [105] **** "NTPA 002/2002 Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare".
- [106] **** Hotărârea de Guvern 352 privind modificarea și completarea "Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic al apelor uzate".
- [107] **** "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, partea I – Treapta mecanică", Anteproiect, elaborat de Universitatea Tehnică de Construcții București, 1998.
- [108] **** "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, partea II – Treapta biologică", Anteproiect, elaborat de Universitatea Tehnică de Construcții București, 1998.
- [109] **** "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea a III-a: Stații de epurare de capacitate mică, ($5 < Q \leq 50$ l/s) și foarte mică ($Q \leq 5$ l/s)", Anteproiect, elaborat de Universitatea Tehnică de Construcții București Facultatea de Hidrotehnică, Laboratorul de Protecția și Epurarea Apelor, 2002.
- [110] **** "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică", (NP 032-1999), "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea II: Treapta biologică", (NP 088-2003), "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea III: Stații de epurare de capacitate mică ($5 < Q < 50$ l/s) și foarte mică $Q < 5$ l/s", (NP 089-2003), Buletinul Construcțiilor, vol. 4-5, 2004, elaborat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor, București.
- [111] **** "Îndrumător tehnic pentru măsurarea debitelor de apă", elaborat de Consiliul Național al Apelor, București, 1981.
- [112] **** "ATV-M-205 Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser", iulie 1998.
- [113] **** "ATV-A-118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen", 1999.

Bibliografie

- [114] **** "ATV-A-126 Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Kläranlagen nach dem Belebungsverfahren mit gemeinsamer Schlammstabilisierung bei Anschlußwerten zwischen 500 und 5000 Einwohnerwerten", Dezember 1993.
- [115] **** "ÖNORM B 2502-1, Kleinkläranlagen (Hauskläranlagen) für Anlagen bis 50 Einwohnerwerte, Anwendung, Bemessung, Bau und Betrieb", Wien, 01.01.2002.
- [116] **** "ÖNORM B 2502-2, Kläranlagen – Kleine Kläranlagen für 51 bis 500 Einwohnerwerte – Anwendung, Bemessung, Bau und Betrieb", Wien, 01.06.2003.
- [117] **** "ÖNORM B 2505, Bepflanzte Bodenfilter, Anwendung, Bemessung, Bau und Betrieb", Wien, 01.06.1997.
- [118] **** "Vergleich der Richtlinien des Rates der Europäischen Gemeinschaft RL 91/271/EWG mit der Allgemeinen Emissionsverordnung für kommunale Abwasserreinigung aus Österreich 1.AEVKA".
- [119] **** "DIN 4261 Teil 2, Kleinkläranlagen, Anlagen mit Abwasserbelüftung, Anwendung, Bemessung, Ausführung und Prüfung", Juni, 1984.
- [120] **** "DIN 4261 Teil 4, Kleinkläranlagen, Anlagen mit Abwasserbelüftung, Betrieb und Wartung", Juni, 1984.
- [121] **** STAS 9450-88, "Apă pentru irigarea culturilor agricole".
- [122] **** Ordinul Ministrului Sănătății 536 din 23.06.1997, pentru aprobarea "Normelor de igienă și a recomandărilor privind mediul de viață al populației".
- [123] **** Hotărârea 459 din 16.05.2002, privind aprobarea "Normelor de calitate pentru apa din zonele naturale amenajate pentru înbăiere".
- [124] **** Prospect "DEM – Detector electromagnetic de debit", Întreprinderea de tractoare și reglatoare directe Pașcani, Pașcani, 1983.
- [125] **** Prospect "Klärtechnik", Grupul Dywidag (Aquaschutz), München, 1995.
- [126] **** Prospect "SONOFLO – Ultrasonic flowmeters", Firma Damfoss, 2002.
- [127] **** Prospect "ORM stații compacte pentru epurarea apelor uzate", Firma Edwards, 2005.
- [128] **** Instrucțiuni de instalare și întreținere "Sistemul universal ORM cu rezervor septic, cu debit constant - ORM 5-35 PE", 2005.
- [129] **** Prospect "MIRI FAM Grease separator for ground installation – Fibre-glass polyester", 2000.
- [130] **** Contract ICPJ Cluj, "Tehnologia stațiilor de epurare în complexul de crescătorii zootehnice".
- [131] **** Contract 71/1980, ICEPEGA București, "Studiul tratării cu ozon a apei intens poluate".
- [132] **** Contract GIGEL, 1976, "Amplificarea stației biologice de epurare a apei în Timișoara".
- [133] **** Contract 18/1975, "Proiect decantor de limpezire a apelor neutralizate de pe platforma C.I.C. Valea Călugărească".



Bibliografie

- [134] **** Contract 305/1975, IMAIA Sibiu, *“Proiect tehnologic pentru limpezirea apelor uzate la IMAIA Sibiu”*.
- [135] **** Contract de cercetare, 1975, CNA București, *“Valorificarea energetică prin fermentarea anaerobă a nămolului în stațiile de epurare”*.

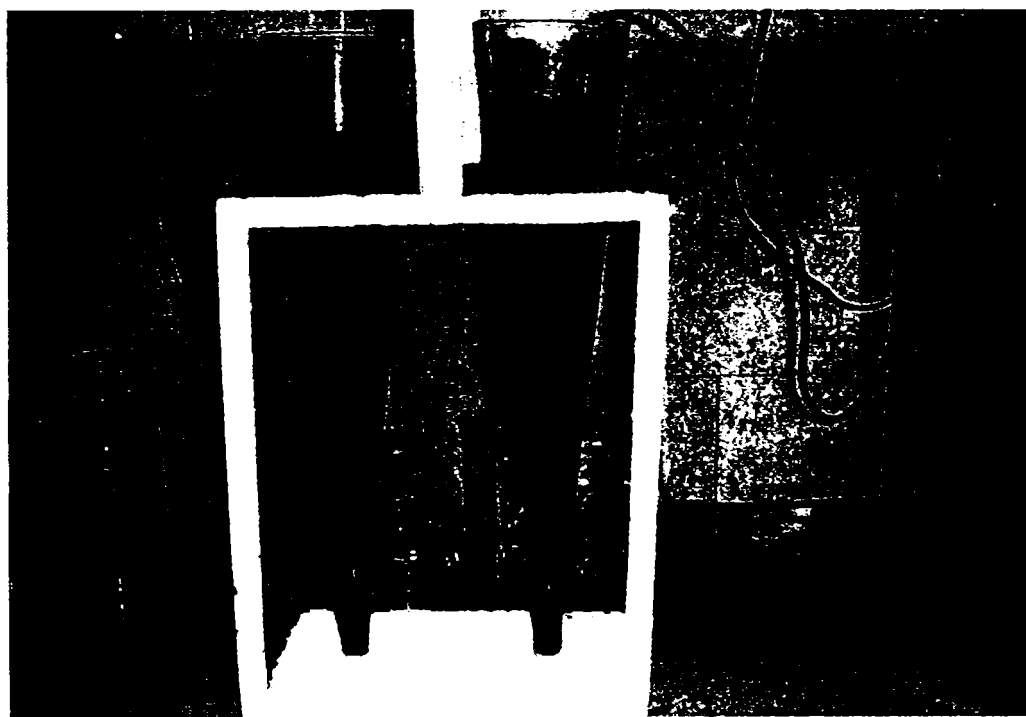
Anexa 1

Prezentarea laboratorului AQUATIM

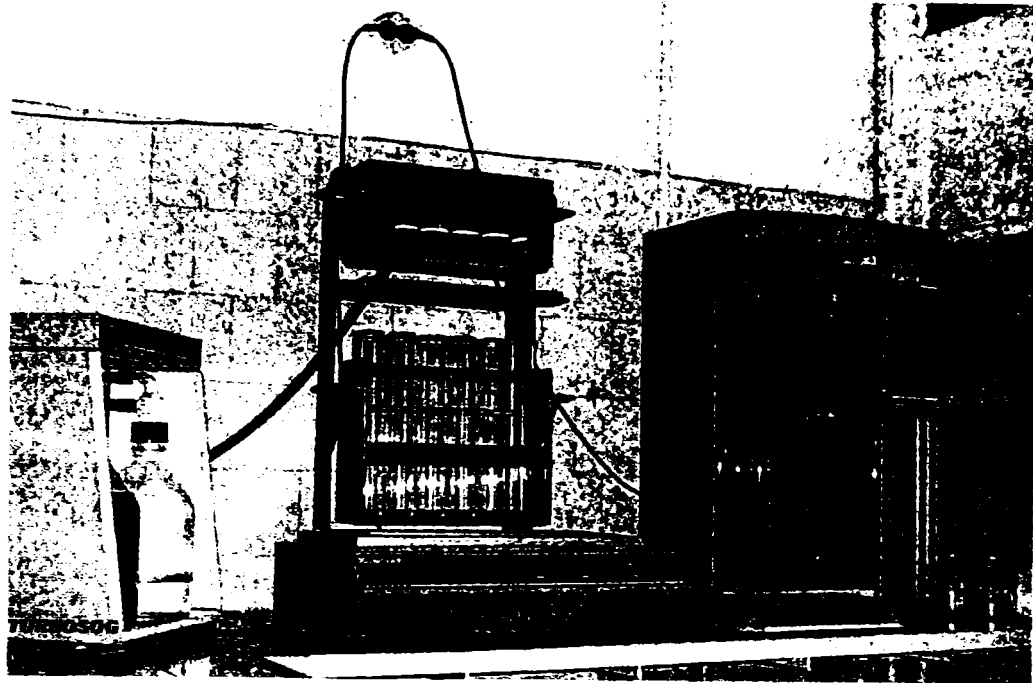
Lista principalelor standarde și metodologii care stau la baza efectuării analizelor probelor de apă uzată epurată și brută:

| Nr. crt. | Determinarea | Nr. STAS |
|----------|---|---------------|
| 1 | Determinarea conținutului de materii în suspensie, a pierderii de calcinare și a rezidului la calcinare | STAS 6953-81 |
| 2 | Determinarea azotului total | STAS 7312-83 |
| 3 | Determinarea consumului chimic de oxigen (metoda cu KmO_2) | STAS 9887-04 |
| 4 | Determinarea consumului biochimic de oxigen CBO_5 | SR 6060-96 |
| 5 | Determinarea conținutului de P | SR EN 1189-00 |

Celelalte determinări au fost efectuate spectrofotometrul NOVA 400, conform metodologiei MERCK



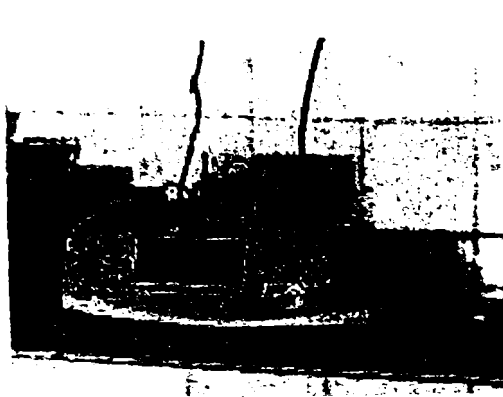
Pâlnii Imhoff



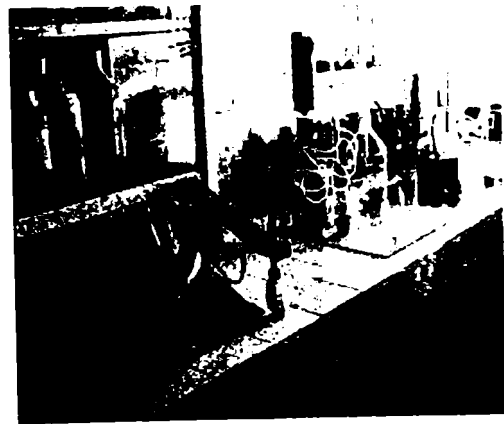
Instalație pentru determinarea azotului



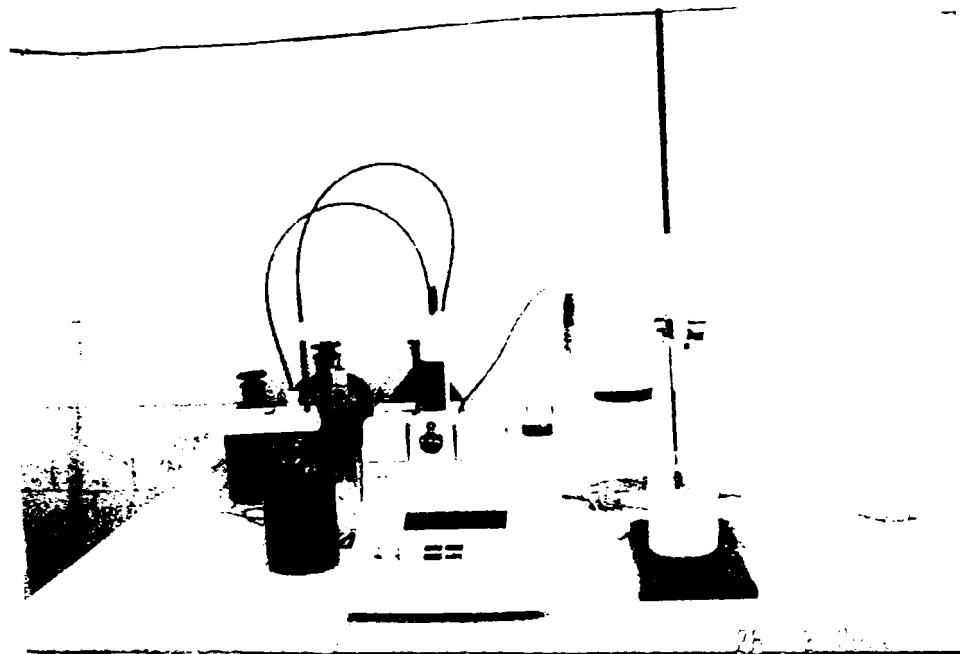
Microscop cu cameră de luat vederi



Spectrofotometrul NOVA 4000



pH metru



Titrator pentru determinarea N și P total

Prezentarea laboratorului HIDROTEHNICA



Anexa 2

Rezultatele experimentale obținute în perioada 24.05.06 – 16.08.06

Indicatorii: pH, CCOMn, CCOCr, CBO₅, conductivitate și NH₄.

| Ziua | Data | Parametru | pH | CCOMn (mg/l) | CCOCr (mg/l) | CBO ₅ (mg/l) | conductiv. μS/cm | NH ₄ (mg/l) |
|------|----------|-----------|------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1 | 24.05.06 | intrare | 7.50 | 37.90 | 203.00 | | 1062.00 | 1.60 |
| | 25.05.06 | iesire | 8.20 | 42.80 | 615.00 | 65.00 | 419.00 | 0.59 |
| | | eficienta | | -12.93 | -202.96 | | 60.55 | 63.13 |
| 2 | 25.05.06 | intrare | 7.70 | 68.00 | 889.00 | 130.00 | 933.00 | 0.46 |
| | 26.05.06 | iesire | 8.00 | 41.00 | 196.00 | 30.00 | 911.00 | 14.80 |
| | | eficienta | | 39.71 | 77.95 | 76.92 | 2.36 | -3117.39 |
| 3 | 26.05.06 | intrare | 7.60 | 100.25 | 480.00 | 215.00 | 863.00 | 17.30 |
| | 27.05.06 | iesire | 8.30 | 58.93 | 282.00 | 40.00 | 976.00 | 21.90 |
| | | eficienta | | 41.22 | 41.25 | 81.40 | -13.09 | -26.59 |
| 4 | 27.05.06 | intrare | 8.20 | 68.89 | 462.00 | 200.00 | 947.00 | 17.70 |
| | 28.05.06 | iesire | 8.70 | 45.71 | 216.00 | | 960.00 | 20.80 |
| | | eficienta | | 33.65 | 53.25 | 100.00 | -1.37 | -17.51 |
| 5 | 28.05.06 | intrare | 8.50 | 63.59 | 302.00 | | 907.00 | 16.50 |
| | 29.05.06 | iesire | 7.50 | 22.02 | 108.00 | 30.00 | 958.00 | 7.20 |
| | | eficienta | | 65.37 | 64.24 | | -5.62 | 56.36 |
| 6 | 29.05.06 | intrare | 7.30 | 105.17 | 560.00 | 115.00 | 1201.00 | 4.90 |
| | 30.05.06 | iesire | 7.70 | 20.00 | 121.00 | 25.00 | 1084.00 | 23.00 |
| | | eficienta | | 80.98 | 78.39 | 78.26 | 9.74 | -369.39 |
| 7 | 30.05.06 | intrare | 7.60 | 108.79 | 912.00 | 130.00 | 936.00 | 18.00 |
| | 31.05.06 | iesire | 8.10 | 18.53 | 86.00 | 25.00 | 1024.00 | 3.84 |
| | | eficienta | | 82.97 | 90.57 | 80.77 | -9.40 | 78.67 |
| 8 | 31.05.06 | intrare | 7.80 | 71.30 | 336.00 | 85.00 | 718.00 | 2.10 |
| | 01.06.06 | iesire | 7.40 | 44.12 | 220.00 | 45.00 | 939.00 | 6.25 |
| | | eficienta | | 38.12 | 34.52 | 47.06 | -30.78 | -197.62 |
| 9 | 01.06.06 | intrare | 7.30 | 53.26 | 277.00 | 140.00 | 893.00 | 4.57 |
| | 02.06.06 | iesire | 7.40 | 28.32 | 152.00 | 25.00 | 908.00 | 3.40 |
| | | eficienta | | 46.83 | 45.13 | 82.14 | -1.68 | 25.60 |
| 10 | 02.06.06 | intrare | 7.40 | 44.12 | 218.00 | 70.00 | 534.00 | 1.60 |
| | 03.06.06 | iesire | 8.10 | 31.29 | 140.00 | | 861.00 | 10.85 |
| | | eficienta | | 29.08 | 35.78 | 100.00 | -61.24 | -578.13 |
| 11 | 03.06.06 | intrare | 7.90 | 66.47 | 296.00 | | 1016.00 | 12.10 |
| | 04.06.06 | iesire | 8.00 | 19.97 | 102.00 | 20.00 | 879.00 | 15.60 |
| | | eficienta | | 69.96 | 65.54 | | 13.48 | -28.93 |
| 12 | 04.06.06 | intrare | 7.20 | 82.24 | 485.00 | 135.00 | 608.00 | 15.80 |
| | 05.06.06 | iesire | 8.20 | 20.84 | | 20.00 | 716.00 | 1.20 |
| | | eficienta | | 74.66 | 100.00 | 85.19 | -17.76 | 92.41 |
| 13 | 05.06.06 | intrare | 7.50 | 82.23 | | 85.00 | 720.00 | 3.40 |
| | 06.06.06 | iesire | 7.60 | 59.00 | 280.00 | 35.00 | 846.00 | 2.39 |
| | | eficienta | | 28.25 | | 58.82 | -17.50 | 29.71 |
| 14 | 06.06.06 | intrare | 7.50 | 72.00 | 341.00 | 115.00 | 929.00 | 3.01 |
| | 07.06.06 | iesire | 8.00 | 32.00 | | 20.00 | 921.00 | 16.80 |
| | | eficienta | | 55.56 | 100.00 | 82.61 | 0.86 | -458.14 |
| 15 | 07.06.06 | intrare | 7.70 | 61.35 | | 85.00 | 879.00 | 20.75 |
| | 08.06.06 | iesire | 8.50 | 6.61 | 45.00 | 25.00 | 958.00 | 10.20 |
| | | eficienta | | 89.23 | | 70.59 | -8.99 | 50.84 |

Anexe

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 16 | 08.06.06 | intrare | 8.10 | 88.96 | 420.00 | 230.00 | 829.00 | 11.55 |
| | 09.06.06 | iesire | 8.30 | 38.00 | 180.00 | | 913.00 | 23.60 |
| | | eficienta | | 57.28 | 57.14 | 100.00 | -10.13 | -104.33 |
| 17 | 09.06.06 | intrare | 7.10 | 94.00 | 485.00 | | 891.00 | 16.90 |
| | 10.06.06 | iesire | 8.00 | 40.00 | 216.00 | 20.00 | 886.00 | 2.60 |
| | | eficienta | | 57.45 | 55.46 | | 0.56 | 84.62 |
| 18 | 10.06.06 | intrare | 7.50 | 80.00 | 398.00 | 135.00 | 931.00 | 1.60 |
| | 11.06.06 | iesire | 8.20 | 19.42 | 90.00 | 20.00 | 972.00 | 13.10 |
| | | eficienta | | 75.73 | 77.39 | 85.19 | -4.40 | -718.75 |
| 19 | 11.06.06 | intrare | 7.70 | 68.45 | 320.00 | 110.00 | 1029.00 | 13.50 |
| | 12.06.06 | iesire | 7.23 | 25.70 | | 25.00 | 93.20 | 19.00 |
| | | eficienta | | 62.45 | 100.00 | 77.27 | 90.94 | -40.74 |
| 20 | 12.06.06 | intrare | 6.96 | 68.00 | | 225.00 | 840.00 | 17.10 |
| | 13.06.06 | iesire | 7.80 | 41.60 | | 25.00 | 930.00 | 2.80 |
| | | eficienta | | 38.82 | | 88.89 | -10.71 | 83.63 |
| 21 | 13.06.06 | intrare | 7.60 | 74.23 | | 120.00 | 908.00 | 2.00 |
| | 14.06.06 | iesire | 7.70 | 17.70 | | 20.00 | 971.00 | 21.20 |
| | | eficienta | | 76.16 | | 83.33 | -6.94 | -960.00 |
| 22 | 14.06.06 | intrare | 7.60 | 44.00 | | 195.00 | 866.00 | 19.20 |
| | 15.06.06 | iesire | 8.20 | | | 25.00 | 936.00 | 19.50 |
| | | eficienta | | 100.00 | | 87.18 | -8.08 | -1.56 |
| 23 | 15.06.06 | intrare | 7.60 | | | 70.00 | 962.00 | 15.30 |
| | 16.06.06 | iesire | 7.40 | 30.69 | 144.00 | 35.00 | 1013.00 | 11.35 |
| | | eficienta | | | | 50.00 | -5.30 | 25.82 |
| 24 | 16.06.06 | intrare | 7.00 | 123.43 | 590.00 | 160.00 | 886.00 | 13.20 |
| | 17.06.06 | iesire | 7.80 | 24.30 | 118.00 | 65.00 | 1007.00 | 22.50 |
| | | eficienta | | 80.31 | 80.00 | 59.38 | -13.66 | -70.45 |
| 25 | 17.06.06 | intrare | 7.40 | 83.20 | 435.00 | 190.00 | 1034.00 | 22.80 |
| | 18.06.06 | iesire | 7.50 | 26.82 | 158.00 | 20.00 | 992.00 | 10.90 |
| | | eficienta | | 67.76 | 63.68 | 89.47 | 4.06 | 52.19 |
| 26 | 18.06.06 | intrare | 7.00 | 88.25 | 486.00 | 165.00 | 990.00 | 7.40 |
| | 19.06.06 | iesire | 8.20 | 20.10 | 96.86 | | 951.00 | 14.70 |
| | | eficienta | | 77.22 | 80.07 | 100.00 | 3.94 | -98.65 |
| 27 | 19.06.06 | intrare | 7.80 | 64.87 | 321.00 | | 1066.00 | 21.05 |
| | 20.06.06 | iesire | 8.00 | | | 20.00 | 942.00 | 9.80 |
| | | eficienta | | 100.00 | 100.00 | | 11.63 | 53.44 |
| 28 | 20.06.06 | intrare | 7.60 | | | 155.00 | 866.00 | 13.20 |
| | 21.06.06 | iesire | 8.00 | 29.34 | 146.00 | 35.00 | 862.00 | 14.60 |
| | | eficienta | | | | 77.42 | 0.46 | -10.61 |
| 29 | 21.06.06 | intrare | 7.60 | 116.55 | 564.00 | 170.00 | 694.00 | 12.10 |
| | 22.06.06 | iesire | 7.70 | 23.80 | | | 842.00 | 2.92 |
| | | eficienta | | 79.58 | 100.00 | 100.00 | -21.33 | 75.87 |
| 30 | 22.06.06 | intrare | | | | | | |
| | 23.06.06 | iesire | 7.90 | 27.10 | | | 800.00 | 1.80 |
| | | eficienta | | | | | | |
| 31 | 23.06.06 | intrare | 8.40 | 87.10 | | | 996.00 | 2.59 |
| | 24.06.06 | iesire | 7.90 | 33.10 | | | 882.00 | 13.80 |
| | | eficienta | | 62.00 | | | 11.45 | -432.82 |
| 32 | 24.06.06 | intrare | 7.80 | 107.37 | | | 873.00 | 12.90 |
| | 25.06.06 | iesire | 7.90 | 57.00 | 271.00 | 35.00 | 885.00 | 21.60 |
| | | eficienta | | 46.91 | | | -1.37 | -67.44 |
| 33 | 25.06.06 | intrare | 7.50 | 85.20 | 406.00 | 160.00 | 878.00 | 22.40 |
| | 26.06.06 | iesire | 7.70 | 52.00 | | 25.00 | 876.00 | 2.89 |

Anexe

| | | | | | | | | |
|------------|----------|-----------|------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | | eficienta | | 38.97 | 100.00 | 84.38 | 0.23 | 87.10 |
| 34 | 26.06.06 | intrare | 7.50 | 70.00 | | 180.00 | 885.00 | 3.40 |
| | 27.06.06 | iesire | 8.30 | 39.90 | 196.00 | 20.00 | 902.00 | 2.68 |
| | | eficienta | | 43.00 | | 88.89 | -1.92 | 21.18 |
| 35 | 27.06.06 | intrare | 7.80 | 73.50 | 356.00 | 205.00 | 986.00 | 3.52 |
| | 28.06.06 | iesire | 7.90 | 42.60 | 216.00 | 55.00 | 859.00 | 12.80 |
| | | eficienta | | 42.04 | 39.33 | 73.17 | 12.88 | -263.64 |
| 36 | 28.06.06 | intrare | 7.20 | 91.46 | 450.00 | 235.00 | 842.00 | 10.50 |
| | 29.06.06 | iesire | 7.20 | 49.14 | | 50.00 | | |
| | | eficienta | | 46.27 | 100.00 | 78.72 | 100.00 | 100.00 |
| 37 | 29.06.06 | intrare | 7.10 | 85.84 | | 235.00 | | |
| | 30.06.06 | iesire | 8.00 | 37.00 | 198.00 | 50.00 | 895.00 | 11.08 |
| | | eficienta | | 56.90 | | 78.72 | | |
| 38 | 30.06.06 | intrare | 7.70 | 104.00 | 504.00 | | 910.00 | 15.80 |
| | 01.07.06 | iesire | 8.00 | 23.00 | 132.00 | 25.00 | 855.00 | 8.30 |
| | | eficienta | | 77.88 | 73.81 | | 6.04 | 47.47 |
| 39 | 01.07.06 | intrare | 7.20 | 91.46 | 492.00 | 250.00 | 949.00 | 8.95 |
| | 02.07.06 | iesire | 8.10 | 28.00 | 267.00 | 30.00 | 878.00 | 3.60 |
| | | eficienta | | 69.39 | 45.73 | 88.00 | 7.48 | 59.78 |
| 40 | 02.07.06 | intrare | 7.20 | 106.00 | 738.00 | 255.00 | 963.00 | 13.90 |
| | 03.07.06 | iesire | 7.60 | 58.90 | | 20.00 | 841.00 | 0.46 |
| | | eficienta | | 44.43 | 100.00 | 92.16 | 12.67 | 96.69 |
| 41 | 03.07.06 | intrare | 7.30 | 82.00 | | 242.00 | 991.00 | 8.70 |
| | 04.07.06 | iesire | 7.90 | 50.73 | | 30.00 | 1020.00 | 6.50 |
| | | eficienta | | 38.13 | | 87.60 | -2.93 | 25.29 |
| 42 | 04.07.06 | intrare | 7.70 | 71.99 | | 200.00 | 858.00 | |
| | 05.07.06 | iesire | 7.80 | 43.19 | 189.00 | 45.00 | 869.00 | 1.99 |
| | | eficienta | | 40.01 | | 77.50 | -1.28 | |
| 43 | 05.07.06 | intrare | 7.60 | 66.70 | 366.00 | 220.00 | 1020.00 | 0.61 |
| | 06.07.06 | iesire | 7.90 | 54.10 | 189.00 | 15.00 | 992.00 | 2.73 |
| | | eficienta | | 18.89 | 48.36 | 93.18 | 2.75 | -347.54 |
| 44 | 06.07.06 | intrare | 7.70 | 87.90 | | 115.00 | 1053.00 | 1.23 |
| | 07.07.06 | iesire | 7.80 | 22.06 | | 15.00 | 986.00 | 5.30 |
| | | eficienta | | 74.90 | | 86.96 | 6.36 | -330.89 |
| 48 | 07.07.06 | intrare | 7.60 | 41.63 | | 140.00 | 1051.00 | 3.70 |
| | 10.07.06 | iesire | 7.90 | 20.15 | | 45.00 | 995.00 | 0.48 |
| | | eficienta | | 51.60 | | 67.86 | 5.33 | 87.03 |
| 46* | 08.07.06 | intrare | | | | | | |
| | 09.07.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 47* | 09.07.06 | intrare | | | | | | |
| | 10.07.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 48 | 10.07.06 | intrare | 7.70 | 40.48 | | 175.00 | 1068.00 | 1.60 |
| | 11.07.06 | iesire | 7.80 | 41.80 | | 20.00 | 958.00 | 1.49 |
| | | eficienta | | -3.26 | | 88.57 | 10.30 | 6.88 |
| 49 | 11.07.06 | intrare | 7.60 | 65.20 | | | 967.00 | 1.75 |
| | 12.07.06 | iesire | 7.90 | 29.30 | | 40.00 | 948.00 | 0.52 |
| | | eficienta | | 55.06 | | | 1.96 | 70.29 |
| 50 | 12.07.06 | intrare | 7.70 | 68.60 | | 225.00 | 952.00 | 1.70 |
| | 13.07.06 | iesire | 7.80 | 21.30 | | 20.00 | 915.00 | 1.42 |
| | | eficienta | | 68.95 | | 91.11 | 3.89 | 16.47 |
| 51 | 13.07.06 | intrare | 7.60 | 42.60 | | 160.00 | 897.00 | 1.65 |

Anexe

| | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|------|--------|--------|---------|----------|
| | 14.07.06 | iesire | 7.90 | 39.71 | 15.00 | 895.00 | |
| | | eficienta | | 6.78 | 90.63 | 0.22 | 100.00 |
| 52 | 14.07.06 | intrare | 7.70 | 64.17 | 250.00 | 1304.00 | |
| | 17.07.06 | iesire | 7.80 | 20.40 | | 957.00 | 0.82 |
| | | eficienta | | 68.21 | 100.00 | 26.61 | |
| 53 | 15.07.06 | intrare | | | | | |
| | 16.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 54 | 16.07.06 | intrare | | | | | |
| | 17.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 55 | 17.07.06 | intrare | 7.60 | 41.30 | | 1218.00 | 1.04 |
| | 18.07.06 | iesire | 7.90 | 20.60 | | 991.00 | 1.14 |
| | | eficienta | | 50.12 | | 18.64 | -9.62 |
| 56 | 18.07.06 | intrare | 7.70 | 38.30 | | 1058.00 | 1.65 |
| | 19.07.06 | iesire | 7.70 | 40.20 | | 1002.00 | 1.57 |
| | | eficienta | | -4.96 | | 5.29 | 4.85 |
| 57 | 19.07.06 | intrare | 8.00 | 62.40 | | 919.00 | 1.13 |
| | 20.07.06 | iesire | 7.80 | 23.46 | | 895.00 | 21.20 |
| | | eficienta | | 62.40 | | 2.61 | -1776.11 |
| 58 | 20.07.06 | intrare | 7.70 | 80.49 | | 909.00 | 16.60 |
| | 21.07.06 | iesire | 7.80 | 30.06 | 35.00 | 1010.00 | 0.71 |
| | | eficienta | | 62.65 | | -11.11 | 95.72 |
| 59 | 21.07.06 | intrare | 7.60 | 40.80 | 185.00 | 1494.00 | 0.88 |
| | 24.07.06 | iesire | 7.10 | 31.50 | 35.00 | 859.00 | 0.97 |
| | | eficienta | | 22.79 | 81.08 | 42.50 | -10.23 |
| 60 | 22.07.06 | intrare | | | | | |
| | 23.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 61 | 23.07.06 | intrare | | | | | |
| | 24.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 62 | 24.07.06 | intrare | 7.60 | 80.50 | 165.00 | 945.00 | 11.60 |
| | 25.07.06 | iesire | 8.10 | 22.00 | 30.00 | 836.00 | 3.00 |
| | | eficienta | | 72.67 | 81.82 | 11.53 | 74.14 |
| 63 | 25.07.06 | intrare | 7.70 | 121.00 | 105.00 | 404.00 | 13.50 |
| | 26.07.06 | iesire | 7.60 | 35.00 | 60.00 | 897.00 | 2.50 |
| | | eficienta | | 71.07 | 42.86 | -122.03 | 81.48 |
| 64 | 26.07.06 | intrare | 7.50 | 63.00 | 240.00 | 919.00 | 2.40 |
| | 27.07.06 | iesire | 7.70 | 36.00 | 35.00 | 863.00 | 1.95 |
| | | eficienta | | 42.86 | 85.42 | 6.09 | 18.75 |
| 65 | 27.07.06 | intrare | 7.80 | 95.00 | 150.00 | 938.00 | 1.55 |
| | 28.07.06 | iesire | 7.50 | 19.00 | 40.00 | 863.00 | 1.90 |
| | | eficienta | | 80.00 | 73.33 | 8.00 | -22.58 |
| 66 | 28.07.06 | intrare | 7.80 | 37.00 | 55.00 | 1015.00 | 5.10 |
| | 01.08.06 | iesire | 7.80 | 31.50 | 35.00 | 823.00 | 1.43 |
| | | eficienta | | 14.86 | 36.36 | 18.92 | 71.96 |
| 67 | 29.07.06 | intrare | | | | | |
| | 30.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 68 | 30.07.06 | intrare | | | | | |
| | 31.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |

Anexe

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|------|--------|--|--------|--------|----------|
| 69 | 31.07.06 | intrare | | | | | | |
| | 01.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 70 | 01.08.06 | intrare | 7.60 | 88.60 | | 185.00 | 892.00 | 1.32 |
| | 02.08.06 | iesire | 8.00 | 16.61 | | 20.00 | 792.00 | 3.50 |
| | | eficienta | | 81.25 | | 89.19 | 11.21 | -165.15 |
| 71 | 02.08.06 | intrare | 7.30 | 94.17 | | 230.00 | 738.00 | 14.00 |
| | 03.08.06 | iesire | 7.80 | 48.00 | | 30.00 | 791.00 | 1.17 |
| | | eficienta | | 49.03 | | 86.96 | -7.18 | 91.64 |
| 72 | 03.08.06 | intrare | 7.60 | 72.50 | | 215.00 | 834.00 | 0.76 |
| | 04.08.06 | iesire | 7.90 | 29.00 | | 30.00 | 854.00 | 2.02 |
| | | eficienta | | 60.00 | | 86.05 | -2.40 | -165.79 |
| 73 | 04.08.06 | intrare | 7.80 | 55.00 | | 230.00 | 946.00 | 1.84 |
| | 08.08.06 | iesire | 7.30 | 7.00 | | | 811.00 | 1.20 |
| | | eficienta | | 87.27 | | 100.00 | 14.27 | 34.78 |
| 74 | 05.08.06 | intrare | | | | | | |
| | 06.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 75 | 06.08.06 | intrare | | | | | | |
| | 07.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 76 | 07.08.06 | intrare | | | | | | |
| | 08.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 77 | 08.08.06 | intrare | 7.20 | 63.00 | | | 868.00 | 3.70 |
| | 09.08.06 | iesire | 7.80 | 14.00 | | | 922.00 | 1.40 |
| | | eficienta | | 77.78 | | | -6.22 | 62.16 |
| 78 | 09.08.06 | intrare | 7.60 | 64.00 | | | 935.00 | 2.40 |
| | 10.08.06 | iesire | 8.00 | 15.70 | | | 734.00 | 38.00 |
| | | eficienta | | 75.47 | | | 21.50 | -1483.33 |
| 79 | 10.08.06 | intrare | 7.60 | 54.50 | | | 916.00 | 19.35 |
| | 11.08.06 | iesire | 7.80 | 38.68 | | | 999.00 | 2.49 |
| | | eficienta | | 29.03 | | | -9.06 | 87.13 |
| 80 | 11.08.06 | intrare | 7.70 | 48.18 | | | 921.00 | 1.45 |
| | 15.08.06 | iesire | 7.80 | 17.32 | | | 895.00 | 4.50 |
| | | eficienta | | 64.05 | | | 2.82 | -210.34 |
| 81 | 12.08.06 | intrare | | | | | | |
| | 13.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 82 | 13.08.06 | intrare | | | | | | |
| | 14.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 83 | 14.08.06 | intrare | | | | | | |
| | 15.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 84 | 15.08.06 | intrare | 7.50 | 41.83 | | | 903.00 | 18.70 |
| | 16.08.06 | iesire | | | | | | |
| | | eficienta | | 100.00 | | | 100.00 | 100.00 |

*) date la care nu s-a efectuat alimentarea instalației.

Anexa 2

Rezultatele experimentale obținute în perioada 24.05.06 – 16.08.06

Indicatorii: turbiditate, NO₃, NO₂, N_t, PO₄, P_t.

| Ziua | Data | Parametru | turbiditate (°NTU) | NO ₃ (mg/l) | NO ₂ (mg/l) | N total (mg/l) | PO ₄ (mg/l) | P total (mg/l) |
|------|----------|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | 24.05.06 | intrare | | 1.20 | 0.18 | | 12.30 | |
| | 25.05.06 | iesire | 44.00 | 0.60 | 0.09 | 24.19 | 7.80 | |
| | | eficienta | | 50.00 | 50.00 | | 36.59 | |
| 2 | 25.05.06 | intrare | 113.00 | 0.70 | 0.18 | 21.64 | 9.50 | |
| | 26.05.06 | iesire | 24.00 | 0.60 | 0.10 | | 7.20 | |
| | | eficienta | 78.76 | 14.29 | 44.44 | 100.00 | 24.21 | |
| 3 | 26.05.06 | intrare | 99.00 | 0.80 | 0.22 | | 8.80 | |
| | 27.05.06 | iesire | 44.00 | 0.80 | 0.12 | | 9.00 | |
| | | eficienta | 55.56 | 0.00 | 45.45 | | -2.27 | |
| 4 | 27.05.06 | intrare | 120.00 | 1.10 | 0.23 | | 9.80 | |
| | 28.05.06 | iesire | 20.00 | 0.70 | 0.16 | | 9.30 | |
| | | eficienta | 83.33 | 36.36 | 30.43 | | 5.10 | |
| 5 | 28.05.06 | intrare | 94.00 | 1.00 | 0.20 | | 7.90 | |
| | 29.05.06 | iesire | 5.00 | 0.80 | 0.16 | 22.04 | 9.00 | |
| | | eficienta | 94.68 | 20.00 | 20.00 | | -13.92 | |
| 6 | 29.05.06 | intrare | 148.00 | 0.70 | 0.18 | 27.94 | 7.90 | |
| | 30.05.06 | iesire | 31.00 | 0.80 | 0.40 | 25.04 | 9.20 | |
| | | eficienta | 79.05 | -14.29 | -122.22 | 10.38 | -16.46 | |
| 7 | 30.05.06 | intrare | 209.00 | 3.50 | 0.40 | 30.52 | 8.40 | |
| | 31.05.06 | iesire | 8.00 | 0.60 | 0.26 | | 8.90 | |
| | | eficienta | 96.17 | 82.86 | 35.00 | 100.00 | -5.95 | |
| 8 | 31.05.06 | intrare | 66.00 | 1.60 | 0.30 | | 6.30 | |
| | 01.06.06 | iesire | 157.00 | 1.90 | 1.01 | | 8.80 | |
| | | eficienta | -137.88 | -18.75 | -236.67 | | -39.68 | |
| 9 | 01.06.06 | intrare | 104.00 | 2.10 | 0.34 | | 7.60 | |
| | 02.06.06 | iesire | 28.00 | 1.90 | 1.22 | | 7.70 | |
| | | eficienta | 73.08 | 9.52 | -258.82 | | -1.32 | |
| 10 | 02.06.06 | intrare | 138.00 | 1.70 | 0.57 | | 11.50 | |
| | 03.06.06 | iesire | 44.00 | 1.20 | 0.30 | | 5.70 | |
| | | eficienta | 68.12 | 29.41 | 47.37 | | 50.43 | |
| 11 | 03.06.06 | intrare | 116.00 | 1.60 | 0.38 | | 6.70 | |
| | 04.06.06 | iesire | 23.00 | 2.30 | 1.20 | | 6.00 | |
| | | eficienta | 80.17 | -43.75 | -215.79 | | 10.45 | |
| 12 | 04.06.06 | intrare | 115.00 | 0.90 | 0.22 | | 7.00 | |
| | 05.06.06 | iesire | 29.00 | 2.80 | 3.55 | | 5.40 | |
| | | eficienta | 74.78 | -211.11 | -1513.64 | | 22.86 | |
| 13 | 05.06.06 | intrare | 164.00 | 2.10 | 0.83 | | 6.40 | |
| | 06.06.06 | iesire | 49.00 | 1.10 | 0.27 | 18.48 | 12.30 | |
| | | eficienta | 70.12 | 47.62 | 67.47 | | -92.19 | |
| 14 | 06.06.06 | intrare | 101.00 | 1.30 | 0.73 | 27.17 | 10.30 | |
| | 07.06.06 | iesire | 22.00 | 3.30 | 1.77 | 19.80 | 8.80 | |
| | | eficienta | 78.22 | -153.85 | -142.47 | 27.13 | 14.56 | |
| 15 | 07.06.06 | intrare | 116.00 | 1.30 | 0.57 | 29.30 | 9.20 | |
| | 08.06.06 | iesire | 9.00 | 1.80 | 0.42 | | 3.70 | 6.00 |
| | | eficienta | 92.24 | -38.46 | 26.32 | 100.00 | 59.78 | |

Anexe

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|---------|----------|--------|----------|--------|
| 16 | 08.06.06 | intrare | 113.00 | 1.00 | 0.20 | | 8.10 | |
| | 09.06.06 | iesire | 8.00 | 4.10 | 1.66 | | 7.80 | |
| | | eficienta | 92.92 | -310.00 | -730.00 | | 3.70 | |
| 17 | 09.06.06 | intrare | 129.00 | 11.00 | 0.31 | | 7.90 | |
| | 10.06.06 | iesire | 7.00 | 2.60 | 1.54 | | 7.30 | |
| | | eficienta | 94.57 | 76.36 | -396.77 | | 7.59 | |
| 18 | 10.06.06 | intrare | 163.00 | 1.40 | 0.50 | | 8.80 | |
| | 11.06.06 | iesire | 11.00 | 1.30 | 0.36 | | 8.70 | |
| | | eficienta | 93.25 | 7.14 | 28.00 | | 1.14 | |
| 19 | 11.06.06 | intrare | 117.00 | 1.10 | 0.30 | | 9.60 | |
| | 12.06.06 | iesire | 18.00 | 1.10 | 1.16 | | 9.50 | |
| | | eficienta | 84.62 | 0.00 | -286.67 | | 1.04 | |
| 20 | 12.06.06 | intrare | 133.00 | 0.80 | 0.41 | | 9.00 | |
| | 13.06.06 | iesire | 21.00 | 2.20 | 1.14 | | 8.90 | |
| | | eficienta | 84.21 | -175.00 | -178.05 | | 1.11 | |
| 21 | 13.06.06 | intrare | 163.00 | 1.40 | 0.45 | 29.16 | 10.50 | |
| | 14.06.06 | iesire | 25.00 | 1.30 | 0.38 | | 9.60 | |
| | | eficienta | 84.66 | 7.14 | 15.56 | 100.00 | 8.57 | |
| 22 | 14.06.06 | intrare | 189.00 | 1.70 | 0.41 | 22.90 | 17.60 | |
| | 15.06.06 | iesire | 22.00 | 2.50 | 1.83 | | 11.00 | 5.16 |
| | | eficienta | 88.36 | -47.06 | -346.34 | 100.00 | 37.50 | |
| 23 | 15.06.06 | intrare | 110.00 | 1.20 | 0.13 | | 12.20 | 6.44 |
| | 16.06.06 | iesire | 22.00 | 1.80 | 1.36 | | 11.80 | |
| | | eficienta | 80.00 | -50.00 | -946.15 | | 3.28 | 100.00 |
| 24 | 16.06.06 | intrare | 138.00 | 1.70 | 0.77 | | 11.20 | |
| | 17.06.06 | iesire | 17.00 | 2.20 | 0.93 | | | |
| | | eficienta | 87.68 | -29.41 | -20.78 | | 100.00 | |
| 25 | 17.06.06 | intrare | 136.00 | 1.70 | 0.24 | | | |
| | 18.06.06 | iesire | 25.00 | 1.30 | 0.87 | | 10.30 | |
| | | eficienta | 81.62 | 23.53 | -262.50 | | | |
| 26 | 18.06.06 | intrare | 163.00 | 0.80 | 0.35 | | 14.20 | |
| | 19.06.06 | iesire | 10.00 | 7.20 | 1.59 | | 9.70 | |
| | | eficienta | 93.87 | -800.00 | -354.29 | | 31.69 | |
| 27 | 19.06.06 | intrare | 104.00 | 0.90 | 0.17 | | 9.56 | |
| | 20.06.06 | iesire | 11.00 | 4.60 | 3.72 | | 4.20 | |
| | | eficienta | 89.42 | -411.11 | -2088.24 | | 56.07 | |
| 28 | 20.06.06 | intrare | 119.00 | 1.10 | 0.79 | | 3.77 | |
| | 21.06.06 | iesire | 5.00 | 3.00 | 1.61 | | 9.40 | |
| | | eficienta | 95.80 | -172.73 | -103.80 | | -149.34 | |
| 29 | 21.06.06 | intrare | 134.00 | 5.00 | 0.50 | | 9.00 | |
| | 22.06.06 | iesire | 8.00 | 2.80 | 1.75 | | 9.10 | |
| | | eficienta | 94.03 | 44.00 | -250.00 | | -1.11 | |
| 30 | 22.06.06 | intrare | | | | | | |
| | 23.06.06 | iesire | 10.00 | 4.00 | 1.89 | | 8.90 | |
| | | eficienta | | | | | | |
| 31 | 23.06.06 | intrare | 133.00 | 2.20 | 0.60 | | 12.20 | |
| | 24.06.06 | iesire | 19.00 | 2.20 | 0.96 | | 9.10 | |
| | | eficienta | 85.71 | 0.00 | -60.00 | | 25.41 | |
| 32 | 24.06.06 | intrare | 91.00 | 1.40 | 0.48 | | 0.90 | |
| | 25.06.06 | iesire | 25.00 | 7.20 | 1.84 | | 12.00 | |
| | | eficienta | 72.53 | -414.29 | -283.33 | | -1233.33 | |
| 33 | 25.06.06 | intrare | 87.00 | 1.10 | 0.06 | | 11.30 | |
| | 26.06.06 | iesire | 19.00 | 5.00 | 1.92 | | 12.70 | |

Anexe

| | | | | | | | |
|------------|----------|-----------|---------|----------|----------|--------|--------|
| | | eficienta | 78.16 | -354.55 | -3100.00 | | -12.39 |
| 34 | 26.06.06 | intrare | 91.00 | 1.30 | 0.92 | | 12.10 |
| | 27.06.06 | iesire | | | 1.94 | | 16.40 |
| | | eficienta | #VALUE! | 100.00 | -110.87 | | -35.54 |
| 35 | 27.06.06 | intrare | | | 0.39 | | 17.60 |
| | 28.06.06 | iesire | 32.00 | | 0.19 | | 16.20 |
| | | eficienta | | | 51.28 | | 7.95 |
| 36 | 28.06.06 | intrare | 106.00 | | 0.29 | | 14.90 |
| | 29.06.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | 100.00 | | 100.00 | | 100.00 |
| 37 | 29.06.06 | intrare | | | | | |
| | 30.06.06 | iesire | 6.00 | | 0.89 | | 14.50 |
| | | eficienta | | | | | |
| 38 | 30.06.06 | intrare | 174.00 | | 0.48 | | 17.40 |
| | 01.07.06 | iesire | 38.00 | | 1.01 | | 12.80 |
| | | eficienta | 78.16 | | -110.42 | | 26.44 |
| 39 | 01.07.06 | intrare | 183.00 | | 0.34 | | 15.30 |
| | 02.07.06 | iesire | 1.00 | | 1.97 | | 12.60 |
| | | eficienta | 99.45 | | -479.41 | | 17.65 |
| 40 | 02.07.06 | intrare | 191.00 | | 0.68 | | 15.20 |
| | 03.07.06 | iesire | 3.00 | | 2.00 | | 14.50 |
| | | eficienta | 98.43 | | -194.12 | | 4.61 |
| 41 | 03.07.06 | intrare | 181.00 | | 0.43 | | 26.60 |
| | 04.07.06 | iesire | 3.00 | | 1.93 | 12.88 | 16.70 |
| | | eficienta | 98.34 | | -348.84 | | 37.22 |
| 42 | 04.07.06 | intrare | 141.00 | | 0.49 | 20.52 | 25.60 |
| | 05.07.06 | iesire | 5.00 | 23.40 | 1.99 | | 17.30 |
| | | eficienta | 96.45 | | -306.12 | 100.00 | 32.42 |
| 43 | 05.07.06 | intrare | 151.00 | 7.50 | 0.38 | | 20.10 |
| | 06.07.06 | iesire | 6.00 | 20.60 | 2.01 | | 15.90 |
| | | eficienta | 96.03 | -174.67 | -428.95 | | 20.90 |
| 44 | 06.07.06 | intrare | 143.00 | 10.20 | 0.47 | | 13.70 |
| | 07.07.06 | iesire | 5.00 | 20.20 | 1.94 | | 14.60 |
| | | eficienta | 96.50 | -98.04 | -312.77 | | -6.57 |
| 48 | 07.07.06 | intrare | 90.00 | 6.80 | 0.87 | | 14.00 |
| | 10.07.06 | iesire | 1.00 | 49.60 | 1.85 | | 16.80 |
| | | eficienta | 98.89 | -629.41 | -112.64 | | -20.00 |
| 46* | 08.07.06 | intrare | | | | | |
| | 09.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 47* | 09.07.06 | intrare | | | | | |
| | 10.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 48 | 10.07.06 | intrare | 146.00 | 3.90 | 1.01 | | 17.40 |
| | 11.07.06 | iesire | 6.00 | 44.00 | 2.01 | | 15.20 |
| | | eficienta | 95.89 | -1028.21 | -99.01 | | 12.64 |
| 49 | 11.07.06 | intrare | 107.00 | 18.60 | 0.88 | | 18.00 |
| | 12.07.06 | iesire | 5.00 | 47.40 | 1.96 | | 15.10 |
| | | eficienta | 95.33 | -154.84 | -122.73 | | 16.11 |
| 50 | 12.07.06 | intrare | 132.00 | 25.40 | 0.53 | | 14.70 |
| | 13.07.06 | iesire | 2.00 | 26.10 | 1.90 | | 13.30 |
| | | eficienta | 98.48 | -2.76 | -258.49 | | 9.52 |
| 51 | 13.07.06 | intrare | 90.00 | 16.40 | 0.22 | | 14.40 |

Anexe

| | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|----------|----------|--|--------|
| | 14.07.06 | iesire | | 34.20 | 1.47 | | 12.90 |
| | | eficienta | 100.00 | -108.54 | -568.18 | | 10.42 |
| 52 | 14.07.06 | intrare | | 0.90 | 0.22 | | 13.10 |
| | 17.07.06 | iesire | 4.00 | 51.30 | 1.20 | | 14.20 |
| | | eficienta | | -5600.00 | -445.45 | | -8.40 |
| 53 | 15.07.06 | intrare | | | | | |
| | 16.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 54 | 16.07.06 | intrare | | | | | |
| | 17.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 55 | 17.07.06 | intrare | 131.00 | 22.60 | 1.18 | | 15.30 |
| | 18.07.06 | iesire | 5.00 | 52.40 | 1.87 | | 14.80 |
| | | eficienta | 96.18 | -131.86 | -58.47 | | 3.27 |
| 56 | 18.07.06 | intrare | 85.00 | 32.50 | 0.35 | | 19.80 |
| | 19.07.06 | iesire | 6.00 | 25.30 | 1.94 | | 14.20 |
| | | eficienta | 92.94 | 22.15 | -454.29 | | 28.28 |
| 57 | 19.07.06 | intrare | 167.00 | 14.70 | 0.89 | | 13.20 |
| | 20.07.06 | iesire | 6.00 | 28.30 | 1.88 | | 13.60 |
| | | eficienta | 96.41 | -92.52 | -111.24 | | -3.03 |
| 58 | 20.07.06 | intrare | 156.00 | 5.60 | 0.47 | | 14.70 |
| | 21.07.06 | iesire | 1.00 | 38.70 | 1.32 | | 11.20 |
| | | eficienta | 99.36 | -591.07 | -180.85 | | 23.81 |
| 59 | 21.07.06 | intrare | 113.00 | 35.50 | 0.27 | | 13.70 |
| | 24.07.06 | iesire | 1.00 | 27.30 | 0.84 | | 15.30 |
| | | eficienta | 99.12 | 23.10 | -211.11 | | -11.68 |
| 60 | 22.07.06 | intrare | | | | | |
| | 23.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 61 | 23.07.06 | intrare | | | | | |
| | 24.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 62 | 24.07.06 | intrare | 149.00 | 0.90 | 1.36 | | 17.40 |
| | 25.07.06 | iesire | 15.00 | 7.30 | 1.86 | | 14.80 |
| | | eficienta | 89.93 | -711.11 | -36.76 | | 14.94 |
| 63 | 25.07.06 | intrare | 102.00 | 0.90 | 0.24 | | 14.90 |
| | 26.07.06 | iesire | 7.00 | 30.60 | 1.79 | | 15.30 |
| | | eficienta | 93.14 | -3300.00 | -645.83 | | -2.68 |
| 64 | 26.07.06 | intrare | 76.00 | 15.30 | 0.17 | | 17.00 |
| | 27.07.06 | iesire | 1.00 | 10.20 | 1.82 | | 13.80 |
| | | eficienta | 98.68 | 33.33 | -970.59 | | 18.82 |
| 65 | 27.07.06 | intrare | 168.00 | 0.80 | 0.23 | | 17.80 |
| | 28.07.06 | iesire | 5.00 | 26.20 | 3.54 | | 13.40 |
| | | eficienta | 97.02 | -3175.00 | -1439.13 | | 24.72 |
| 66 | 28.07.06 | intrare | 86.00 | 19.80 | 0.53 | | 14.90 |
| | 01.08.06 | iesire | 1.00 | 17.70 | 1.56 | | 17.70 |
| | | eficienta | 98.84 | 10.61 | -194.34 | | -18.79 |
| 67 | 29.07.06 | intrare | | | | | |
| | 30.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 68 | 30.07.06 | intrare | | | | | |
| | 31.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |

Anexe

| | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|----------|---------|--|--------|
| 69 | 31.07.06 | intrare | | | | | |
| | 01.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 70 | 01.08.06 | intrare | 159.00 | 7.90 | 0.22 | | 18.80 |
| | 02.08.06 | iesire | 14.00 | 2.90 | 1.73 | | 11.90 |
| | | eficienta | 91.19 | 63.29 | -686.36 | | 36.70 |
| 71 | 02.08.06 | intrare | 207.00 | 5.80 | 0.28 | | 17.00 |
| | 03.08.06 | iesire | 8.00 | 12.90 | 1.40 | | 10.20 |
| | | eficienta | 96.14 | -122.41 | -400.00 | | 40.00 |
| 72 | 03.08.06 | intrare | 212.00 | 6.10 | 0.33 | | 14.90 |
| | 04.08.06 | iesire | 4.00 | 11.40 | 1.76 | | 13.40 |
| | | eficienta | 98.11 | -86.89 | -433.33 | | 10.07 |
| 73 | 04.08.06 | intrare | 105.00 | 0.80 | 0.26 | | 16.70 |
| | 08.08.06 | iesire | | | 0.66 | | 9.00 |
| | | eficienta | 100.00 | 100.00 | -153.85 | | 46.11 |
| 74 | 05.08.06 | intrare | | | | | |
| | 06.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 75 | 06.08.06 | intrare | | | | | |
| | 07.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 76 | 07.08.06 | intrare | | | | | |
| | 08.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 77 | 08.08.06 | intrare | 126.00 | | 1.53 | | 18.90 |
| | 09.08.06 | iesire | 1.00 | 2.40 | 0.72 | | 15.00 |
| | | eficienta | 99.21 | | 52.94 | | 20.63 |
| 78 | 09.08.06 | intrare | 85.00 | 1.20 | 0.46 | | 15.40 |
| | 10.08.06 | iesire | 3.00 | 1.40 | 0.72 | | 7.30 |
| | | eficienta | 96.47 | -16.67 | -56.52 | | 52.60 |
| 79 | 10.08.06 | intrare | 110.00 | 0.90 | 0.25 | | 17.10 |
| | 11.08.06 | iesire | 6.00 | 11.80 | 2.02 | | 8.30 |
| | | eficienta | 94.55 | -1211.11 | -708.00 | | 51.46 |
| 80 | 11.08.06 | intrare | 106.00 | 0.20 | 0.73 | | 9.90 |
| | 15.08.06 | iesire | 9.00 | 2.40 | 0.34 | | 10.90 |
| | | eficienta | 91.51 | -1100.00 | 53.42 | | -10.10 |
| 81 | 12.08.06 | intrare | | | | | |
| | 13.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 82 | 13.08.06 | intrare | | | | | |
| | 14.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 83 | 14.08.06 | intrare | | | | | |
| | 15.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 84 | 15.08.06 | intrare | 104.00 | 0.90 | 0.90 | | 8.05 |
| | 16.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | 100.00 |

^{*)} date la care nu s-a efectuat alimentarea instalației.

Anexa 2

Rezultatele experimentale obținute în perioada 24.05.06 – 16.08.06

Indicatorii: materii în suspensie, oxigenul din bazinul de activare și indicele nămolului.

| Ziua | Data | Parametru | MS (mg/l) | O ₂ (mg/l) | alim. (l) | aerare IVN (g/ml) | Obs. |
|------|----------|-----------|--------------|--------------------------|--------------|-------------------------|------|
| 1 | 24.05.06 | intrare | | | | 1) | |
| | 25.05.06 | iesire | 20.00 | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 2 | 25.05.06 | intrare | 76.00 | | | 1) | |
| | 26.05.06 | iesire | 48.00 | | | | |
| | | eficienta | 36.84 | | | | |
| 3 | 26.05.06 | intrare | 106.00 | | | 1) | |
| | 27.05.06 | iesire | 32.00 | | | | |
| | | eficienta | 69.81 | | | | |
| 4 | 27.05.06 | intrare | 141.00 | | | 1) | |
| | 28.05.06 | iesire | 18.00 | | | | |
| | | eficienta | 87.23 | | | | |
| 5 | 28.05.06 | intrare | 106.00 | | | 1) | |
| | 29.05.06 | iesire | 51.00 | | | | |
| | | eficienta | 51.89 | | | | |
| 6 | 29.05.06 | intrare | 126.00 | | | 1) | |
| | 30.05.06 | iesire | 32.00 | | | | |
| | | eficienta | 74.60 | | | | |
| 7 | 30.05.06 | intrare | 136.00 | | | 1) | |
| | 31.05.06 | iesire | 12.00 | | | | |
| | | eficienta | 91.18 | | | | |
| 8 | 31.05.06 | intrare | 66.00 | | | 1) | |
| | 01.06.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |
| 9 | 01.06.06 | intrare | | | | 1) | |
| | 02.06.06 | iesire | 68.00 | 7.50 | | 9.09 | |
| | | eficienta | | | | | |
| 10 | 02.06.06 | intrare | 116.00 | | | 2) | |
| | 03.06.06 | iesire | 12.00 | | | | |
| | | eficienta | 89.66 | | | | |
| 11 | 03.06.06 | intrare | 56.00 | | | 2) | |
| | 04.06.06 | iesire | 24.00 | | | | |
| | | eficienta | 57.14 | | | | |
| 12 | 04.06.06 | intrare | 115.00 | | | 2) | |
| | 05.06.06 | iesire | | 7.80 | | | |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |
| 13 | 05.06.06 | intrare | | | | 3) | |
| | 06.06.06 | iesire | 134.00 | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 14 | 06.06.06 | intrare | 206.00 | | | 3) | |
| | 07.06.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |
| 15 | 07.06.06 | intrare | | | | 3) | |

Anexe

| | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|---------|------|----------|-------|-----------------|
| | 08.06.06 | iesire | 6.00 | 7.60 | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 16 | 08.06.06 | intrare | 110.00 | | 400 | 4) | bloc. P2. |
| | 09.06.06 | iesire | 23.00 | 7.80 | 200 | | |
| | | eficienta | 79.09 | | | | |
| 17 | 09.06.06 | intrare | 124.00 | | | 4) | |
| | 10.06.06 | iesire | 20.00 | | | | |
| | | eficienta | 83.87 | | | | |
| 18 | 10.06.06 | intrare | 128.00 | | | 4) | |
| | 11.06.06 | iesire | 5.00 | 7.00 | | | |
| | | eficienta | 96.09 | 5.50 | | | |
| 19 | 11.06.06 | intrare | 100.00 | 3.90 | | 4) | |
| | 12.06.06 | iesire | 32.00 | 4.30 | | | |
| | | eficienta | 68.00 | 1.70 | | | |
| 20 | 12.06.06 | intrare | 165.00 | 6.10 | | 4) | O2 can. |
| | 13.06.06 | iesire | 24.00 | 4.10 | | | 0.9 |
| | | eficienta | 85.45 | 4.40 | | | |
| 21 | 13.06.06 | intrare | 130.00 | | | 4) | |
| | 14.06.06 | iesire | 36.00 | | | | |
| | | eficienta | 72.31 | | | | |
| 22 | 14.06.06 | intrare | 94.00 | | 400 | 4) | dereglare |
| | 15.06.06 | iesire | 35.00 | | 200 | 10.00 | debit! |
| | | eficienta | 62.77 | | | | 0,2l/min |
| 23 | 15.06.06 | intrare | 148.00 | 6.00 | 200 | 4) | dereglare |
| | 16.06.06 | iesire | | 7.00 | 400 | | debit! |
| | | eficienta | 100.00 | 5.80 | | | 0,2l/min |
| 24 | 16.06.06 | intrare | | 5.10 | | 4) | O2 can. |
| | 17.06.06 | iesire | 7.00 | 6.30 | | | 1.1 |
| | | eficienta | | 3.50 | | | |
| 25 | 17.06.06 | intrare | 103.00 | | | 4) | |
| | 18.06.06 | iesire | 28.00 | | | | |
| | | eficienta | 72.82 | | | | |
| 26 | 18.06.06 | intrare | 92.00 | 3.40 | | 4) | O2 can. |
| | 19.06.06 | iesire | 24.00 | 4.00 | | | |
| | | eficienta | 73.91 | 1.80 | | | 0.5 |
| 27 | 19.06.06 | intrare | 46.00 | | | 4) | |
| | 20.06.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |
| 28 | 20.06.06 | intrare | | 3.00 | | 4) | O2 can. |
| | 21.06.06 | iesire | 51.00 | 5.60 | | 62.50 | 0.3 |
| | | eficienta | | 2.40 | | | |
| 29 | 21.06.06 | intrare | 265.00 | | | 4) | Oprit aerare D2 |
| | 22.06.06 | iesire | 38.00 | | | | |
| | | eficienta | 85.66 | | | | |
| 30 | 22.06.06 | intrare | | | 400 a.c. | 4) | A2 3,7 |
| | 23.06.06 | iesire | 63.00 | 5.00 | 400 a.u. | 42.60 | A3 4,1 |
| | | eficienta | #VALUE! | 1.30 | | | |
| 31 | 23.06.06 | intrare | 129.00 | | | 4) | |
| | 24.06.06 | iesire | 32.00 | | | | |
| | | eficienta | 75.19 | | | | |
| 32 | 24.06.06 | intrare | 96.00 | | | 4) | |
| | 25.06.06 | iesire | 32.00 | | | | |
| | | eficienta | 66.67 | | | | |

Anexe

| | | | | | | | |
|----|----------|-----------|--------|------|-----|----|---------|
| 33 | 25.06.06 | intrare | 102.00 | | | 4) | |
| | 26.06.06 | iesire | 32.00 | | | | |
| | | eficienta | 68.63 | | | | |
| 34 | 26.06.06 | intrare | 98.00 | | | 4) | |
| | 27.06.06 | iesire | | | | | 23.18 |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |
| 35 | 27.06.06 | intrare | | | | 4) | |
| | 28.06.06 | iesire | 34.00 | | | | 37.72 |
| | | eficienta | | | | | |
| 36 | 28.06.06 | intrare | 112.00 | | | 4) | |
| | 29.06.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |
| 37 | 29.06.06 | intrare | | | 400 | 4) | |
| | 30.06.06 | iesire | 10.00 | | 100 | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 38 | 30.06.06 | intrare | 204.00 | | 400 | 4) | |
| | 01.07.06 | iesire | 24.00 | | 100 | | 72.80 |
| | | eficienta | 88.24 | | | | |
| 39 | 01.07.06 | intrare | 108.00 | 5.80 | 400 | 4) | O2 can. |
| | 02.07.06 | iesire | 10.00 | 3.40 | 100 | | 1.4 |
| | | eficienta | 90.74 | 4.30 | | | T=24 C |
| 40 | 02.07.06 | intrare | 156.00 | | 400 | 4) | |
| | 03.07.06 | iesire | 8.00 | | 100 | | |
| | | eficienta | 94.87 | | | | |
| 41 | 03.07.06 | intrare | 136.00 | | 400 | 4) | |
| | 04.07.06 | iesire | 17.00 | | 100 | | 67.30 |
| | | eficienta | 87.50 | | | | |
| 42 | 04.07.06 | intrare | 122.00 | | 400 | 4) | |
| | 05.07.06 | iesire | 14.00 | | 100 | | 65.70 |
| | | eficienta | 88.52 | | | | |
| 43 | 05.07.06 | intrare | 58.00 | 3.50 | | 4) | O2 can. |
| | 06.07.06 | iesire | 20.00 | 6.20 | | | 72.63 |
| | | eficienta | 65.52 | 3.90 | | | 0.5 |
| 44 | 06.07.06 | intrare | 167.00 | | | 4) | |
| | 07.07.06 | iesire | 19.00 | | | | 64.02 |
| | | eficienta | 88.62 | | | | |
| 45 | 07.07.06 | intrare | 80.00 | 5.00 | | 4) | O2 can. |
| | 10.07.06 | iesire | 2.00 | 5.00 | | | 64.03 |
| | | eficienta | 97.50 | 4.80 | | | 1.4 |
| 46 | 08.07.06 | intrare | | | | 4) | |
| | 09.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 47 | 09.07.06 | intrare | | | | 4) | |
| | 10.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 48 | 10.07.06 | intrare | 37.00 | | | 4) | |
| | 11.07.06 | iesire | 9.00 | | | | 75.40 |
| | | eficienta | 75.68 | | | | |
| 49 | 11.07.06 | intrare | 85.00 | | | 4) | |
| | 12.07.06 | iesire | 8.00 | | | | 72.60 |
| | | eficienta | 90.59 | | | | |
| 50 | 12.07.06 | intrare | 92.00 | | | 4) | |
| | 13.07.06 | iesire | 7.00 | | | | |

Anexe

| | | | | | | |
|----|----------|-----------|--------|------|-------|-----------------|
| | | eficienta | 92.39 | | | |
| 51 | 13.07.06 | intrare | 81.00 | | 4) | Extract. (mg/l) |
| | 14.07.06 | iesire | | | 71.60 | 25 |
| | | eficienta | 100.00 | | | |
| 52 | 14.07.06 | intrare | | | 4) | Extract. (mg/l) |
| | 17.07.06 | iesire | 6.00 | | | 18 |
| | | eficienta | | | | |
| 53 | 15.07.06 | intrare | | | 4) | |
| | 16.07.06 | iesire | | | | |
| | | eficienta | | | | |
| 54 | 16.07.06 | intrare | | | 4) | |
| | 17.07.06 | iesire | | | | |
| | | eficienta | | | | |
| 55 | 17.07.06 | intrare | 91.00 | | 4) | |
| | 18.07.06 | iesire | 17.00 | 5.00 | 84.30 | |
| | | eficienta | 81.32 | | | |
| 56 | 18.07.06 | intrare | 80.00 | | 4) | |
| | 19.07.06 | iesire | 8.00 | 6.00 | 79.70 | |
| | | eficienta | 90.00 | | | |
| 57 | 19.07.06 | intrare | 128.00 | | 5) | |
| | 20.07.06 | iesire | 31.00 | | 65.57 | |
| | | eficienta | 75.78 | | | |
| 58 | 20.07.06 | intrare | 98.00 | | 5) | Extract. (mg/l) |
| | 21.07.06 | iesire | 2.00 | 3.70 | 91.53 | 68 |
| | | eficienta | 97.96 | | | |
| 59 | 21.07.06 | intrare | 48.00 | | 5) | Extract. (mg/l) |
| | 24.07.06 | iesire | 3.00 | 2.50 | 69.69 | 26 |
| | | eficienta | 93.75 | | | |
| 60 | 22.07.06 | intrare | | | 5) | |
| | 23.07.06 | iesire | | | | |
| | | eficienta | | | | |
| 61 | 23.07.06 | intrare | | | 5) | |
| | 24.07.06 | iesire | | | | |
| | | eficienta | | | | |
| 62 | 24.07.06 | intrare | 131.00 | | 5) | |
| | 25.07.06 | iesire | 10.00 | 3.70 | 59.85 | |
| | | eficienta | 92.37 | | | |
| 63 | 25.07.06 | intrare | 146.00 | | 5) | |
| | 26.07.06 | iesire | 8.00 | 2.80 | 64.36 | |
| | | eficienta | 94.52 | | | |
| 64 | 26.07.06 | intrare | 82.00 | | 5) | |
| | 27.07.06 | iesire | 4.00 | 2.20 | 68.80 | |
| | | eficienta | 95.12 | | | |
| 65 | 27.07.06 | intrare | 136.00 | | 5) | |
| | 28.07.06 | iesire | 6.00 | 2.60 | 70.90 | |
| | | eficienta | 95.59 | | | |
| 66 | 28.07.06 | intrare | 88.00 | | 5) | |
| | 01.08.06 | iesire | 8.00 | 3.40 | 66.09 | |
| | | eficienta | 90.91 | | | |
| 67 | 29.07.06 | intrare | | | 5) | |
| | 30.07.06 | iesire | | | | |
| | | eficienta | | | | |
| 68 | 30.07.06 | intrare | | | 5) | |

Anexe

| | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------|--------|------|--|-------|-----------------|
| | 31.07.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 69 [*] | 31.07.06 | intrare | | | | 5) | Alim. |
| | 01.08.06 | iesire | | | | | 400 |
| | | eficienta | | | | | |
| 70 | 01.08.06 | intrare | 122.00 | | | 5) | |
| | 02.08.06 | iesire | 18.00 | 4.30 | | 74.00 | |
| | | eficienta | 85.25 | | | | |
| 71 | 02.08.06 | intrare | 265.00 | | | 5) | |
| | 03.08.06 | iesire | 10.00 | 2.10 | | 94.50 | |
| | | eficienta | 96.23 | | | | |
| 72 | 03.08.06 | intrare | 202.00 | | | 5) | Extract. (mg/l) |
| | 04.08.06 | iesire | 12.00 | 1.90 | | 93.50 | 78 |
| | | eficienta | 94.06 | | | | |
| 73 | 04.08.06 | intrare | 96.00 | | | 5) | Extract. (mg/l) |
| | 08.08.06 | iesire | 10.00 | | | | 13 |
| | | eficienta | 89.58 | | | | |
| 74 [*] | 05.08.06 | intrare | | | | 5) | |
| | 06.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 75 [*] | 06.08.06 | intrare | | | | 5) | |
| | 07.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 76 [*] | 07.08.06 | intrare | | | | 5) | |
| | 08.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 77 | 08.08.06 | intrare | 116.00 | | | 5) | |
| | 09.08.06 | iesire | 14.00 | 2.40 | | 86.80 | |
| | | eficienta | 87.93 | | | | |
| 78 | 09.08.06 | intrare | 91.00 | | | 5) | |
| | 10.08.06 | iesire | 8.00 | | | 79.30 | |
| | | eficienta | 91.21 | | | | |
| 79 | 10.08.06 | intrare | 74.00 | | | 5) | |
| | 11.08.06 | iesire | 12.00 | 1.80 | | 78.00 | |
| | | eficienta | 83.78 | | | | |
| 80 | 11.08.06 | intrare | 88.00 | | | 5) | |
| | 15.08.06 | iesire | 10.00 | 1.80 | | 73.00 | |
| | | eficienta | 88.64 | | | | |
| 81 [*] | 12.08.06 | intrare | | | | 5) | |
| | 13.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 82 [*] | 13.08.06 | intrare | | | | 5) | |
| | 14.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 83 [*] | 14.08.06 | intrare | | | | 5) | |
| | 15.08.06 | iesire | | | | | |
| | | eficienta | | | | | |
| 84 | 15.08.06 | intrare | 82.00 | | | 5) | |
| | 16.08.06 | iesire | | 2.30 | | 81.00 | |
| | | eficienta | 100.00 | | | | |

^{*}) date la care nu s-a efectuat alimentarea instalației.

Anexa 3

Buletin de analiză

| | | |
|-------------------|-------------------|--|
| Beneficiar | Persoană fizică | |
| | Persoană juridică | |
| Nume: | | |
| Adresă: | | |

| | | |
|---|-------------------|-----------------------|
| Tehnologia de epurare | Producător | Tip instalație |
| | | |
| Nr. locuitori echivalenți deserviți: | | |

Contract de service

| | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Cod. Beneficiar: | Data punerii în funcție: | Laborator acreditat: | Data verificării: | Data următoarei verificări: |
| | | | | |
| Contract nr.: | | | | |

Analize

| Nr. crt. | Data | Laborator | pH | Putrescibilitate | decantabile | CBO ₅ mg/l | CCO mg/l | VSV ml/l | BB/TK mg/l | NH ₄ N | N _{total} | P _{total} |
|----------|------|-----------|----|------------------|-------------|-----------------------|----------|----------|------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---------------------------------|----------------|
| Observații / recomandări | |
| | |
| Tel./Fax. | E-mail: |
| | |

Anexa 4

Descrierea instalației experimentale

Compartimentarea instalație de epurare

1 Bazinul de recepție, separator încărcări grosiere, pompare debit constant

$$V_{D1} = \frac{1}{4}V_t; \quad A_{D1} = \frac{1}{4}A_t; \quad V_t = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h; \quad A_t = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

unde:

- V_t - volumul total al instalației;
- V_{D1} - volumul compartimentului 1;
- A_t - aria suprafeței orizontale totale a instalației;
- A_{D1} - aria suprafeței orizontale a compartimentului 1.
- h - înălțimea utilă a bazinului;
- D - diametrul bazinului.

1-2 Compartimentele 1 și 2 ale bazinului de aerare

$$V_{A1} = \frac{1}{4}V_t; \quad A_{A1} = \frac{1}{4}A_t; \quad V_{A2} = \frac{1}{3}V_t; \quad A_{A2} = \frac{1}{3}A_t;$$

unde:

- V_{A1} - volumul compartimentului de aerare 1;
- A_{A1} - aria suprafeței orizontale a compartimentului de aerare 1;
- V_{A2} - volumul compartimentului de aerare 2;
- A_{A2} - aria suprafeței orizontale a compartimentului de aerare 2.

4 Decantorul secundar și bazinul de stocare a nămolului

$$V_{D2} = \frac{1}{6}V_t; \quad A_{D2} = \frac{1}{6}A_t; \quad V_{D2U} = \frac{1}{6}V_t - V_{tc}; \quad A_{D2U} = \frac{1}{6}A_t - A_{tc};$$

$$A_{tc} = \frac{\pi \cdot d_{tc}^2}{4}; \quad V_{tc} = A_{tc} \cdot h_{tc};$$

unde:

- V_{D2} - volumul total al decantorului secundar;
- V_{D2U} - volumul util al decantorului secundar;
- A_{D2} - aria suprafeței orizontale totale a decantorului secundar;
- A_{D2U} - aria suprafeței orizontale utile a decantorului secundar;
- V_{tc} - volumul tubului de alimentare;

Anexe

A_{tc} - aria secțiunii transversale a tubului de alimentare;
 d_{tc} - diametrul tubului de alimentare;
 h_{tc} - înălțimea tubului de alimentare.

$$V_t = \frac{\pi \cdot 1.4^2}{4} \cdot 1.2 = 1.847;$$

$$A_t = \frac{\pi \cdot 1.4^2}{4} = 1.539;$$

$$V_{D1} = \frac{1}{4} \cdot 1.847 = 0.462;$$

$$A_{D1} = \frac{1}{4} \cdot 1.539 = 0.384;$$

$$V_{A1} = \frac{1}{4} \cdot 1.847 = 0.462;$$

$$A_{A1} = \frac{1}{4} \cdot 1.539 = 0.384;$$

$$V_{A2} = \frac{1}{3} \cdot 1.847 = 0.616;$$

$$A_{A2} = \frac{1}{3} \cdot 1.539 = 0.513;$$

$$V_{D2} = \frac{1}{6} \cdot 1.847 = 0.308;$$

$$A_{D2} = \frac{1}{6} \cdot 1.539 = 0.256;$$

$$V_{tc} = \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} \cdot 1.10 = 8.64 \cdot 10^{-3};$$

$$A_{tc} = \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} = 7.85 \cdot 10^{-3};$$

$$V_{D2U} = 0.308 - 0.00864 = 0.300;$$

$$A_{D2U} = 0.513 - 0.00785 = 0.5051.$$

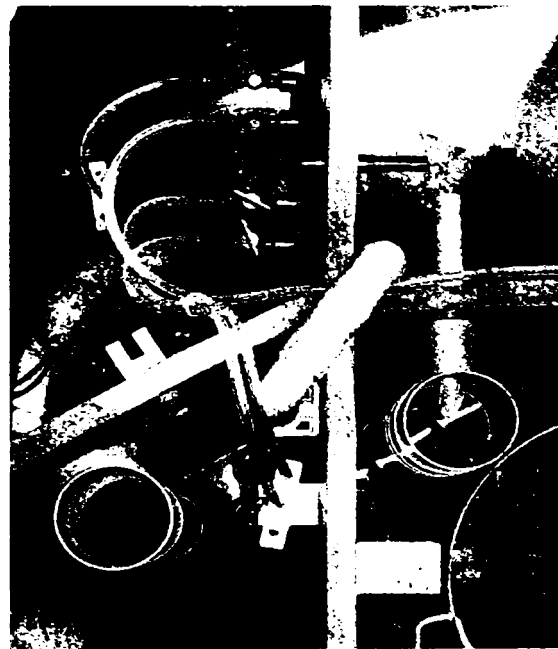
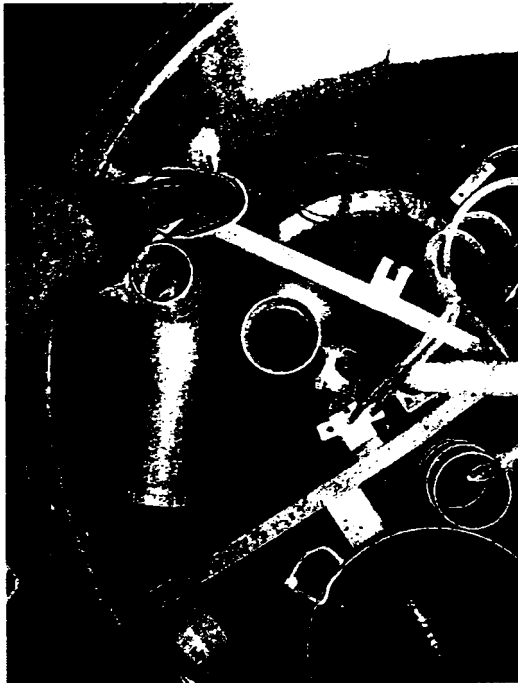
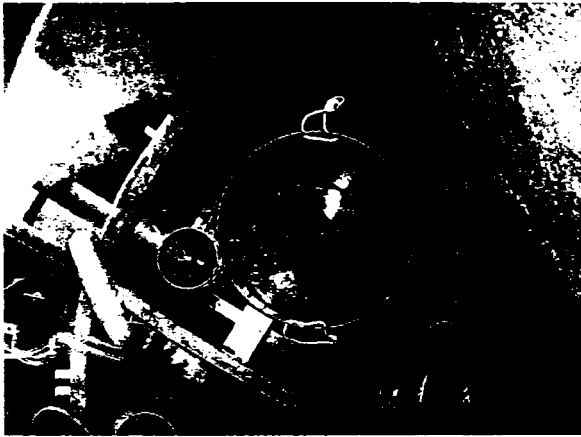
Geometria compartimentelor instalație de epurare

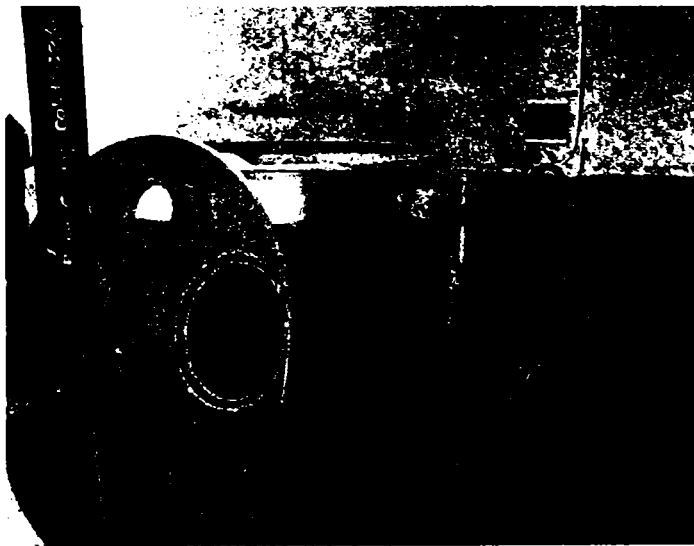
| | | | |
|----|---|----------|----------------------|
| 1 | volumul total al instalației | V_t | 1.847 m ³ |
| 2 | volumul compartimentului 1 | V_{D1} | 0.462 m ³ |
| 3 | aria suprafeței orizontale totale a instalației | A_t | 1.539 m ² |
| 4 | aria suprafeței orizontale a compartimentului 1 | A_{D1} | 0.384 m ² |
| 5 | înălțimea utilă a bazinului | h | 1.20 m |
| 6 | înălțimea totală a bazinului | H | 1.40 m |
| 7 | diametrul bazinului | D | 1.40 m |
| 8 | volumul compartimentului de aerare 1 | V_{A1} | 0.462 m ³ |
| 9 | aria suprafeței orizontale a compartimentului de aerare 1 | A_{A1} | 0.384 m ² |
| 10 | volumul compartimentului de aerare 2 | V_{A2} | 0.616 m ³ |
| 11 | aria suprafeței orizontale a compartimentului de aerare 2 | A_{A2} | 0.513 m ² |
| 12 | volumul total al decantorului secundar | V_{D2} | 0.308 m ³ |

Anexe

| | | | |
|----|---|-----------|-----------------------------------|
| 13 | volumul util al decantorului secundar | V_{D2U} | 0.299 m^3 |
| 14 | aria suprafetei orizontale totale a decantorului secundar | A_{D2} | 0.256 m^2 |
| 15 | aria suprafetei orizontale utile a decantorului secundar | A_{D2U} | 0.248 m^2 |
| 16 | volumul tubului de alimentare | V_{tc} | $8.640 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ |
| 17 | aria sectiunii transversale a tubului de alimentare | A_{tc} | $8.00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ |
| 18 | diametrul tubului de alimentare | d_{tc} | 0.10 m |
| 19 | înălțimea tubului de alimentare | h_{tc} | 1.10 m |

Alte detalii ale microstației de epurare ORM 5







| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

- 1 bazin de recepție și decantor primar
- 2 bazin de activare 1, 2 și sistem de distribuție al aerului
- 3 decantorul secundar
- 4 detalii instalații

| | |
|---|---|
| 5 | 6 |
| 7 | 8 |

- 5 capac, pompă, conductă refulare și cablu alimentare e.e.
- 6 detaliu conductă refulare
- 7 detaliu transfer debit constant dec. primar - activare
- 8 vedere generală reactor

| | |
|---|----|
| 9 | 10 |
|---|----|

- 9 plăcuță de aerare
- 10 ștuț alimentare bazin activare, conductă refulare nămol, intrare distribuitor aer

Anexa 5

Filtru de nisip pentru epurarea de finisare

Aceste filtre sunt prevăzute pentru tratarea efluentului în vederea reținerii încărcării solide remanente. Construcția lor este simplă, iar pe lângă o bună filtrare mecanică, pe adâncimea filtrului se dezvoltă și o activitate biologică.

În general, volumul filtrului se dimensionează pentru 0.5-1.0m³/locuitor, adâncimea sa fiind în funcție de adâncimea de îngheț. Practic, acest filtru reprezintă treapta biologică a unei stații de epurare cu plante, însă de dimensiuni reduse, (încărcarea hidraulică fiind mult mai mare).

Cuva filtrului este impermeabilizată, (de exemplu printr-o folie), iar la partea de jos se prevede o rețea de drenuri constând din conducte perforate, care converg spre un cămin de control. Alimentarea filtrului se face la partea superioară, tot printr-un sistem de conducte perforate.



„Filtru de nisip pentru o instalație de capacitate mică, zona Graz – Austria”

Un alt efect favorabil indus de aceste filtre este preluarea eventualelor șocurilor de debit provocate la descărcarea apei epurate, filtrul comportându-se ca un bazin de retenție, (de exemplu la instalațiile de activare cu acumulare). Întreținerea filtrului constă în îndepărtarea periodică a materialului vegetal care se formează la suprafața acestuia.

Anexa 6

Exemplu de calcul al unei instalații de pompare prin gazlift conform [16]

Instalație de evacuare a apei decantate

Elemente cunoscute:

- debitul lichidului, (apă), de evacuat $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q = 4.17 \text{ l/s}$;
- înălțimea de ridicare $h_0 = 10.00 \text{ m}$;
- submergența $h = 15 \text{ m}$;
- înălțimea totală a coloanei de ridicare $H = h_0 + h = 25 \text{ m}$;
- greutatea specifică a apei $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$;
- presiunea atmosferică absolută $p_{at} = 1.033 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$;
- viteza impusă în coloana de ridicare $v = 2 \text{ m/s}$;
- coeficientul pierderii de sarcină la intrare în conductă $\zeta = 0.5$;

rezultă:

- coeficientul imersiunii relative:

$$\epsilon = h/h_0 = 1.5;$$

- debitul de gaz necesar liftării rezultă din diagrama Pickert:

$$Q_g = 0.018 \text{ m}^3/\text{s};$$

- presiunea de insuflare a gazului, (aer):

$p_a = \gamma \cdot h$; $p_a = 9810 \cdot 15 = 147150$; $p_a = 147150 \text{ N/m}^2$; $p_a = 1.47 \text{ bar}$,
se adoptă din condiții tehnologice:

$$p_a = 2.00 \text{ bar};$$

- greutatea specifică a fluidului bifazic, (amestec apă aer);

$$\gamma_n = \frac{\gamma \cdot p_{at} \cdot \ln \frac{p_a}{p_{at}}}{p_{at} \cdot \ln \frac{p_a}{p_{at}} + \frac{\gamma \cdot h_0}{\eta_n \cdot h}}; \quad \gamma_n = \frac{9810 \cdot 10^4 \cdot 10.33 \cdot \ln \frac{20 \cdot 10000}{10.33 \cdot 10000}}{10.33 \cdot 10^4 \cdot \ln \frac{20 \cdot 10000}{10.33 \cdot 10000} + \frac{10}{0.95} \cdot 9810} = 3859$$

$\gamma_n = 3859 \text{ N/m}^3$, ceea ce înseamnă 60.60% din greutatea specifică a apei.

- pentru viteza impusă rezultă diametrul conductei:

$$D = \left(\frac{4Q}{\pi \cdot v_n \gamma_n} \right)^{\frac{1}{2}}; \quad D = \left(\frac{4 \cdot 0.004167 \cdot 9810}{2\pi \cdot 3859} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.08212m; \text{ din considerente practice se adoptă } D=100mm;$$

- pentru diametrul de 100mm rezultă viteza în conductă:

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2 \gamma_n}; \quad v = \frac{4 \cdot 0.004167 \cdot 9810}{\pi \cdot 0.10^2 \cdot 3859} = 1.35; \quad v=1.35m/s;$$

- pentru un diametru impus D=60mm rezultă viteza în conductă:

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2 \gamma_n}; \quad v = \frac{4 \cdot 0.004167 \cdot 9810}{\pi \cdot 0.06^2 \cdot 3859} = 3.75; \quad v=3.75m/s;$$

- presiunea în instalație rezultă din ecuația de echilibrul al presiunilor:

$$p_0 = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = \gamma_n \cdot H + p_{at} + \left(\frac{\lambda \cdot H}{D} + \zeta \right) \frac{v^2}{2g};$$

- pentru diametrul de 100mm:

$$p_0 = 3859 \cdot 25 + 1.033 \cdot 10^6 + \left(0.25 \frac{25}{0.1} + 0.5 \right) \frac{1.348^2}{2 \cdot 9.81} \cdot 9810 = 203945; \\ p_0 = 2.04 \cdot 10^5 N/m^2;$$

- pentru diametrul de 60mm:

$$p_0 = 3859 \cdot 25 + 1.033 \cdot 10^6 + \left(0.25 \frac{25}{0.06} + 0.5 \right) \frac{3.750^2}{2 \cdot 9.81} \cdot 9810 = 1865412; \\ p_0 = 18.65 \cdot 10^5 N/m^2;$$