

CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA EFICIENTIZAREA STAȚIILOR DE EPURARE ORĂȘENEȘTI

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

ing. Monica Dorina Isacu

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof.univ.dr.ing. Ion Mirel
prof.univ.dr.ing. Marin Sandu
prof.univ.dr.ing. Alexandru Mănescu
prof.univ.dr.ing. Dan Nicolae Robescu

Ziua susținerii tezei: 08.04.2014

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. Automatică | 9. Inginerie Mecanică |
| 2. Chimie | 10. Știința Calculatoarelor |
| 3. Energetică | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 4. Ingineria Chimică | 12. Ingineria sistemelor |
| 5. Inginerie Civilă | 13. Inginerie energetică |
| 6. Inginerie Electrică | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 15. Ingineria materialelor |
| 8. Inginerie Industrială | 16. Inginerie și Management |

Universitatea Politehnica Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul Școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2014

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
Tel./fax 0256 403823
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Încă de la începuturile dezvoltării sale, societatea umană a fost preocupată de remodelarea mediului său natural din dorința de a-și îmbunătăți calitatea vieții. Crearea acestui mediu "artificial", menit să satisfacă nevoile actuale ale populației umane, a condus la deteriorarea semnificativă a habitatului nostru, astfel încât la ora actuală ne confruntăm cu o adevărată "criză ecologică". În acest context asigurarea unei calități corespunzătoare a mediului și protejarea resurselor devine o cerință intrinsecă a supraviețuirii și dezvoltării civilizației umane. Tocmai de aceea limitarea impactului negativ al activităților umane asupra mediului natural reprezintă una din prioritățile actuale ale omenirii. Ea poate fi realizată doar prin dezvoltarea unor soluții durabile, aceasta însemnând tehnologii curate, eficientă și fiabilitate ridicată a sistemelor, precum și utilizarea surselor regenerabile de energie.

În această direcție se înscriu și cercetările ce stau la baza prezentei lucrări doctorale. Apele reziduale reprezintă potențiale surse de polulare, fapt pentru care se impune epurarea acestora în vederea protecției mediului înconjurător. Eforturile pentru evitarea poluării necesită stabilirea unor strategii de perspectivă, strategii ce implică modernizarea tehnologiilor existente, realizarea și punerea în funcțiune a unor instalații noi, performante și oferirea unor servicii adaptate exigențelor normelor de mediu.

Ținând cont de aspectele menționate, lucrarea de față se dorește a fi un ghid util în proiectarea măsurilor de eficientizare a stațiilor de epurare orășenești.

Elaborarea și fundamentarea științifică a acestei teze doctorale reprezintă rezultatul a peste trei ani de muncă de cercetare desfășurată în cadrul Catedrei de Hidrotehnică a Universității Politehnice din Timișoara. Doresc să aduc pe această cale cele mai calde mulțumiri conducătorului meu științific, domnului prof. univ. dr. ing. Ion MIREL, pentru atenta și competentă îndrumare și mai ales pentru că mi-a fost mereu alături, sprijindu-mă nu doar științific și tehnic, dar și moral.

Adresez mulțumiri și comisiei de îndrumare, având în componența sa pe domnul prof. univ. dr. ing. Teodor Eugen MAN, domnul prof. univ. dr. ing. Gheorghe CREJU, domnul conf. univ. dr. ing. Constantin FLORESCU, precum și colectivului din cadrul Departamentului de Hidrotehnică de la Facultatea de Construcții, și în mod deosebit domnului șef lucrări dr. ing. Cristian STANILOIU.

Îmi exprim întreaga considerație față de membrii comisiei de doctorat, domnul președinte al comisiei prof. univ. dr. ing. Daniel GRECEA, din cadrul Universității Politehnice Timișoara, și domnii prof. univ. dr. ing. Marin SANDU, prof. univ. dr. ing. Alexandru MĂNESCU din cadrul Universității Tehnice de Construcții București, și prof. univ. dr. ing. Dan Nicolae ROBESCU din cadrul Universității Politehnice din București, care au răspuns solicitării de a face parte din comisia de analiză a tezei, pentru observațiile făcute și pentru timpul acordat lucrării.

Mulțumiri deosebite se cuvin și domnului prof. dr. Walter TRÖSCH din cadrul Institutului Fraunhofer IGB, domnului primar Georg RIEDL, precum și domnilor dipl. ing. Adolf PIRCHNER și dipl. ing. Peter KÖSTNER din cadrul Departamentului de Ape Uzate al orașului München, pentru sprijinul științific și tehnic oferit în culegerea de date și informații necesare elaborării studiilor de caz din cadrul acestei lucrări.

Timișoara, martie 2014

Monica ISACU

Isacu, Monica Dorina

Contribuții cu privire la eficientizarea stațiilor de epurare orășenești

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr.122, Editura Politehnica, 2014, 170 pagini, 57 figuri, 42 tabele.

ISSN:1842-581X

ISBN:978-606-554-835-0

Cuvinte cheie: optimizare stații de epurare, eficientizare energetică a SE , surse neconvenționale de energie, metodologia de analizare sistematică a SE

Rezumat:

Stațiile de epurare a apelor uzate reprezintă mari consumatori de energie. Optimizarea acestora este necesară atât din punct de vedere economic cât și ecologic.

Măsurile de optimizare a funcționării unei stații de epurare a apelor uzate nu trebuie niciodată studiate la nivel singular, ci întotdeauna la nivelul întregii stații, urmărindu-se efectele pe care acestea le au asupra sistemului în ansamblul său. Astfel se vor putea evita repercursiuni negative asupra calității proceselor, a stabilității în funcționare precum și a duratei de viață a utilajelor.

Pentru optimizarea energetică a stațiilor de epurare se vor căuta atât soluții de reducere a consumurilor de energie cât și de îmbunătățire a utilizării potențialului energetic propriu.

Prezenta lucrare propune o metodologie de analiză sistematică a potențialului de eficientizare a stațiilor de epurare prin prisma consumurilor de resurse - energie electrică, energie termică, reactivi chimici și a posibilităților de acoperire parțială sau chiar totală a necesarului de energie din resurse proprii, metodologie ce ar putea fi utilizată ca și ghid pentru realizarea unor studii de optimizare de către specialiștii din domeniu.

CUPRINS

1.INTRODUCERE	7
1.1 Necesitatea și oportunitatea studiului	7
1.2 Obiective urmărite	8
2.EPURAREA APELOR DE SCURGERE	9
2.1 Considerații de ordin general.....	9
2.2 Scurt istoric	9
2.3 Caracteristicile apelor uzate orășenești.....	11
2.3.1 Caracteristici fizice ale apelor uzate orășenești	13
2.3.2 Caracteristici chimice ale apelor uzate orășenești	13
2.3.3 Caracteristici bacteriologice ale apelor uzate orășenești..	14
2.3.4 Caracteristici biologice ale apelor uzate orășenești	14
2.4 Reglementări legislative.....	15
2.5 Evoluția tehnologiilor de epurare	17
2.6 Tehnologii bioenergetice	21
2.7 Procesele caracteristice din stațiile de epurare.....	21
2.7.1 Procese de epurare fizică.....	21
2.7.2 Procese de epurare chimică	22
2.7.3 Procese de epurare biologică.....	22
2.7.4 Procese de dezinfecție.....	23
3.CONSUMURILE ENERGETICE ÎN STAȚIILE DE EPURARE ORĂȘENEȘTI	24
3.1 Consumuri energetice specifice ale echipamentelor tehnologice..	24
3.2 Îmbunătățirea eficienței energetice a stațiilor de epurare orășenești.....	27
3.3 Factori de influență a consumurilor energetice din cadrul stațiilor de epurare.....	28
3.4 Eficientizarea stațiilor de epurare prin reducerea consumurilor energetice	30
3.4.1 Epurarea mecanică	30
3.4.2 Epurarea biologică	32
3.4.3 Epurarea biologică-avansată	35
3.4.4 Tratarea nămolurilor	35
3.5 Eficientizarea energetică a stațiilor de epurare prin utilizarea surselor neconvenționale	37
3.6 Eficientizarea energetică a stațiilor de epurare prin resurse proprii	37

3.7 Metodologia de analizare sistematică a posibilităților de reducere a cheltuielilor de exploatare din stațiile de epurare	40
4. STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE.....	48
4.1 Studiu de caz I. – efectuat pe o stație de epurare din Germania – 50.000 LE	48
4.1.1 Descrierea procesului tehnologic	49
4.1.2 Dimensionarea și exploatarea stației de epurare.....	55
4.1.3 Evaluarea eficienței actuale a stației de epurare	65
4.1.4 Analiza posibilităților tehnice de eficientizare a stației de epurare	68
4.1.5 Analiza economică de eficientizare	82
4.1.6 Concluzii.....	89
4.2 Studiu de caz II. – efectuat pe stația de epurare Timișoara.....	90
4.2.1 Descrierea procesului tehnologic din se timișoara.....	92
4.2.2 Dimensionarea și exploatarea stației de epurare.....	99
4.2.3 Măsuri recomandate	110
4.2.4 Concluzii.....	110
4.3 Studiu de caz III. – efectuat pe o stație de epurare din Germania – 1.000.000 LE.....	111
4.3.1 Descrierea procesului tehnologic	112
4.3.2 Dimensionarea și exploatarea stației de epurare.....	120
4.3.3 Măsuri de optimizare ale stației de epurare	127
4.3.4 Concluzii - studiului stației de epurare	128
5. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE	129
5.1 Rezumat și perspective	131
5.2 Contribuții proprii	132
5.3 Direcții viitoare de cercetare	133
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE.....	134
ANEXE	141

1. INTRODUCERE

1.1 Necesitatea și oportunitatea studiului

La ora actuală una dintre problemele majore de interes mondial este cea a protecției mediului. În România, problemele legate de protecția mediului se pun în acuitate mai ales ca urmare a poluării locale intense a factorilor de mediu. Prin aderarea la Uniunea Europeană, România s-a obligat la rezolvarea problemelor de protecție a mediului prin modernizarea tehnologiilor existente, prin realizarea și punerea în funcțiune a unor instalații noi și performante și prin oferirea unor servicii adaptate exigențelor normelor de mediu. În această direcție se înscriu și preocupările cercetării doctorale propuse, și anume eficientizarea energetică a stațiilor de epurare a apelor uzate menajere din centrele urbane, în vederea protecției apelor de suprafață, precum și a celor subterane. Aceasta se poate realiza prin asigurarea unui management integrat al tuturor proceselor tehnologice ce se desfășoară la nivelul stațiilor de epurare. Dezvoltarea unui management performant, împreună cu asigurarea rentabilității întregului sistem, constituie o provocare continuă pentru conducerea oricărei companii care activează în domeniu.

În particular, lucrarea caută să evidențieze metode de îmbunătățire a eficienței tehnice, economice și mai ales energetice a echipamentelor utilizate în cadrul stațiilor de epurare orășenești, prin studiul componentelor acestora în parte, a factorilor ce influențează aspectele amintite precum și prin dezvoltarea de metode de eficientizare a fiecărui echipament în parte, dar și a întregului ansamblu prin armonizarea acestora la nivelul întregii stații de epurare.

Apele uzate, prin conținutul lor în diferite substanțe aflate sub formă de materii flotante, suspensii, în stare coloidală sau dizolvate, precum și prin diversele bacterii patogene, constituie importante surse de impurificare și un pericol grav pentru sănătatea publică. Epurarea apelor uzate urmărește îndepărtarea acestor elemente poluante printr-o succesiune de procedee tehnologice prin care acestea sunt reținute, neutralizate și îndepărtate, operație absolut necesară în vederea asigurării protecției calității apelor subterane și de suprafață.

În Europa, s-au făcut eforturi considerabile pentru tratarea apelor reziduale precum și pentru reducerea volumului de ape uzate deversate și de produse reziduale rezultate din procesele de epurare. Strategia României de aderare la Uniunea Europeană implică necesitatea rezolvării problemelor de protecție a mediului prin modernizarea tehnologiilor existente, prin realizarea și punerea în funcțiune a unor instalații noi performante și prin oferirea unor servicii adaptate exigențelor normelor de mediu [45], [57], [77], [80], [83], [104]. Conform Directivei europene nr. 91/271, întregul teritoriu al României este desemnat ca zonă sensibilă, iar colectarea apelor uzate urbane prin sisteme de canalizare și epurarea acestora este obligatorie în aglomerările umane cu peste 10.000 de locuitori echivalenți [77], [82], [83].

Criteriile de performanță urmărite în exploatarea stațiilor de epurare a apelor uzate sunt atât de natura ecologică - concentrații de poluanți cât mai reduse cu puțință la apele tratate - cât și de natură economică - costuri de exploatare minime pentru atingerea unei eficiențe maxime de epurare.

Dacă în trecut accentul se punea, în principal, pe calitatea efluentului din stațiile de epurare, creșterea brusca a prețurilor la energie, importanța crescândă a

energiei regenerabile și obiectivele ambițioase de reducere a emisiilor de CO₂ conduc astăzi la un interes sporit în eficientizarea energetică a metodelor de procesare din stațiile de epurare a apelor reziduale. Măsurile pentru reducerea consumului de energie devin din ce în ce mai importante, în timp ce calitatea apelor uzate tratate nu poate fi în nici un caz compromisă.

1.2 Obiective urmărite

Rezultatele principale anticipate în cercetarea doctorală urmăresc eficientizarea energetică a proceselor și echipamentelor tehnologice din cadrul stațiilor de epurare a apelor uzate, ceea ce presupune:

- Identificarea consumurilor energetice în stațiile de epurare;
- Identificarea și evaluarea factorilor care influențează eficiența energetică a stațiilor de epurare orășenești;
- Identificarea și cercetarea unor tehnologii de epurare avansată pentru creșterea gradului de reutilizare al apei uzate (de ex. procedee cu membrane filtrante, procedee cu adsorbție);
- Identificarea unor soluții de re tehnologizare/modernizare a stațiilor de epurare existente cu impact pozitiv asupra bilanțului energetic al acestora;
- Optimizarea proceselor de valorificare a potențialului energetic al maselor organice din nămolul reținut în stațiile de epurare;
- Armonizarea proceselor tehnologice de epurare a fiecărui obiect la nivelul întregului ansamblu cu identificarea unor strategii de reducere a costurilor de operare (exploatare și întreținere) a stațiilor de epurare;
- Identificarea surselor neconvenționale de energie utilizabile în stațiile de epurare;
- Identificare posibilităților de valorificare a potențialului termic al apelor uzate și a potențialului hidraulic din canalul de evacuare (pompe de căldură, microhidrocentrale);
- Identificarea posibilității de valorificare a apelor epurate prin procedee avansate pentru stropitul spațiilor verzi sau pentru spălatul stradal.

2. EPURAREA APELOR DE SCURGERE

2.1 Considerații de ordin general

Principalele scopuri ale existenței unei stații de epurare a apelor uzate urbane sunt acelea de a procesa apa uzată în așa fel încât aceasta să poată fi reutilizată în industrie sau agricultură, reducându-se astfel consumul de apă tratată, și acela de a putea deversa efluentul stației de epurare în emisarii naturali fără a le afecta acestora calitatea și implicit domeniile posibile de utilizare din aval. În funcție de caracteristicile apei de scurgere (natura poluanților, starea lor de agregare, dimensiunea particulelor etc) și de cerințele evacuării în emisar, se pot stabili cele mai adecvate metode de tratare a acestora (metode mecanice, mecano-chimice, biologice și biologice avansate). Apele uzate cu caracter predominant anorganic vor fi tratate în stații de epurare numai prin mijloace fizico-chimice de reținere și neutralizare: sedimentare, neutralizare, precipitare, coagulare, floculare, adsorbție pe carbune activ, schimb ionic. Apele uzate cu un caracter predominant organic sunt epurate prin procedee fizico-chimico-biologice și biologice avansate [6], [7], [19], [20], [45], [53].

Epurarea apelor uzate caracteristice centrelor urbane constă, în general, 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. De cele mai multe ori, în cadrul treptei biologice se prevede eliminarea atât a azotului cât și a fosforului prin utilizarea de tehnologii de epurare avansată. Atunci când se urmărește obținerea unui efluent de calitate superioară/deosebită, treapta de epurare biologică va fi urmată de o epurare terțiară, de finisaj. Aceste etape ale procesului de epurare formează linia apei din cadrul tehnologiei de epurare.

Paralel cu linia apei se desfășoară linia nămolului, care cuprinde totalitatea construcțiilor și instalațiilor de prelevare, transport și prelucrare a nămolului până la o formă acceptată, conformă cerințelor de protecție a mediului. Se urmărește obținerea unui nămol stabil biologic, de volum redus, și dacă este posibil, valorificabil economic [7], [12], [13], [18], [19], [20], [21], [52], [53], [55], [56], [58], [71], [87], [92], [98].

2.2 Scurt istoric

Din cele mai vechi timpuri colectivitățile umane s-au stabilit în vecinătatea surselor de apă sau de-a lungul cursurilor de apă. Fiecare colectivitate s-a dovedit a fi preocupată de rezolvarea problemelor de alimentare cu apă și a celor de salubritate a așezărilor omenești.

Așezările umane dezvoltate în bazinele superioare, din vecinătatea izvoarelor, au fost și cele care au contribuit la poluarea emisarilor. Pe măsură ce colectivitățile s-au dezvoltat, s-a accentuat poluarea cursurilor de apă dar și pericolul de îmbolnăvire a oamenilor, ciuma și holera contribuind la dispariția a multor colectivități.

Pentru evitarea acestor neajunsuri au fost necesare măsuri de combatere și de prevenire a poluarilor permanente și a celor accidentale. Astfel, la Ninive și Babilon s-au construit canale și șanțuri care aveau drept scop îndepărtarea reziduurilor lichide și solide. În Egipt, cu cca. 4500 ani în urmă, s-au construit canale deschise pentru evacuarea apelor uzate. Grecii și românii au construit rețele de canalizare care deserveau colectivități foarte mari. La Roma, în anul 514 î.e.n., s-a construit primul colector, cunoscut sub denumirea „Cloaca Maxima”. Evul mediu a reprezentat perioada cea mai puțin prorică dezvoltării în acest domeniu iar canalele existente au fost distruse, deșeurile au fost aruncate pe străzi la întâmplare, contribuind deseori la îmbolnăvirea populației. În această perioadă oamenii nu se îmbăiau toată viața. Ca urmare a acestei concepții de viață, activitățile în orașele din Evul Mediu se desfășurau în totală lipsă de igienă, iar epidemiile secerau regiuni întregi, făcând sute de mii de victime [70].

Odată cu începutul industrializării și dezvoltării orașelor, necesitatea de a construi canale colectoare pentru apele uzate a devenit din ce în ce mai acută. Astfel, în Anglia, în anul 1531, în timpul lui Heinrich al VIII-lea, s-a elaborat prima legislație privind evacuarea apelor menajere și meteorice. La Paris, în secolul al XVII-lea, s-au construit primele rețele de canalizare (cca. 3 km), astfel încât în jurul anului 1850 lungimea acestora atingea cca. 100 km [37].

Primele stații de epurare au apărut în Anglia secolului XX. Construcția de canale a început însă deja din mijlocul secolului XIX din dorința de a rezolva problema epidemiilor hidrice. Realizarea acestora a condus la transformarea Tamisei într-un râu mort, ce degaja miros pestilențial, astfel încât în geamurile parlamentului au trebuit atârinate cârpe îmbibate cu clorură de calciu [8].

În aceeași perioadă, se înființează în Anglia „Consiliul de Sănătate Publică” cu scopul de a stabili reglementările de asanare a orașelor, aspect ce a determinat ca, mulțumită eforturilor domnului Dr. John Simon, în anul 1866 să apară „Sanitary Act”, lege care stabilea principiile privind construirea canalizărilor cât și normele pentru menținerea în stare curată a râurilor, lege, care cu unele mici transformări, este și astăzi în vigoare. Tot în 1866 apare și „The Metropolitan Health Act” la New York [8].

Tot în Anglia s-au pus bazele monitoringului. Parametrul „consum biochimic de oxigen” CBO_5 a fost introdus în 1898 și a fost conceput în concordanță cu realitățile englezești – temperatură de 20°C, timp de rezidență în râu 5 zile, tip de poluare predominantă fiind cea fecaloid-menajeră [8].

În SUA, în 1984 existau 15.438 stații de epurare care deserveau o populație de 172.205.000 locuitori, adică 73,1%. Procentul de epurare a apelor din punct de vedere al încărcării organice măsurate prin CBO_5 a fost de 84% iar din punct de vedere al suspensiilor de 86,3%. Apele uzate epurate aici se descarcă din ce în ce mai rar din nou în emisar. Ele se infiltrează în sol sau se utilizează pentru irigații, în industrie, pentru recreere (lacuri), piscicultură, sau chiar ca și sursă de apă potabilă [8].

Primele stații de epurare în regim natural sunt menționate în Roma – plantațiile de stuf și mlaștinile din jurul orașului.

La noi în țară, construcția colectoarelor de canalizare a început în anul 1928, în București, prin construcția primelor canale de evacuare a apelor uzate de pe străzile Smârdan, Colței, Batiștei și „Biserica Enei” în râul Dâmbovița.

Cel de al doilea canal pentru colectarea apelor uzate, menajere și pluviale, s-a construit pe ulița "Târgului din Afară", azi Calea Moșilor, canal prevăzut cu haznale zidite, tot din piatră, și acoperite cu grătare din fier [37].

În anul 1881 și apoi în 1889, Primăria orașului București îi solicita inginerului elvețian Buerkli Siegler să elaboreze un proiect de canalizare în București, pe baza unor principii moderne. Acest proiect prevedea construcția a două colectoare de-a lungul canalului Dâmbovița la care se racordau două canale perpendiculare, proiect care a fost reluat în anul 1909 de către prof. ing. Dionisie Germani. După aceste proiecte s-au executat pînă în anul 1940, circa 100 km colectoare principale și circa 500 km de colectoare secundare [3], [10].

În paralel cu lucrările de canalizare executate în București, s-au realizat construcții similare și în alte orașe din țară. Astfel, în anul 1912 sunt finalizate rețelele de canalizare și stația de epurare a apelor uzate din orașul Timișoara [27], [72].

După cum s-a văzut, tehnologiile pentru epurarea apelor reziduale provenite de pe vatra centrelor populate, au cunoscut o evoluție continuă pe parcursul timpului, evoluție datorată scopului urmărit prin aplicarea acestora, și anume de combatere sau prevenire a îmbolnavirii oamenilor și poluării emisarilor naturali. Aceste ape care conțin, în principal, materii solide sedimentabile și nesedimentabile (uleiuri, grasimi etc.), compuși organici dizolvați și nedizolvați, bacterii patogene și nepatogene, comportă pentru separarea lor, tehnologii de epurare adecvate, menite să asigure condițiile de calitate impuse prin reglementările legislative românești și europene.

Tehnologiile de epurare, dezvoltate pe parcursul timpului, reproduc în cea mai mare parte fenomenele naturale care au loc în cadrul proceselor de autoepurare din cursurile de apă. Apa cursurilor de suprafață asigură transportul deșeurilor, descompunerea substanțelor organice, diluarea sau chiar descompunerea impurităților chimice și fizice.

Evoluția tehnologiilor de epurare a apelor reziduale a fost făcută în concordanță cu cerințele și reglementările legislative specifice etapelor de dezvoltare socială, urmărindu-se asigurarea condițiilor cu privire la igiena și sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului înconjurător.

2.3 Caracteristicile apelor uzate orășenești

Conform Directivei Consiliului European privind tratarea apelor urbane reziduale (91/271/CEE) "apele urbane reziduale" sunt definite ca fiind apele uzate menajere sau amestecul de ape uzate menajere cu ape uzate industriale și/sau ape de scurgere.

Prin "ape uzate menajere" se înțeleg apele uzate care provin din locuințe și servicii rezidențiale și care rezultă în special din metabolismul uman și din activitățile menajere.

"Apele uzate industriale" reprezintă toate apele uzate care provin din spațiile utilizate în scopuri comerciale sau industriale, altele decât apele uzate menajere sau apele de scurgere [77].

Transpunerea directivei europene în legislația românească o reprezintă Legea serviciului de alimentare cu apă și de canalizare nr. 241/2006 (republicată în 2013), în a cărei accepțiune prin „ape uzate orășenești” se înțeleg „apele de canalizare rezultate din amestecul apelor uzate menajere cu ape uzate industriale sau agrozootehnice, preepurate sau nu, precum și apele care provin din stropirea și spălarea drumurilor publice sau private, a aleilor, a grădinilor și a curților imobilelor” [82].

Funcție de proveniența lor, apele de scurgere se clasifică după cum urmează:

- Ape uzate menajere,
- Ape uzate industriale,
- Ape uzate meteorice de drenaj și de suprafață, care conțin ape pluviale, ape de spălare și ape de dren;
- Ape parazite, care sunt apele captate involuntar în rețeaua de canalizare.

Compoziția acestor ape variază de la oraș la oraș și de aceea ea trebuie determinată cu atenție în vederea proiectării/retehnologizării și, respectiv, optimizării corecte a stațiilor de epurare [25].

Apele uzate menajere care intră în stația de epurare conțin, după Imhoff cca.42 % substanțe minerale (10,3 % suspensii, 5,6 % substanțe coloidale, 26,1 % substanțe dizolvate) și 58 % substanțe organice (21,5 % substanțe sedimentabile, 10,3 % substanțe coloidale, 26,2 % substanțe dizolvate) [19], [20], [21].

Tabelul nr. 2.1 Caracteristicile apelor uzate menajere

Nr.crt.	Indicatori de calitate	U.M.	Concentrații la intrarea în SE
1.	MTS	mg/dm ³	110-350
2.	CBO ₅	mg/dm ³	120-300
3.	CCO-Cr	mg/dm ³	150-500
4.	NH ₄ -N	mg/dm ³	5-10
5.	NO ₂ -N	mg/dm ³	0,05-2
6.	NO ₃ -N	mg/dm ³	11-40
7.	N	mg/dm ³	25-35
8.	PO ₄ -P	mg/dm ³	6-12
9.	P	mg/dm ³	2-3
10.	pH	unități pH	6,2-10
11.	T	°C	25-35

Caracteristicile apelor uzate industriale variază în funcție de ramurile industriale și, implicit, de procesele tehnologice de producție specifice respectivelor ramuri. Principalele substanțe nocive care se pot regăsi în apele industriale sunt: acizi, coloranți, substanțe toxice, metale grele sau bacterii patogene.

Apele pluviale conțin impurități pe care acestea le antrenează, în cădere, din aer și prin scurgerea de pe suprafețe. În cazul sistemelor separative de canalizare, aceste ape pot atinge concentrații ale suspensiilor de până la 16000 mg/l și la CBO₅ până la 80 mg/l. [36]

Compoziția apelor uzate se determină prin analize complexe de laborator identificându-se caracteristici fizice, chimice, bacteriologice și biologice.

2.3.1 Caracteristici fizice ale apelor uzate orășenești

Principalele caracteristici fizice ale apelor uzate sunt:

Turbiditatea, care indică conținutul de materii în suspensie a apelor, care nu sedimentează în timp și se exprimă în grade de turbiditate sau grade de siliciu, unități nefelometrice de turbiditate (UNT) sau unități de turbiditate de formazină (UTF),

Culoarea, care pentru ape uzate proaspete este gri deschis iar pentru ape uzate intrate în descompunere este negară. Alte culori indică prezența unor ape uzate industriale, acestea fiind specifice proceselor de producție (ape verzi de la industriile de legume, ape galbene de la industriile prelucrătoare de clor, ape roșii de la uzinele metalurgice etc.).

Mirosul apelor uzate proaspete este aproape imperceptibil. Mirosul greu indică faptul că apa uzată este în descompunere și se datorează prezenței hidrogenului sulfurat.

Temperatura influențează foarte mult reacțiile chimice și biologice care se produc în apa uzată. Nu este admisă desărcarea în rețeaua publică de canalizare a apelor uzate cu temperatură ridicată. Conform normativului NTPA 002/2005, temperatura maximă a apelor uzate evacuate în rețeaua de canalizare este de 40°C [125]. De regulă apa uzată are o temperatură cu 2 – 3°C mai ridicată decât cea a apei de rețea. Temperaturi scăzute ale apei indică prezența infiltrațiilor sau prezența apei din precipitații în cadrul sistemului de canalizare unitar. Temperaturi ridicate ale apei de canalizare indică prezența de apă uzată industrială [11], [12], [98].

2.3.2 Caracteristici chimice ale apelor uzate orășenești

Caracteristicile chimice ale apelor uzate sunt elemente de bază în proiectarea stațiilor de epurare. De importanță deosebită este valoarea și starea materiilor conținute de apele uzate, respectiv cantitatea materiilor organice solide aflate în suspensie, separabile prin decantare, materiile organice solide și cele dizolvate în apă, precum și alte materiale specifice apelor uzate, cum ar fi: compușii azotului, cloruri, sulfuri, hidrogenul sulfurat etc.

Materiile solide totale se prezintă sub formă de materii solide în suspensie și materii solide dizolvate. Materiile solide în suspensie pot fi decantabile sau coloidale.

Oxigenul dizolvat (OD) Apa uzată are un conținut foarte scăzut de oxigen dizolvat (1-2 mg/l). Aceasta se datorează activității biologice ale apei uzate. Deasemenea trebuie menționat că limita de saturație în oxigen a unei ape curate variază invers proporțional cu temperatura acesteia [98].

Consumul biochimic de oxigen (CBO) al unei ape uzate reprezintă cantitatea de oxigen consumată pentru descompunerea biochimică în condiții aerobe a materiilor solide totale organice la temperatura și timpul standard. Consumul biochimic de oxigen se determină la 5 zile și la 20 de zile și este un parametru fundamental în dimensionarea treptei de epurare biologice [98].

Consumul chimic de oxigen (CCO), măsoară conținutul de carbon din toate felurile de materie organică, prin stabilirea oxigenului consumat în vederea oxidării elementelor organice din apa uzată (mai puțin a compușilor de azot). Ca și oxidanți se utilizează bicromatul de potasiu în soluție acidă ($K_2Cr_2O_7$) sau permanganatul de potasiu ($KMnO_4$) [98].

Aciditatea și alcalinitatea. În general apele de scurgere orășenești au un pH ușor acid. În stația de epurare pH-ul apei trebuie să fie cuprins între 6,5 și 8,5. În cazul variațiilor mari de pH se impune corectarea acestuia. Pentru epurarea apelor ideală este situația în care acestea sunt slab alcaline, în acest fel procesele biologice putându-se desfășura în condiții optime [98].

Azotul. Amoniacul liber, azotul organic, nitriții și nitrații constituie azotul total din apa uzată. Acest parametru este important pentru dimensionarea capacităților de nitrificare și denitrificare din cadrul treptei de epurare biologică [98].

Fosforul. Fosforul apare în apa uzată sub formă de compuși anorganici și organici (ortofosfat, polifosfat). Fosforul total reprezintă totalitatea compușilor de fosfor din cadrul unei probe de apă. Parametrul este important la dimensionarea capacităților de defosforizare din treapta biologică de epurare. Ca și compușii de azot, și cei de fosfor intră în categoria nutrienților care contribuie la procesul de eutrofizare [98].

Alți compuși chimici prezenți în apa uzată pot fi clorurile și sulfurile, cianurile, grăsimile și uleiurile, acizii volatili, gazele dizolvate și detergenții sintetici [98].

2.3.3 Caracteristici bacteriologice ale apelor uzate orășenești

Stabilirea caracteristicilor bacteriologice ale unei ape uzate are drept scop determinarea numărului, genului și condițiilor de dezvoltare a bacteriilor din influentul și efluentul unei stații de epurare. Aceste caracteristici sunt foarte complexe, oferind informații legate de propagarea unor agenți patogeni, pericolul de contaminare a mediului prin exfiltrații, necesitatea unei eventuale preepurări sau necesitatea dezinfecției apei efluente din cadrul stației de epurare [52], [53], [98].

Caracteristicile bacteriologice ale unei ape uzate sunt date de numărul total de germeni NTG /ml, adică numărul de colonii ce se dezvoltă prin însămânțarea unui ml de apă. Creșterea NTG-ului într-o sursă de apă reprezintă un semn de poluare.

Se deosebesc următoarele categorii de bacterii:

- banale - care nu sunt dăunătoare organismului uman;
- patogene - care sunt dăunătoare organismului și produc boli hidrice.

Bacteriile de natură patogenă pot fi:

- coliforme - care în număr redus sunt inofensive, iar în număr mare indică poluarea apei cu dejecții umane sau animale;
- saprofite - aerobe, care sunt prezente în apele uzate și nu sunt dăunătoare organismului uman, ele intervenind activ în procesele de epurare;
- patogene - care sunt dăunătoare organismului uman, producând boli hidrice: febra tifoidă, holera, dizenteria.

2.3.4 Caracteristici biologice ale apelor uzate orășenești

Caracteristicile biologice înseamnă totalitatea organismelor care se întâlnesc în apa uzată. Cele mai mici forme, care nu pot fi văzute cu ochiul liber, fiind virusurile și fagii iar cele mai mari, vizibile cu ochiul liber, larve de insecte, viermi, melci etc. [52], [53], [98].

STAS-ul nu admite prezența masivă a organismelor care prin înmulțire exagerată modifică proprietățile organoleptice sau chimice ale apei și care pot produce degradări ale instalațiilor.

2.4 Reglementări legislative

Realizarea într-o concepție unitară și a lucrărilor de canalizare în România, s-a putut face prin elaborarea unor reglementări legislative evidențiate prin: Legea nr. 107/1996 privind „Legea Apelor” completată și modificată prin Legea 310/2004 și Legea 112/2006, precum și Legea 265/2006 privind „Protecția Mediului Înconjurător” și Ordonanța de urgență nr. 195/2005 [17], [80], [83], [84], [91].

Din punct de vedere tehnic, separarea elementelor poluatoare din apele uzate trebuie făcută cu respectarea cerințelor impuse de normativele românești și europene – Directiva europeană nr. 91/271 cu privire la epurarea apelor uzate, preluată prin HG nr. 352/2005 cu privire la modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descarcare în mediul acvatic a apelor uzate, care cuprinde normativele/norme tehnice de protecția apelor NTPA 001/2005 - cu privire la stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea lor în receptorii naturali, NTPA 002/2005 - Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate din rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare și NTPA 011/2002 - Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești [88], [89], [90].

În figura 2.1 sunt evidențiate reglementările amintite mai sus, cu privire la condițiile de calitate impuse cursurilor de suprafață pentru captarea apei în scopul potabilizării precum și condițiile impuse la deversarea apelor uzate menajere.

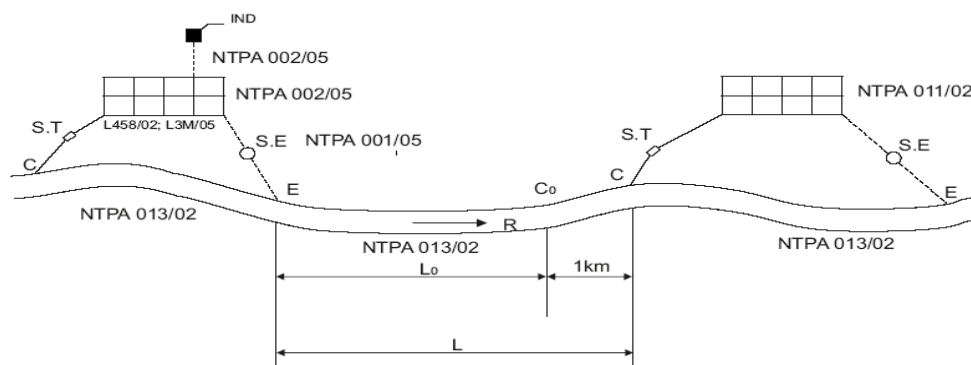


Fig. 2.1. Reglementări legislative pentru prelevări și deversări de ape uzate

Prelevările de apă pentru potabilizare și deversarea apelor uzate în cursurile de suprafață trebuie făcută cu respectarea reglementărilor legislative românești și europene, astfel încât în secțiunea de prelevare a apelor uzate epurate să se asigure aceleași condiții calitative ca în secțiunile de prelevare pentru apa de alimentare, iar tronsonul cursului de apă cu lungimea L , necesar derulării proceselor de autoepurare, să constituie coeficientul suplimentar de siguranță, pentru situațiile de criză (avarii în stațiile de epurare, deversări accidentale etc) [83], [88], [90].

Limitele superioare ale încărcărilor unei ape uzate orășenești sunt prevăzute în NTPA 002/2005, din care cele mai importante sunt redată în tabelul de mai jos [89].

Tabelul nr. 2.2. Limitele admise ale valorilor indicatorilor de calitate a apelor uzate evacuate în rețelele de canalizare ale localităților

Nr.crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Valorile maxime admise
1.	Temperatura	°C	40
2.	pH	unități pH	6,5-8,5
3.	Materii în suspensie (MTS)	mg/dm ³	350
4.	Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO ₅)	mg O ₂ /dm ³	300
5.	Consum chimic de oxigen - metoda cu dicromat de potasiu [CCO(Cr)]	mg O ₂ /dm ³	500
6.	Azot amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/dm ³	30
7.	Fosfor total (P)	mg/dm ³	5,0
8.	Cianuri totale (CN)	mg/dm ³	1,0
9.	Sulfuri și hidrogen sulfurat (S ²⁻)	mg/dm ³	1,0
10.	Sulfiți (SO ₃ ²⁻)	mg/dm ³	2
11.	Sulfați (SO ₄ ²⁻)	mg/dm ³	600
12.	Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C ₆ H ₅ OH)	mg/dm ³	30
13.	Substanțe extractibile cu solvenți organici	mg/dm ³	30
14.	Detergenți sintetici biodegradabili	mg/dm ³	25
15.	Plumb (Pb ²⁺)	mg/dm ³	0,5
16.	Cadmium (Cd ²⁺)	mg/dm ³	0,3
17.	Crom total (Cr ³⁺ + Cr ⁶⁺)	mg/dm ³	1,5
18.	Crom hexavalent (Cr ⁶⁺)	mg/dm ³	0,2
19.	Cupru (Cu ²⁺)	mg/dm ³	0,2
20.	Nichel (Ni ²⁺)	mg/dm ³	1,0
21.	Zinc (Zn ²⁺)	mg/dm ³	1,0
22.	Mangan total (Mn ²⁺)	mg/dm ³	2,0
23.	Clor rezidual liber (Cl ₂)	mg/dm ³	0,5

2.5 Evoluția tehnologiilor de epurare

După cum am specificat deja, epurarea apelor uzate are ca scop reducerea impurităților de natură chimică (minerală și organică) sau bacteriologică conținute de acestea, sub anumite limite astfel încât aceste ape să nu dăuneze receptorului în care se deversează. În funcție de caracteristicile fizico-chimice a apelor uzate ce urmează a fi epurate se vor aplica o serie de măsuri și procedee specifice, caracteristice diferitelor tehnologii aplicabile.

În figurile 2.2 – 2.9 se prezintă o succesiune a schemelor tehnologice de epurare a apelor uzate menajere, aplicate în raport cu cerințele și reglementările diferitelor etape de dezvoltare ale societății.

Schemele tehnologice redată în figurile 2.2 și 2.3 sunt concepute numai cu treaptă mecanică/primară cu fermentarea nămolurilor pentru producerea de biogaz în metantancuri, sau fără producere de biogaz, cu fermentarea nămolurilor în decantoare cu etaj. Schema tehnologică redată în figura 2.4 completează treapta mecanică cu o treaptă biologică/ secundară, constituită din bazine de aerare cu nămol activat, cu scopul de a se îmbunătăți condițiile calitative ale apelor epurate. Epurarea biologică se poate asigura în construcții pentru epurare în condiții apropiate de cele naturale (câmpuri de irigare, câmpuri de infiltrare) sau artificiale (filtre biologice de mică și mare încărcare, filtre biologice turn, bazine de aerare, iazuri biologice, șanțuri de oxidare, puțuri absorbante, fose septice etc.).

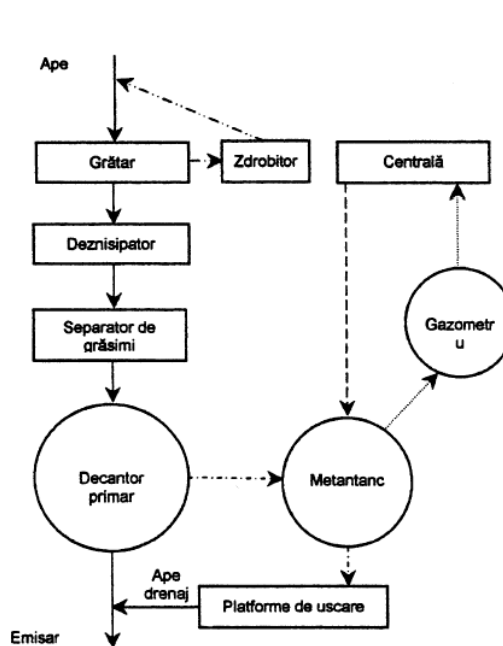


Fig. 2.2 Schema tehnologică de epurare mecanică cu producere de biogaz

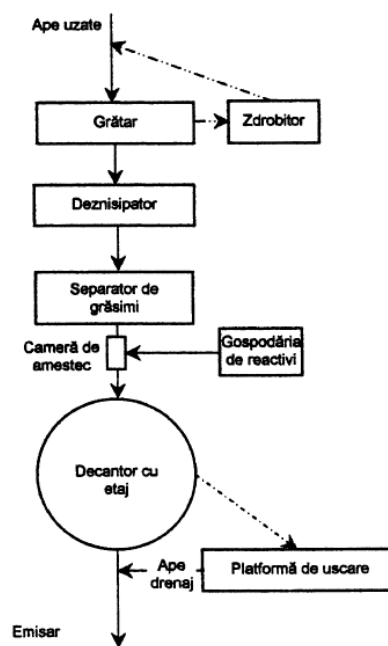


Fig. 2.3 Schema tehnologica de epurare mecano-chimică

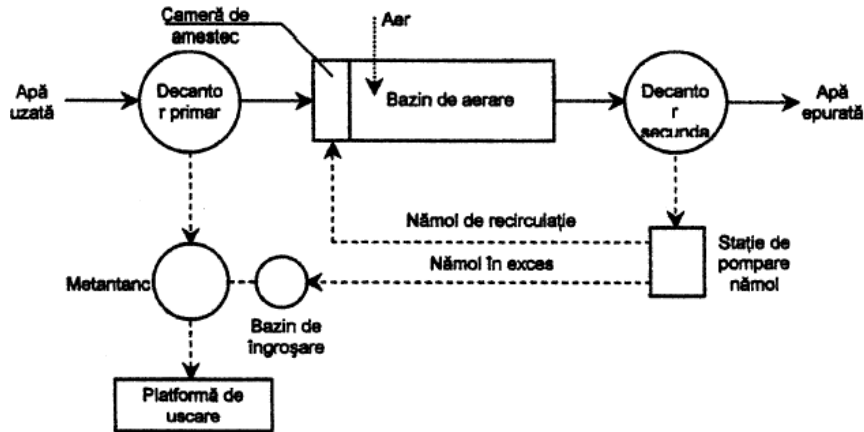


Fig. 2.4 Treapta de epurare biologică cu producere de biogaz

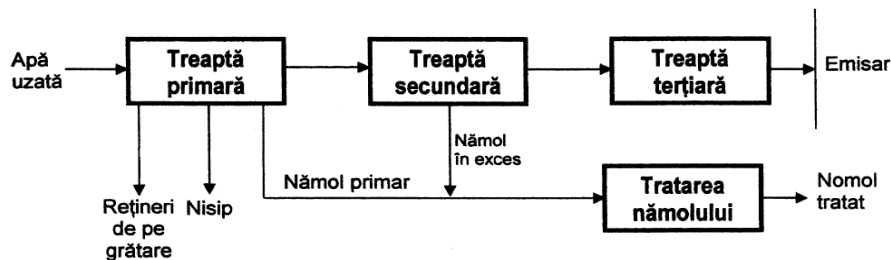
Tehnologiile de epurare, dezvoltate în ultimii 20 - 25 ani s-au axat pe eliminarea compușilor de azot și de fosfor prin introducerea, în fluxul tehnologic a unei trepte biologice de epurare avansat/terțiară (Fig. 2.5). Epurarea avansată se poate aplica după epurarea mecanică/primară, ca o completare a epurării biologice/secundară sau după epurarea secundară, ca treaptă terțiară [60], [57], [87], [90].

Epurarea avansată/terțiară se poate realiza prin: metode fizice (filtrare prin mase granulare și microrfiltrare); metode fizico-chimice (coagulare chimică, absorbție, spumare, electroliză, osmoză inversă, distilare, înghețare, schimb ionic, oxidare chimică și electrochimică etc.); metode biologice (bazine de activare/nitrificare-denitrificare, bazine de defosforizare, bazine cu nămol activat, filtre biologice, biofiltre, irigare cu ape uzate, iazuri de stabilizare etc) [37].

Tehnologiile de epurare avansată, redate în figurile 2.6 și 2.7 (pentru sistemul unitar și separativ de canalizare), au fost prevăzute cu linii de producere și utilizare de biogaz, sistem aplicat pentru retehnologizarea și modernizarea stațiilor de epurare existente. În cazul stațiilor noi proiectate, tehnologiile de epurare avansată, prevăd o tratare separată a nămolurilor rezultate, cu sau fără producere de biogaz [37], [40], [57],[60],

În condițiile în care criza energetică se accentuează și sunt promovate formele alternative de energie (solară, eoliană, geotermală, biomasă/biogaz etc.), s-au conceput pentru epurarea apelor uzate, tehnologii bioenergetice, prin care să se asigure, în paralel cu epurarea avansată, și captarea de biogaz din biomasa apelor de scurgere.

Fig. 2.5 Schema tehnologică de epurare avansată a apelor uzate



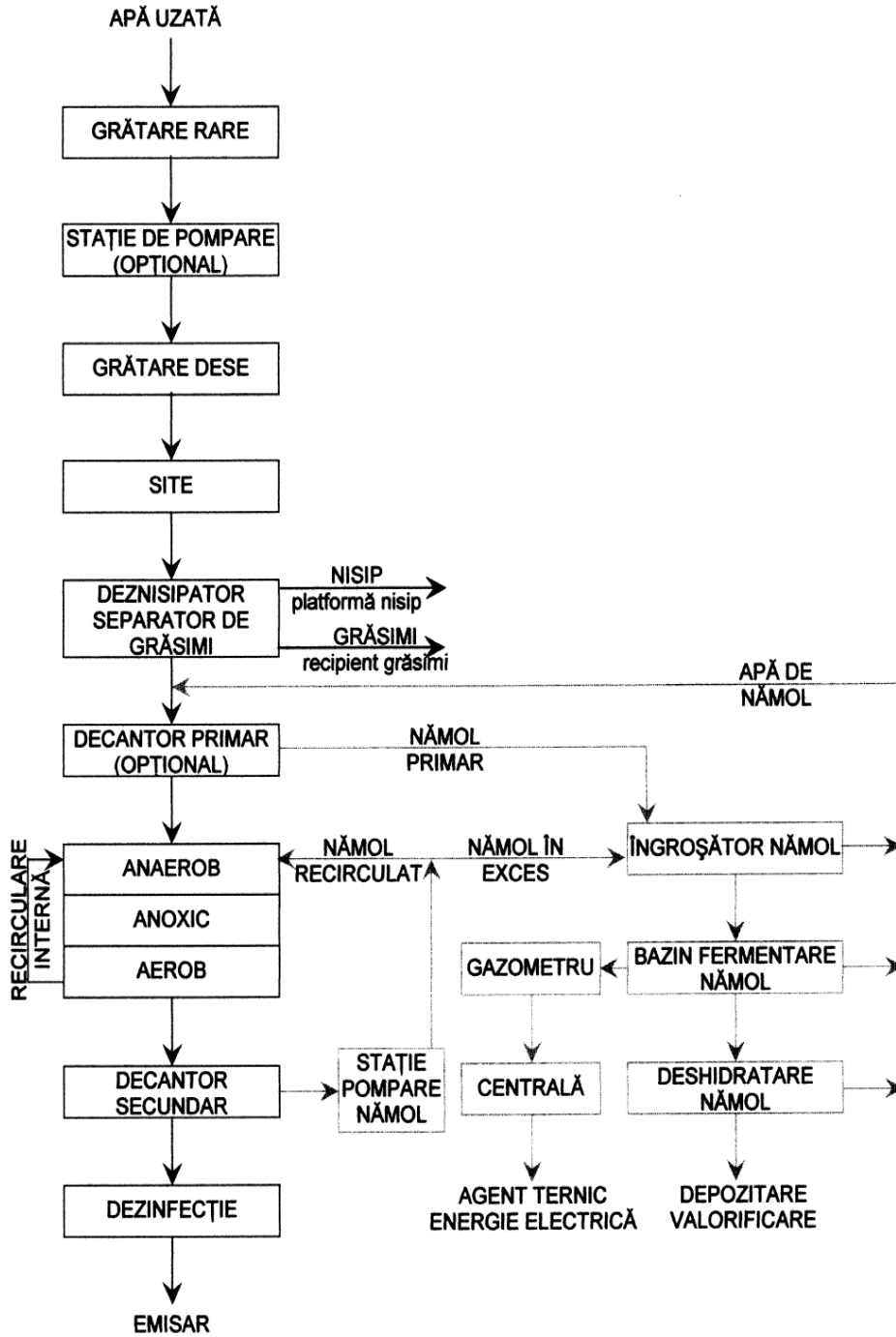


Fig. 2.6 Schema tehnologică de epurare a apelor uzate colectate în sistem separativ de canalizare

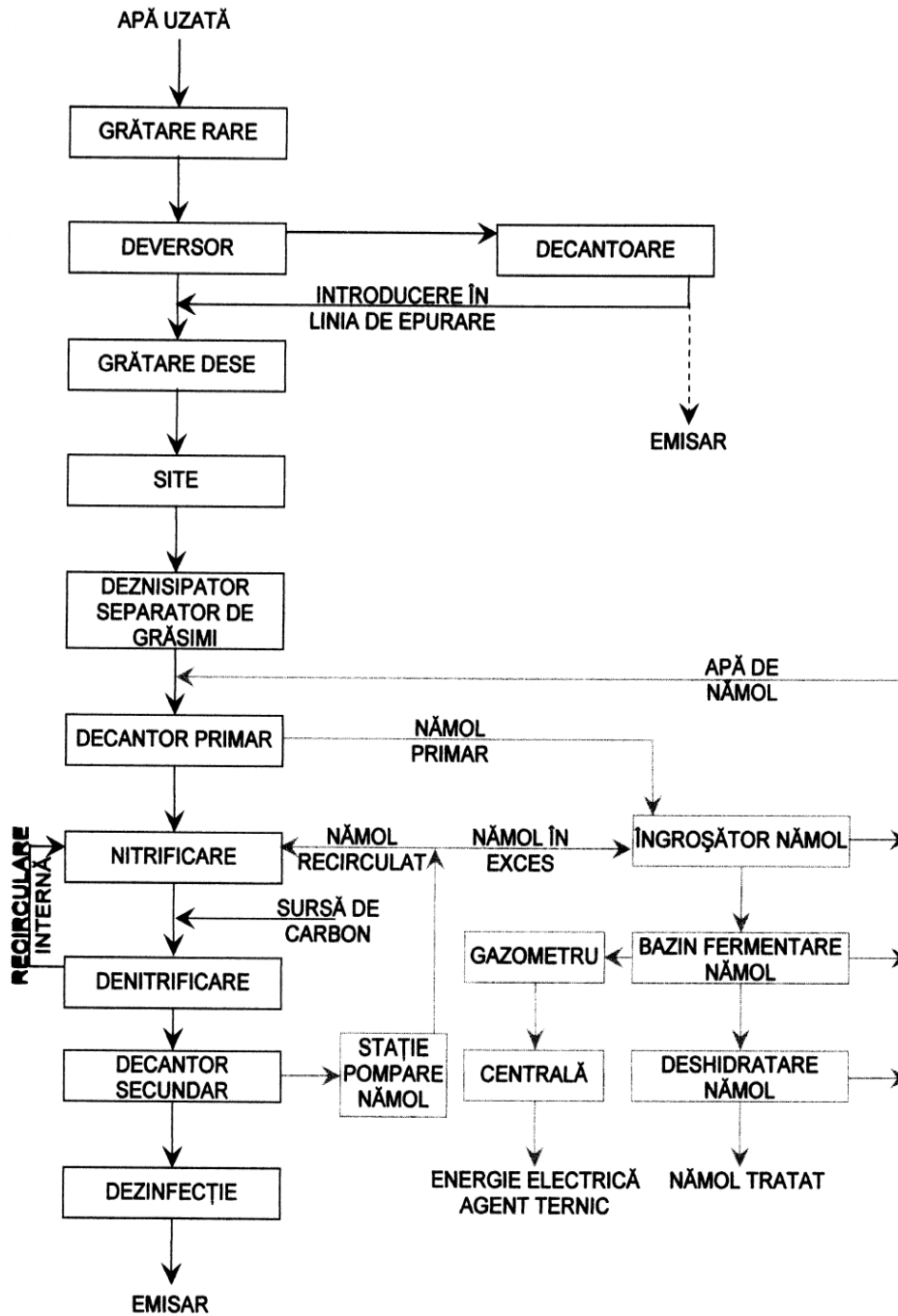


Fig. 2.7 Schema tehnologică de epurare a apelor uzate colectate în sistem unitar de canalizare

2.6 Tehnologii bioenergetice

Schemele tehnologice, redată în figurile 2.8 și 2.9, includ pe fluxul tehnologic, în locul decantoarelor primare, grupuri de digestoare/fermentatoare, dispuse în serie sau în paralel, cu scopul de a capta o parte din potențialul energetic al biomasei din apele uzate în paralel cu asigurarea condițiilor de calitate pentru apele epurate, impuse prin reglementările legislative românești și europene. Energia termică sau electrică obținută din producerea biogazului poate diminua consumul de resurse convenționale [37], [38], [39].

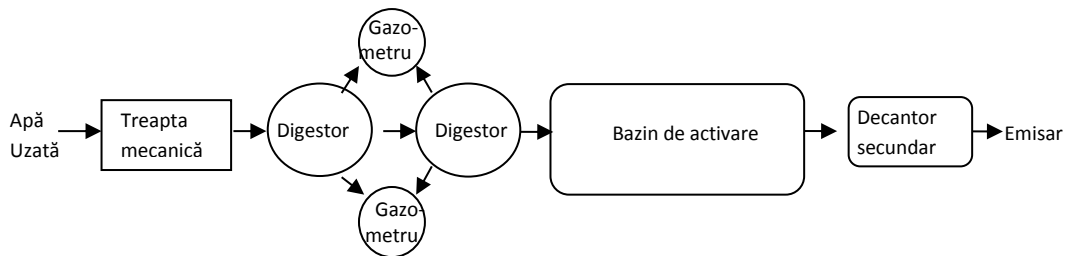


Fig. 2.8 Schema de epurare bioenergetică cu digestoare în serie, cu bazine de activare și decantare secundară

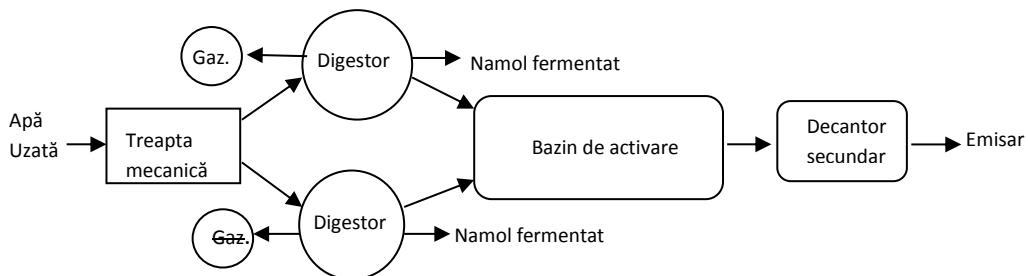


Fig. 2.9 Schema de epurare bioenergetică cu digestoare în paralel

2.7 Procesele caracteristice din stațiile de epurare

Epurarea apelor de scurgere se poate face prin metode fizice, chimice și biologice.

2.7.1 Procese de epurare fizică

Procesele de epurare fizice sunt caracteristice primei trepte de epurare. Ele asigură reținerea a 20 - 30 % din încărcările insolubile din apa uzată. Funcție de

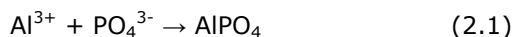
mărime și greutate aceste încărcări se rețin într-o stație de epurare comunală în următoarele construcții și instalații: grătare, site, deznisipatoare, separatoare de grăsimi și decantoare. Încărcările reținute urmează o prelucrare specifică înainte de îndepărtarea lor finală (spălarea și sortarea nisipului, sfărâmarea și uscarea obiectelor grosiere reținute la grătare, incinerarea grăsimilor, fermentarea, deshidratare nămolului)

În prezent se urmărește valorificarea economică a încărcărilor reținute (de ex. nisipul este spălat, sortat, și utilizat ca material de construcție; nămolul primar poate fi utilizat la producerea de biogaz) [9], [98].

2.7.2 Procese de epurare chimică

Procesele de epurare chimică constau în reținerea încărcărilor insolubile, coloidale și dizolvate din apele de scurgere prin tratarea acestor ape cu reactivi chimici.

Pentru epurarea chimică se prevăd următoarele construcții și instalații: gospodăria de reactivi, camere de amestec, camere de reacție și decantoare. Ca exemplu, se procedează la eliminarea fosforului din apă prin adaosul de reactivi de precipitare și reținerea precipitatului în decantorul secundar. Astfel, ca reactivi de precipitare se folosesc săruri de fier sau aluminiu, precum și varul. Reacțiile de precipitare sunt [98]:



Aceste procese contribuie considerabil la evitarea eutrofizării emisarilor.

2.7.3 Procese de epurare biologică

Procesele de epurare biologică constau în reținerea substanțelor coloidale și dizolvate din apele de scurgere care nu se pot reține direct prin metode fizice sau chimice.

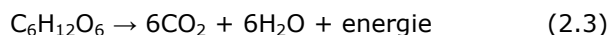
Substanțele organice sunt îndepărtate din apă de către microorganisme care le utilizează ca hrană, respectiv sursă de carbon. În funcție de complexitatea epurării biologice microorganismele mineralizatoare activează în medii aerobe, anaerobe și anoxice create în funcție de natura încărcărilor care trebuie eliminate.

Deosebim:

- Eliminarea carbonului (la stațiile de epurare fără nitrificare)
- Eliminarea compușilor de azot (la stațiile de epurare cu nitrificare și, după caz, denitrificare)
- Reducerea parțială a compușilor de fosfor

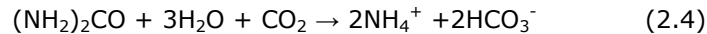
Eliminarea carbonului

În prezența oxigenului bacteriile heterotrofe pot mineraliza carbonul organic.

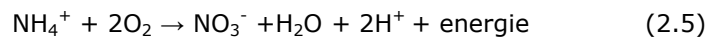


Eliminarea azotului

Urea este transformată prin hidroliză în amoniu:



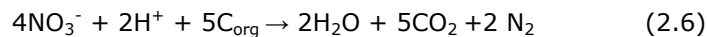
În prezența oxigenului dizolvat, amoniul este transformat prin oxidare în nitrat (NO_3^-). Evacuarea amoniului în emisar ar duce la un consum ridicat de oxigen, ceea ce ar avea ca urmare dispariția formelor de viață prezente în apă. Acesta este motivul pentru care amoniul trebuie eliminat prin nitrificare înainte de descărcarea apei în emisar.



Această reacție se produce prin microorganismele autotrofe nitrificatoare.

Prin nitrificare azotul nu este de fapt eliminat din apa uzată, el suferind doar o transformare în nitrat. Nitratul este însă un fertilizant foarte puternic, care în apele de suprafață încurajează fenomenul de eutrofizare.

Denitrificarea are loc, ca și eliminarea fosforului, cu ajutorul microorganismelor heterotrofe. Aceste microorganisme nedispunând de oxigen dizolvat vor utiliza oxigenul din molecula de nitrat. Prin aceasta azotul eliberat se va elimina în atmosferă sub formă de azot gazos (N_2) [98].

**Reducerea parțială a compușilor de fosfor**

Biomasa (bacteriile mineralizatoare) prin metabolismul ei include circa 30 % din fosforul conținut în apa uzată. Această cantitate se regăsește în nămolul în exces evacuat, fiind eliminată odată cu acesta [98].

2.7.4 Procese de dezinfecție

În scopul obținerii unei unor efluenți de foarte bună calitate, stațiile de epurare moderne prevăd și o treaptă de dezinfecție a apei. Procesele de dezinfecție presupun reducerea considerabilă a cantității de microorganisme conținute în apa uzată epruată. Deosebim metode fizice și chimice de dezinfecție.

Dintre metodele fizice de dezinfecție cele mai utilizate sunt: metoda termică și iradierea cu radiații ultraviolete [98].

Metodele chimice se bazează pe tratarea cu clor activ care acționează sub formă de ion de hipoclorit, cu efecte pronunțate la valori mici ale pH-ului [98].

3. CONSUMURILE ENERGETICE ÎN STAȚIILE DE EPURARE ORĂȘENEȘTI

3.1 Consumuri energetice specifice ale echipamentelor tehnologice

Având în vedere complexitatea proceselor tehnologice desfășurate în cadrul stațiilor de epurare ale apelor uzate menajere, se impune asigurarea unor regimuri de funcționare optimă a tuturor componentelor sistemului.

Datorită diferitelor metode de procesare existente și a condițiilor locale diferite la fiecare stație, nu se poate defini un standard tehnologic unitar în domeniul eficienței energetice pentru stațiile de epurare a apelor reziduale. Cu toate acestea, au fost stabilite obiective valorice pentru consumul și producția de energie (vezi tabelul 3.1.), cu ajutorul cărora poate fi descrisă eficiența energetică a instalațiilor de tratare a apelor reziduale. Conform acestor obiective valorice, consumul de energie viitor al acestor instalații se va afla la 18,0 [kWh/(LE·a)], iar producția de gaz de fermentare la 30,0 [l/(LE·zi)] [99].

Tab. 3.1 Obiective valorice pentru consumul și producția de energie conform UBA 2008

Nr. crt	SE / Obiect tehnologic	Parametru	UM	Target CM 3-5	Limite de toleranță	
					CM 3	CM 4/5
1.	SE per ansamblu	Consum energie electrică	kWh/(LE·a)	18,0	35,0	30,0
2.	SE cu inst. producție biogaz	Grad de acoperire a necesarului de energie din surse proprii	%	100,0	-	60,0
3.	SE cu inst. producție biogaz	Alimentare externă cu energie termică	kWh/(LE·a)	0,0	-	3,0
4.	Metantancuri	Cantitate de biogaz	l/LE·zi	30,0	-	20,0
5.	Bazine de activare cu aerare	Consum energie electrică	kWh/(LE·a)	10,0	18,0	16,0
6.	Stații de pompare	Consum energie electrică	Wh/m ³ ·m	4,0	-	6,0
Suplimentar						
la 1/2	Filtrare prin precipitare/ filtre de nisip pe evacuare	Consum energie electrică	kWh/(LE·a)	2,0	-	4,0
la 1/2	Filtre cu membrane	Consum energie electrică	kWh/(LE·a)	9,0	14	14
la 1/2	Instalație cu membrane biologice în loc de treapta biologică	Consum energie electrică	kWh/(LE·a)	82	130	120

Nr. crt	SE / Obiect tehnologic	Parametru	UM	Target CM 3-5	Limite de toleranță	
					CM 3	CM 4/5
la 1/2	Uscare nămol de epurare	Consum energie electrică	kWh/(LE·a)	2	-	4
la 1/2	Tratare aer viciat	Consum energie electrică	kWh per 1000 m ³ /h	1	2,5	2

În vederea atingerii acestor obiective este necesară utilizarea unor tehnologii avansate (aplicarea unor metode fizico-chimice de tratare a apei, utilizarea de combinații de filtre biologice etc) și a unor echipamente performante în stațiile de epurare, având costuri de operare cât mai reduse.

Știut fiind faptul că, consumurile energetice pot reprezenta 20 – 40 % din costurile totale de funcționare ale unei stații de epurare, considerăm a fi absolut necesară abordarea sistematică a problemei eficientizării acestora, prin cercetarea posibilităților de optimizare energetică a componentelor individuale dar și a sistemului tehnologic în ansamblul său [2].

Stațiile de epurare nu sunt însă, doar consumatori de energie. Ele pot avea și rol de producător de energie, prin valorificarea biogazului produs în urma stabilizării anaerobe a nămolului de epurare. De aceea optimizarea energetică a unei stații de epurare trebuie să se aibă în vedere atât diminuarea consumurilor energetice, cât și exploatarea potențialului de recuperare și producere de energie și căldură în stațiile de epurare, contribuind astfel pe de o parte la reducerea costurilor și pe de alta la protecția mediului înconjurător [15], [16], [23], [76].

În cadrul stațiilor de epurare distingem consumuri energetice sub formă de energie electrică necesară antrenării motoarelor utilizate (pompe, suflante, transportoare, etc) și de energie termică, aferentă aportului de căldură necesar procesului tehnologic (fermentare, încălzire, etc).

Consumurile specifice de energie pentru unitățile de epurare individuale se situează în general între 25 - 40 kWh/LE·a, valorile mici corespunzând stațiilor de epurare mari (peste 100.000 LE) iar valorile mari stațiilor mici (cca. 10.000 LE). Cu cât stația este mai mică, consumul specific de energie este mai mare [2], [14].

Funcție de capacitatea stației de epurare și de eficiența cerută, respectiv tehnologia utilizată, consumurile specifice de energie sunt repartizate pe obiectele tehnologice astfel [2]:

Tabel 3.2 Consumuri specifice pe obiecte tehnologice

Nr. crt	Denumire obiect tehnologic	Consum specific [kWh/LE·a]
1.	Grătare și site	0,3 - 0,5
2.	Deznisipatoare și separatoare de grăsimi	1,7 - 2,2
3.	Decantoare primare, inclusiv pompele de nămol și apă uzată	0,4 - 0,6
4.	Bazinele de activare pt. nitrificare-denitrificare	17,2 - 25,8

Nr. crt	Denumire obiect tehnologic	Consum specific [kWh/LE·a]
5.	Decantare secundare inclusiv pompe de recirculare nămol	1,2 - 2,3
6.	Îngrosătoare de nămol	0,7 - 1,1
7.	Bazin de fermentare anaeroba nămol, inclusiv generatoarele de energie	2,4 - 2,9
8.	Fermentare și deshidratare nămol	0,8 - 1,2
9.	Alte consumuri (stație de dozare, eliminare fosfor, laborator, administrare, etc)	2,3 - 3,0
	Total	27,0 - 39,6

În figura 3.1. este ilustrat modul tipic de repartizare al consumurilor specifice de energie corespunzătoare diferitelor etape tehnologice [2].

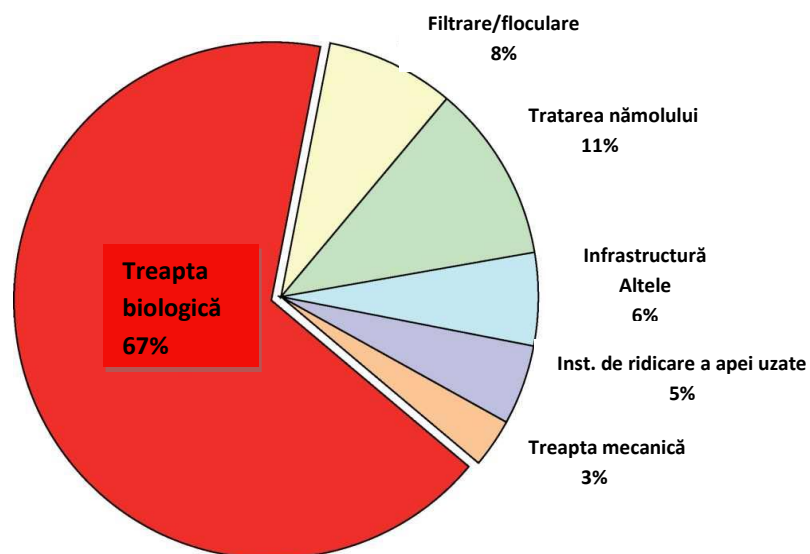


Fig. 3.1 Graficul de repartizare al consumului energetic total pe stație de epurare

Datorită aerării continue necesare, treapta biologică constituie principalul consumator de energie electrică din cadrul unei stații de epurare, în timp ce bazinele de fermentare reprezintă principalul consumator de energie termică, fapt ilustrat și în figura de mai jos (fig. 3.2)

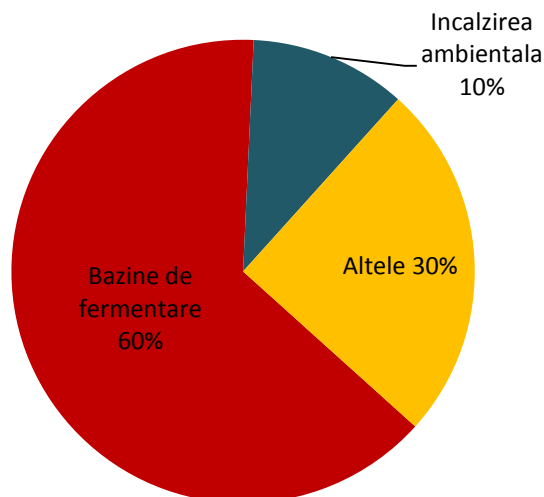


Fig. 3.2 Graficul de repartizare al consumului de energie termică

În cazul sistemelor cu stabilizare anaerobă a nămolului, necesarul anual de energie termică este aproximativ egal cu cel de energie electrică. Trebuie însă ținut cont și de faptul că de cele mai multe ori costurile de producere a energiei termice sunt mult mai scăzute decât de cele de producere a energiei electrice, energia termică necesară putând fi asigurată în cea mai mare parte din resurse proprii, în timp ce energia electrică mai puțin.

După cum s-a arătat mai sus, principalii consumatori de energie electrică din cadrul unei stații de epurare sunt acționările electrice ale diferitelor componente mecanice ale instalațiilor tehnologice, urmate fiind de instalațiile de măsură, comandă și control precum și de sistemele de transfer și stocare de date. Consumul de energie datorat iluminatului electric și instalațiilor de încălzire electrice este în majoritatea cazurilor irelevant.

Instalațiile de aerare sunt principalele consumatoare de energie electrică din cadrul stațiilor de epurare, atât în cazul stațiilor mici cu stabilizare aerobă a nămolului, unde de regulă consumul acestora reprezintă cca. 60 - 80 % din consumul total de energie, cât și în cazul stațiilor mari cu sisteme de stabilizare anaerobă, unde acesta reprezintă cca. 50 % din consumul total. Aceste consumuri variază totuși în limite largi, ele fiind influențate de factori precum: felul aerării (aerare sub presiune, aerare de suprafață), distribuția spațială a aeratoarelor în bazinul de activare, existența sau absența și tipul reguletoarelor de aerare, etc.

Un consum energetic considerabil revine de asemenea amestecătoarelor, pompelor de recirculare și utilajelor de ridicare, precum și instalațiilor de filtrare sau altor măsuri de igienizare (de ex. lămpi de UV) aplicate în cazuri speciale.

3.2 Îmbunătățirea eficienței energetice a stațiilor de epurare orășenești

Studiile efectuate pentru 23 de stații de epurare din Germania și Elveția au pus în evidență faptul că, consumurile specifice enumerate mai sus pot fi reduse cu

20 – 80%, în medie cu cca. 67% în cazul în care sunt utilizate echipamente cu consumuri energetice reduse [103]. Aceste consumuri pot fi deasemenea diminuate prin valorificarea sub formă de biogaz a maselor organice rezultate în urma fermentării anaerobe a nămolurilor de epurare.

Îmbunătățirea eficienței energetice a stațiilor de epurare orășenești poate fi asigurată prin măsuri precum:

- dimensionarea corectă a obiectelor tehnologice, în special pt. a se evita supradimensionările acestora și implicit a stației de epurare;
- reducerea influentului meteoric în stația de epurare prin utilizarea sistemelor separative de colectare a apelor uzate menajere;
- reducerea apelor străine provenite din infiltrații, cu scopul de a se asigura condiții optime proceselor biologice de eliminare a compușilor pe bază de azot și fosfor;
- alegerea unor tehnologii de epurare performante (de eficiență mare);
- alegerea unor echipamente cu fiabile din punct de vedere al consumului energetic;
- utilizarea de sisteme informatice de monitorizare și control, respectiv automatizarea proceselor tehnologice (SCADA);
- valorificarea energetică a nămolurilor organice prin producerea de biogaz pentru fermentarea nămolului, încălzit cu ajutorul centralelor termice și în stațiile de conversie, pentru producerea de energie termică, respectiv de energie electrică;
- valorificarea energiei termice rezultate din anumite procese ale ciclului de epurare sau a energiei termice conținute de apa uzată;
- uscarea și incinerarea nămolurilor rezultate cu valorificarea în paralel a energiei obținute;
- utilizarea în procesele tehnologice de energii regenerabile, cum ar fi energia solară, energia eoliană, energia termică și energia hidroelectrică de pe canalele de evacuare în emisar;

3.3 Factori de influență a consumurilor energetice din cadrul stațiilor de epurare

Eficiența energetică a unei stații de epurare este determinată de modul în care se asigură funcționarea separată sau în ansamblu a obiectelor sale componente. Deși diferă prin dimensiuni și tehnologii folosite, cea mai mare parte a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești au o schemă constructivă apropiată (fig.3.3).

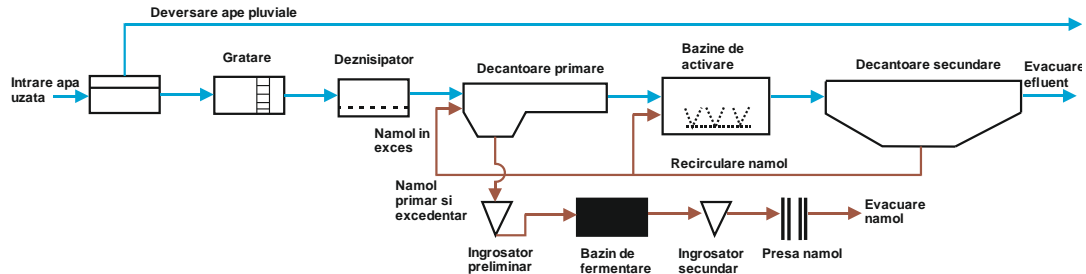


Fig. 3.3 Schema de principiu a unei stații de epurare

În fig. 3.3 este redată schema constructivă pentru o stație de epurare ce colectează apele uzate menajere de pe vatra unui centru populat. Evidențiem faptul că în ultimii ani au apărut o serie de echipamente/ instalații noi, mai eficiente în exploatare, utilizând tehnologii avansate, fiabile și cu randamente energetice ridicate.

În continuare vom enumera spre exemplificare câțiva dintre factorii de influență a nivelului de consum energetic al diferitelor utilaje, instalații și implicit etape ale procesului de epurare:

Bazine de aerare - nitrificare

- Sistemul de aerare (bule fine; bule medii; bule mari)
- Tipul instalațiilor de aerare (aeratoare cu ax orizontal sau vertical; cu tuburi și orificii)
- Amplasarea aeratoarelor
- Reglarea debitului și conținutului de oxigen
- Conținutul de substanță uscată în bazinul de activare (vârsta nămolului)

Bazine de denitrificare

Amestecătoare / Mixere

- Tipul
- Turația
- Randamentul
- Durata funcționării
- Gradul de denitrificare

Pompe (alimentare stație epurare; intermediare/repompare; evacuare; recirculare nămol)

- Tipul și mărimea pompei
- Randamentul pompei
- Fiabilitatea utilajului

Instalații conexe

- Îngroșătoare mecanice a nămolului excesiv
- Deshidratarea nămolului
- Ventilatoare
- Necesitatea tratării aerului evacuat (în situații speciale)

- Instalații pentru tratarea chimică – de fosforizare
- Instalații de încălzire electrice

Consumurile energetice sunt determinate de mărimea stației de epurare și de tehnologia utilizată pentru asigurarea condițiilor de calitate pentru apele deversate în emisarii naturali.

Obiectele tehnologice cu consumuri mari sunt: bazine de activare; stații de pompare la intrarea, intermediare și de evacuare;

Obiecte tehnologice cu consumuri reduse sunt: grătare; deznisipatoare cuplate cu separatoare de grăsimi; [14], [15], [16], [33], [68], [75].

3.4 Eficientizarea stațiilor de epurare prin reducerea consumurilor energetice

În funcție de caracteristicile influentului și de cerințele de descărcare în emisari, tehnologiile de epurare se pot constitui cu două sau mai multe trepte de epurare.

3.4.1 Epurarea mecanică (primară)

Treapta mecanică asigură epurarea apelor uzate prin procedee fizice și/sau chimice, cu ajutorul unor echipamente tehnologice constituite din: grătare, site, instalații pentru compactarea și deshidratarea reținerilor de pe grătare și site, deznisipatoare și separatoare de grăsimi cuplate, decantoare primare.

Metoda de epurare constă în reținerea suspensiilor mai grele decât apa (nisip, diferite particule solide) respectiv în flotarea celor mai ușoare decât apa (grăsimi, uleiuri). Consumul de energie electrică în cadrul acestei trepte de epurare este relativ mic. Grătarele, sitele, benzile transportoare și filtrele presă ating consumuri cuprinse între 0,5 – 1,5 Wh/m³ de apă uzată. Totuși se poate obține o eficientizare a acestei faze de epurare prin utilizarea unor grătare și site rotative, cum ar fi cele de tip ROTAMAT - HUBER (fig. 3.4) la care consumul de energie este mult mai scăzut decât la sistemele de curățire tip „Greifer” [107].

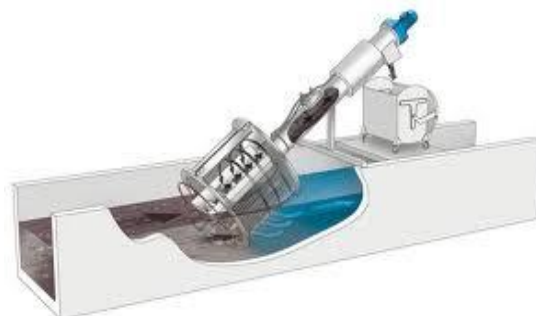


Fig. 3.4 – Familia ROTAMAT® - Fa. HUBER (www.huber.de)

Consumul de energie mai poate fi redus prin compactarea și deshidratarea reținerilor rezultate în incinte închise.

Deznisipatoarele asigură reținerea nisipului și pietrișului fin și altor particule care au trecut de sitele dese, asigurând o eliminare de până la 95% din firele de nisip cu diametru mai mare de 0,2 mm. Deosebim deznisipatoare longitudinale, deznisipatoare tangențiale cu sau fără agitator mecanic, deznisipatoare cu sau fără insuflare de aer (aerate sau neaerate), deznisipatoare cu sau fără insuflare de aer cuplate cu separatoare de grăsimi laterale. Deznisipatoarele tangențiale neaerate (fig. 3.5) cu agitator mecanic sunt mai compacte și au un consum mai redus de energie decât cele longitudinale cu aerare [75], [97], [107].



Fig. 3.5 – Deznisipator VorMax-HUBER (www.huber.de)

Insuflarea aerului la deznisipatoarele longitudinale necesită un consum energetic de 0,3 – 1,0 kWh/LE·a. Aerarea acestora poate fi diminuată sau chiar eliminată în cazul în care se procedează la o spălare eficientă a nisipului reținut cu ajutorul unor echipamente speciale de spălare prin care se elimină materia organică solidă, (20 – 50%), obținându-se astfel un nisip curat (max. 10%) apă, ce poate fi valorificat ca material de construcție sau material de umplutură. Prin spălarea eficientă a nisipului se reduce volumul reținerilor rezultate cu 50% sau chiar mai mult, ceea ce înseamnă reducerea costurilor de eliminare.

Tratarea chimică a apelor uzate menajere prin coagulare - floclare conduce la reducerea conținutului de substanțe organice de cca. 20 - 30 % permițând evitarea încărcării excesive a nămolului activat. Tratarea chimică cu clorură ferică se face cu scopul de a reduce sau elimina compușii de fosfor, iar polielectroliții sunt utilizați pentru tratarea nămolului reținut pe filiera tehnologică.

Decantoarele primare din cadrul treptei mecanice pot fi longitudinale, radiale longitudinale, verticale și etajate (fig.3.6).

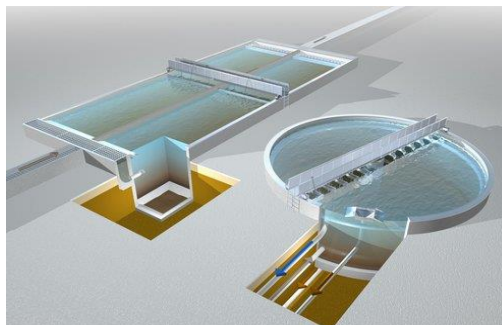


Fig. 3.6 Decantoare longitudinale și radiale longitudinale. (www.huber.de)

Decantoarele cu etaj și respectiv deznisipatoarele pot fi echipate cu dispozitive hidraulice de evacuare fără consum energetic suplimentar, evacuarea făcându-se prin efectul sarcinii hidraulice (1,0 – 1,5 m) [6], [16], [19], [23], [75], [97], [107].

În treapta de epurare primară, viteza cu care circulă apa este determinată de tipul obiectului (grătare, site, deznisipatoare, decantoare) iar timpul de parcurgere, în funcție de natura suspensiilor, este de 0,5 - 2 ore. Spumele și alte substanțe flotante (grăsimi, substanțe petroliere etc.) se rețin și se înlătură separat ("despumare") iar nămolul depus pe fund se colectează și se îndepărtează (gravitațional sau prin pompare) la bazinele de fermentare (metantancuri) sau pe platformele de deshidratare.

Consumul energetic al treptei primare este relativ redus. Racloarele și pompele de evacuare a nămolului au un consum energetic de cca. 0,1 kWh/LE·a. Dimensionarea corectă a obiectelor tehnologice din cadrul treptei mecanice se reflectă asupra consumului energetic, la nivelul întregii stații de epurare. Astfel: [33], [68], [95], [97], [103], [104].

- În absența unei epurări primare corespunzătoare, întreaga încărcătură organică ajunge în treapta de epurare biologică unde va fi transformată, cu un consum excesiv de curent, în apă și bioxid de carbon.
- În cazul în care epurarea primară este necorespunzătoare, masa organică care ajunge în treapta de epurare biologică va fi transformată în apă și dioxid de carbon, cu un consum excesiv de energie electrică, evidențiată și printr-o irosire a potențialului energetic al materiilor organice sub formă de biogaz.
- Pe timp uscat în treapta de epurare primară, când timpul de parcurgere este cuprins între 0,5 – 1,0 h se elimină cca. 20% din CBO_5 .
- La epurarea primară cu un timp de parcurgere de 2,0 h se elimină cca. 30% CBO_5 , aspect evidențiat prin oxidarea unei cantități mai mici de substanță organică, ceea ce determină un consum de energie mai redus în treapta biologică și o producție mai mare de biogaz în metantancuri (digestoare).
- Treapta primară cu un timp mare de parcurgere determină diminuarea consumului de energie electrică cu peste 50%, aspect care se impune a fi luat în considerare la proiectarea stațiilor de epurare prevăzute cu instalații de fermentare a nămolului reținut.
- Epurarea primară trebuie proiectată astfel încât să poată permite modificarea timpului de parcurgere, în vederea optimizării proceselor funcție de compoziția apelor de scurgere și de asigurarea unei eficiențe energetice maxime.

3.4.2 Epurarea biologică (secundară)

cuprinde complexul de operațiuni și faze tehnologice prin care materiile organice existente în apele uzate provenind din cele mai diverse activități antropice sunt transformate cu ajutorul unor culturi de microorganisme în produși de degradare fără nocivitate (CO_2 , H_2O , CH_4 și altele) și o biomasă celulară inofensivă. Procedul se bazează pe utilizarea substanțelor organice dizolvate și nedizolvate de

către microorganisme pentru înmulțire și conservare (menținerea proceselor biologice), ajungându-se în final la reducerea/eliminarea acestor substanțe [5], [98]. Compoziția și concentrația biomasei active, precum și randamentul de distrugere a substanțelor organice prin mineralizare sunt dependente de condițiile de mediu. O serie de parametri ai sistemului de epurare, cum ar fi concentrația oxigenului dizolvat, încărcarea cu nutrienți, temperatura, pH-ul, vârsta nămolului, prezența substanțelor toxice, reglează numărul microorganismelor și diversitatea speciilor, ceea ce implică o variație mare atât zilnică cât și sezonieră a calității nămolului activ [4], [5], [7], [19], [40], [59], [60], [98].

Deosebim două mari categorii de procedee biologice artificiale:

- Instalațiile cu „culturi libere”(pe pat mobil), în care cultura bacteriană este menținută în suspensie în cursul apelor uzate de tratat;
- Instalații cu „culturi fixe”(pe pat fix), unde cultura bacteriană (denumită și „biofilm”, „film biologic” sau „biomasă”) se sprijină pe un suport (piatră, plastic, mediu granular fin).
- Consumul de energie electrică al treptei de epurare biologică reprezintă 50 – 80% din consumul total al stației de epurare – deci eficiența energetică a stație depinde în mare măsură de construcția și concepția acesteia.
- Instalațiile simultane sau separate de stabilizare aerobă au un consum de 25 – 30 kWh/ LE·a.
- Treapta biologică cu nămol activat pentru eliminarea azotului, împreună cu treapta mecanică, necesită un consum de cca. 15 – 20 kWh/LE·a și permit asigurarea funcționării unor microtermocentrale pe bază de biogaz.
- Instalațiile de nitrificare cu filtre percolatoare consumă 7-10kWh/ LE·a iar contactoarele biologice rotative cu filtru imersabil (biodiscuri) au un consum de doar 2 – 4 kWh/ LE·a.
- Atunci când efluentul este utilizat pentru irigații în agricultură, eliminarea azotului și a fosforului nu mai este necesară. Instalațiile prevăzute numai pentru eliminarea substanțelor organice biodegradabile pe bază de carbon au un consum de cca. 10 kWh/ LE·a. [15], [33], [66], [68], [71], [97], [103], [104].

În cazul bazinelor cu nămol activat se recomandă luarea în considerare a următoarelor aspecte:

- Cantitatea cea mai mare de energie electrică este utilizată pentru aerare și mixare;
- Majorarea suprafeței specifice de contact interfazic prin dispersarea de bule fine ($d < 0,5$ mm) în masa de apă din bazin – adică utilizarea aera-toarelor cu bule fine – înseamnă un consum de energie redus față de cazul aeratoarelor cu bule mari sau a celor mecanice;
- Adâncimea de insuflare optimă, în cazul aeratoarelor cu bule fine, este de 4 - 6m;
- Intensificarea turbulenței are ca urmare majorarea coeficientului de transfer de masă și deci reducerea consumului de energie;
- Distribuirea uniformă a aeratoarelor pe fundul bazinelor duce la îmbunătățirea randamentului de oxigenare și implicit la reducerea consumului de energie;

- Utilizarea turbosuflantelor care au un consum energetic cu cca. 10 % mai mic decât cel al sulfantele cu piston rotativ;
- Corectarea automată în timp a concentrației de oxigen, a potențialului-Redox sau a concentrație de amoniu și de nitrați pentru economisirea de energie;
- Agitatoarele amenajate în zona anaerobă și anoxică a bazinelor de activare au consumuri energetice de 1,5 – 3,0 % W/m^3 , respectiv 1,5 – 3,0 kWh/LE·a;
- Este indicată reglarea automată a debitului pompelor de recirculare a nămolului prin utilizarea pompelor centrifuge cu turație reglabilă la care consumul energetic este de cca. 0,5 kWh/LE·a;
- Racloarele din decantoarele secundare împreună cu pompele de nămol în exces necesită un consum energetic de 0,15 kWh/LE·a. [4], [5], [23], [33], [40], [48], [66], [68], [97], [103], [104].

În principal se poate spune că, cu cât consumul de energie necesar pentru aerarea apei este mai redus, în condițiile asigurării unui grad de epurare dat, cu atât procedeul de aerare este mai avantajos. Eficiența de reducere sau eliminare a substanțelor organice prin procedeele cu nămol activat, variază între 60 și 98 % în funcție de tehnologia de epurare adoptată, de procedeele de aerare aplicate, cât și de caracteristicile apelor uzate [97], [103], [104].

O metodă modernă de epurare secundară a apelor uzate din centrele populate o reprezintă filtrele biologice aerate și bioreactoare cu membrană, în care se combină tehnologia nămolului activat cu filtrarea pe cărbune activ, sau prin membrane semiporoase (fig. 3.7).

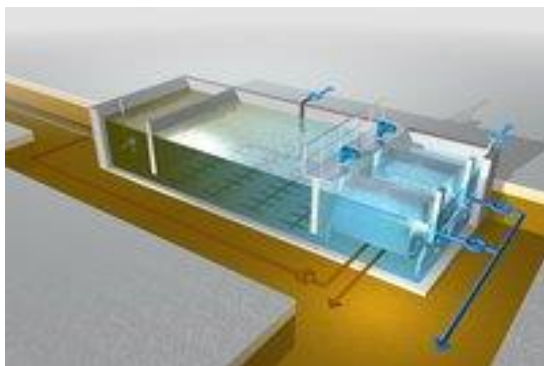


Fig. 3.7 Instalație de epurare biologică cu membrană (www.huber.de)

Această metodă permite eliminarea substanțelor coloidale și a celor dizolvate prin procese acestea fiind în parte supuse unui proces de oxidare cu formarea de bioxid de carbon, în parte supuse unui proces de metabolizare cu formare de biomasă și o parte absorbite de aceasta. Tehnologiile moderne prin care se asigură simultan eliminarea azotului și a fosforului se caracterizează prin următoarele atribute:

- Membranele filtrante rețin atât substanțele solide cât și bacteriile din apa uzată;
- Concentrația nămolului activat este de 3 - 5 ori mai mare, ceea ce conduce la o reducere cu 20 – 25% a capacității bazinului ;
- Consumul de energie electrică este de 40 – 80 kWh/ LE·a, din care cca. 50 % se consumă pentru funcționarea membranelor;

- Echipamentele de aerare cu membrane au un consum energetic cu cca. 10% mai mare față de echipamentele convenționale cu filtre de nisip și cu instalații pentru dezinfectie;
- Aceste tipuri de instalații se recomandă a fi utilizate în cazul în care se urmărește obținerea unui efluent de calitate deosebită sau în cazul în care spațiile disponibile sunt limitate. [14], [33], [55], [73], [97], [103], [104], [107].

3.4.3 Epurarea biologică-avansată (terțiară)

are rolul de a înlătura compușii „refractari”, în exces (de exemplu azot și fosfor), prin denitrificare și de a asigura dezinfectia apelor. Procedeele folosite sunt în funcție de specificul efluentului provenit din treapta secundară și pot fi:

- Metode biologice bazate pe: membrane biologice; câmpuri irigare; iazuri de stabilizare; bazine de denitrificare; filtrarea biologică.
- Metodele fizice bazate pe: microfiltrare; filtrare prin mase granulare.
- Metode fizico-chimice bazate pe: coagulare chimică; adsorbție; neutralizare; schimb ionic; reducere; oxidare.
- Metode speciale bazate pe: electroliză; dializă; osmoză inversă.

În vederea eliminării resturilor de materii solide în suspensie, CBO₅, CCOCr, N și P se folosesc următoarele procedee: filtrarea multistrat, filtrele de nisip fixe sau cu pat mobil și micrositele cu ochiuri de 0,01 – 0,1 mm. Aceste echipamente au consumuri energetice de cca. 1,0 – 2,0 kWh/a. De remarcat este faptul că eficiența microfiltrelor este mai mică decât cea a filtrelor de nisip. [6], [18], [47], [61], [97], [103], [104].

Echipamentele cu membrane asigură pe lângă epurarea biologică și o foarte bună filtrare. Tehnologiile bioenergetice înlocuiesc decantoarele primare cu o serie de digestoare conectate în serie sau în paralel cu scopul de a valorifica potențialul energetic al maselor organice din apele uzate. Apa uzată rezultată după bazinele de fermentare urmează filiera de epurare secundară, respectiv terțiară [5], [6], [18], [42], [47], [49].

3.4.4 Tratarea nămolurilor

Nămolurile de epurare reprezintă principalul deșeu al stațiilor de epurare. Cu cât apa uzată a fost mai bine epurată, cu atât cantitatea de nămol rezultată este mai mare. Pe lângă aceasta, cantitatea de nămol rezultat mai depinde și de numărul de locuitori racordați la sistemul de evacuare al apelor uzate. Gradul de racordare diferă de la o țară la alta, dar și între zonele urbane și rurale. În general putem considera o cantitate de 20 - 45 kg SU/om/an.

Nămolul din decantoarele primare și secundare este introdus în rezervoare de fermentație, numite metantancuri. De obicei este vorba de rezervoare de beton armat de dimensiuni mari, în care se asigură o temperatură relativ ridicată, constantă, și condiții anaerobe, care permit fermentarea bacteriilor din nămol și respectiv descompunerea substanțelor organice până la substanțe anorganice. Rezultă un nămol bogat în nutrienți și gaze care, conținând mult metan, se utilizează ca și combustibil.

Tratarea nămolurilor de epurare necesită doar 10 - 20 % din consumul de energie electrică, dar 80 - 90% din energia termică consumată în stațiile prevăzute cu metantancuri. Prin valorificarea în termocentrale a biogazului rezultat se obține o cantitate mult mai mare de energie electrică și termică decât cea necesară în procesele de tratare a nămolului. Volumul de energie termică în exces poate fi astfel utilizat la încălzirea clădirilor sau în procesele de uscare a nămolului. Mai mult de atât, prin incinerarea locală a nămolului poate fi produs atât curent cât și energie termică, care mai apoi poate fi utilizată la uscarea nămolurilor de epurare [14], [16], [31], [61], [75], [97], [99], [102], [103], [104].

Bilanțul energetic al stației de tratare a nămolurilor se va optimiza funcție de consumurile specifice următoarelor procedee în parte: filtrare, îngroșare, condiționare, deshidratare, uscare și incinerare.

Filtrarea se face în vederea eliminării substanțelor perturbatoare. Se recomandă în cazul în care grătarele și sitele din treapta mecanică nu sunt suficient de fine; când există pericolul colmatării echipamentelor de tratare (de ex. cazul schimbtoarelor de căldură) sau când substanțe străine perturbă procesele de tratare sau valorificarea a nămolului.

Îngroșarea reprezintă o metodă de concentrare a nămolului, având drept rezultat reducerea volumului și ameliorarea rezistenței specifice la filtrare. Cantitatea de energie economisită prin îngroșare este mult mai mare decât energia consumată de acest procedeu. Nămorile primare și secundare se vor îngroșa separat, pentru a reduce consumul de curent și agenți de coagulare.

- Îngroșătoarele statice necesită numai o cantitate redusă de energie electrică pentru prelucrarea nămolului primar și a nămolului stabilizat;
- Procedul de flotație de destindere permite îngroșarea nămolului secundar fără utilizarea de coagulanți, dar conținutul de substanță solidă va fi doar de 3 - 5 % la un consum de energie de 0,8 - 1,6 kWh/m³.
- Procedul cu centrifugare necesită un consum mai mare de energie (0,5 - 1,3 kWh/m³) și o tratare prealabilă cu coagulanți.
- Îngroșătoarele filtrante (de ex. cele centrifugale, cu melc sau cu discuri) necesită coagulanți, dar au un consum energetic de numai 0.2 - 0.4 kWh/m³.

În vederea stabilizării nămolurilor se practică următoarele tehnologii, cu și fără dezinfectie:

- Stabilizarea aerob-termofilă (SAT) este o metodă compactă, dar necesită un consum mare de energie electrică. Nămolul este dezinfectat.
 - Stabilizarea chimică înseamnă totodată și dezinfectie. Consumul de energie este redus. Această metodă are însă ca urmare creșterea volumului de nămol și implicit creșterea cheltuielilor de transport.
 - Fermentarea mezofilă necesită 1 kWh/LE·a curent și 14 kWh/LE·a pt. producerea de energie termică. Din valorificarea biogazului produs rezultă însă cca. 48 kWh/LE·a.
- [14], [16], [31], [61], [75], [97], [98], [99], [103], [104].

3.5 Eficientizarea energetică a stațiilor de epurare prin utilizarea surselor neconvenționale

Amplasamentul unei stații de epurare, prin natura sa, este locul ideal pentru „tehnologiile verzi”. Arealul unei stații de epurare oferă toate tipurile de resurse necesare: materie primă pentru producerea de biogaz, debit de apă necesar micro-hidrocentralelor, suprafețe întinse pentru implementarea tehnologiilor eoliene, solare sau fotovoltaice precum și posibilitatea amplasării unor pompe de căldură.

Având în vedere amplasarea lor în zonele limitrofe localităților, ele au marele avantaj că nu deranjează prin poluarea fonică rezultată de la diferitele agregate (motoare de co-generare, turbine eoliene etc.)

Astfel, sursele de energie neconvențională ce ar putea contribui la optimizarea energetică a oricărei stații de epurare sunt:

- Energia biomasei
- Energia solară – cu panouri solare care dau direct energie termică și panouri fotovoltaice care furnizează direct energie electrică;
 - Energie eoliană - prin intermediul turbinelor eoliene se obține direct energie electrică;
 - Energie geotermică – pompa de căldură care generează energie termică folosind căldura extrasă din pământ sau apă;
 - Energie geotermală – provenită din exploatarea apelor subterane calde;
- Energia cogenerativă – folosind biogazul produs în stația de epurare a apelor uzate în grupuri care dau direct energie electrică și termică simultan cu randamente superioare.
- Energia hidrolică – prin montarea unor centrale hidroelectrice de mică putere (CHEMP) pe canalul de deversare a apei epurate în emisar. [15], [22], [24], [34], [35], [63], [69], [96], [100], [106].

3.6 Eficientizarea energetică a stațiilor de epurare prin resurse proprii

Mărirea producției proprii de energie reprezintă un aspect esențial în cadrul optimizării globale a stațiilor de epurare. Energia ce poate fi obținută în cadrul stațiilor de tratare a apelor uzate provine în principal din substanțele organice conținute de apa uzată, din căldura apei uzate iar atunci când topografia zonei de colectare o permite, ea apare chiar și sub formă de energie hidrostatică. În funcție de condițiile cadru existente, o mare parte din necesarul de energie al unei stații de epurare poate fi acoperită din surse proprii.

Una dintre aceste surse, mai puțin utilizată în prezent, o constituie energia termică a apei uzate. O asemenea utilizare devine eficientă din punct de vedere economic numai în condițiile în care pe de o parte debitul de apă uzată pe timp uscat este de minim 15 l/s, iar pe de altă parte avem suprafețe radiante mari (de exemplu instalații de încălzire/calorifere) în imediata apropiere a canalului colector [76]. Dată fiind amplasarea stațiilor de epurare de obicei în afara zonelor construite, se recomandă extragerea energiei termice a apei uzate deja în canalizare, în apropierea consumatorilor de căldură, motiv pentru care nu vom trata aici acest subiect.

În cadrul stațiilor de epurare cu stabilizare anaerobă a nămolului principalul purtător de energie este gazul de fermentație. Acesta poate aduce un aport substanțial la acoperirea necesarului de căldură dar și de energie electrică al stației de epurare. Tocmai de aceea este esențială creșterea producției de biogaz prin luarea unor măsuri de optimizare funcțională dar și prin îmbunătățirea eficienței energetice la exploatarea gazului de fermentație.

În figura 3.8 este reprezentată evoluția producției de biogaz din apele uzate la 1000 LE, în Europa, la nivelul anului 2009, în care Germania ocupa primul loc cu 51,5%, în cadrul procesului de valorificare în energie a biomasei din apele uzate menajere [108].

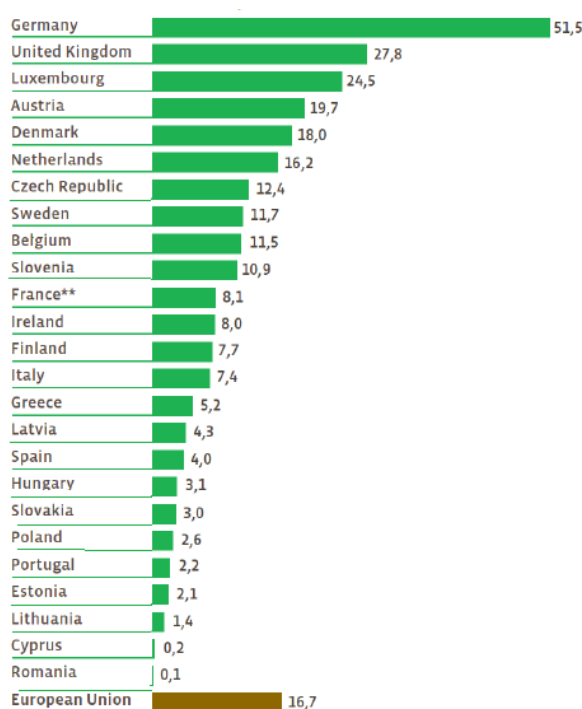


Fig.3.8 Producția de biogaz din apele uzate la 1000 LE în Europa la nivelul anului 2009.

Mărirea producției de gaze de fermentație se poate realiza prin intervenții țintite în procesele de epurare precum și prin îmbunătățirea condițiilor din metantancuri.

Una din posibilitățile de optimizare ar fi de exemplu extinderea duratei de staționare în treapta primară cu scopul creșterii cantității de nămol primar rezultat sau prin diminuarea îmbătrânirii nămolului, cu efect de scădere a gradului de mineralizare a acestuia. Aplicarea unor astfel de măsuri influențează însă funcționarea întregului sistem, impunându-se acordarea unei atenții deosebite proceselor de nitrificare și denitrificare.

O altă metodă de creștere a producției de biogaz o constituie îmbunătățirea circulației în metantancuri, o prelungire a duratei de fermentare, de exemplu prin preîngroșarea mai puternică și după caz, mărirea sau menținerea constantă a temperaturii din interiorul acestora. Cele mai multe turnuri de fermentare posedă o

rezervă substanțială de volum. Acesta poate fi utilizat pentru introducerea unor fermenți suplimentari, cu rol de maximizare a producției de biogaz.

Un aspect important în optimizarea energetică a stațiilor de epurare îl constituie nu numai creșterea producției de biogaz, ci și îmbunătățirea metodelor de valorificare a acestuia. Până nu de mult gazul obținut în urma procesului de fermentare era utilizat în exclusivitate pentru producerea de energie. În ultimii ani însă, s-a impus și utilizarea acestuia la generatoare combinate de căldură și putere (CHP - Combined Heat and Power), ceea ce asigură o creștere suplimentară de cca. 10 GWh_{el}/a [16].

Tabelul 3.3 prezintă rezultatele unui studiu efectuat în Baden – Württemberg [32]. Din 1 000 de stații de epurare, 269 practică stabilizarea anaerobă a nămolului de epurare. Dintre acestea, 197 de stații utilizează biogazul obținut pentru producere de energie electrică într-un generator combinat de căldură și putere (CHP). 77 de stații (aproximativ 30%) nu posedă generatoare CHP și ard gazul produs în cel mai bun caz pentru producere de energie termică. Vara însă, necesarul de energie termică fiind extrem de redus, se crează un exces de căldură, astfel devenind necesară arderea de pomană a biogazului produs [68].

Tabelul 3.3 - Stații de tratare producătoare de biogaz și utilizarea acestuia în Baden-Württemberg în funcție de mărime [32]

Mărime	LE	Număr de stații	Din care cu CHP	Din care fără CHP	Producția de biogaz	Capacitate instalată CHP	Producția energie electrică	Potențial al CHP noi
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[GWh/a]	[MW _{el}]	[GWh _{el} /a]	[MW _{el}]
Clasa 5	>100.000	38	35	3	329,3	17,2	68,2	1,5
Clasa 4	10.001 - 100.000	208	153	55	263,0	14,4	59,0	2,4
Clasa 3	5.001- 10.000	22	7	15	6,1	0,1	0,5	0,15
Clasa 2	1.000- 5.000	6	2	4	0,4	0	0	
Suma		274	197	77	598,8	31,7	127,7	4,05

Tabelul 3.4 - Stații de epurare producătoare de biogaz și utilizarea acestuia în Germania în funcție de mărime [112]

Mărime	Domeniul LE	Marime LE	Numărul de stații	Din acestea cu CHP	Producția de biogaz	Capacitatea de CHP instalată	Producere de energie electrică
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[GWh/a]	[MW _{el}]	GWh _{el} /a]
Cl. 5	>100.000	63.365.816	204	180	2 868	196,2	683,8
Cl. 4bc	50.001 - 100.000	18.078.542	241	202	770	64,4	154,6
Cl. 4a	10.001 - 50.000	19.059.092	656	388	786	33,7	118,0

Cl. 3	5.001-10.000	523.832	62	16	53	1,9	6,5
Cl. 2	1.000-5.000	84.020	30	8	33	2,2	7,6
Cl. 1	< 1 000	9.125	19	5	19	1,6	4,2
Suma		101.120.427	1 212	799	4 529	300,0	974,7

Deci, în primul rând ar trebui să se urmărească utilizarea completă a biogazului, lucru posibil în ziua de azi prin transformarea sa în energie electrică și utilizarea concomitentă a energiei termice evacuate prin utilizarea generatoarelor combinate de căldură și putere.

Un alt aspect urmărit în optimizarea energetică a stațiilor de epurare îl constituie mărirea randamentului de producere a energiei electrice din biogaz. Pe lângă îmbunătățirea generatoarelor combinate de căldură și putere, de exemplu prin integrarea unor sisteme ORC (Organic Rankine Cycle) [35], pot fi utilizate și tehnici noi de conversie a energiei cum ar fi pila de combustie electrochimică. Aceasta este o celulă galvanică care convertește energia chimică stocată în gaz, direct în curent și căldură, având în unele cazuri un randament în energie electrică mai ridicată decât CHP-urile. Teoretic o asemenea pilă de combustie poate avea un randament de până la 80%, însă randamentul real în cazul utilizării în cadrul stațiilor de epurare este de 40 -55% [35], [104]. Estimări ale potențialului acestora indică posibilitatea măririi substanțiale a producției de energie electrică. Totuși ele nu s-au putut impune încă, datorită prețului lor relativ ridicat în comparație cu tehnologiile convenționale. Acest lucru s-ar putea însă schimba pe viitor, odată cu creșterea experienței și necesităților.

În timp ce pila de combustie chimică se găsește deja în stadiu de testare în mai multe stații de epurare, pila de combustie micorbiană se află încă la nivel de teorie/cercetare. Aceasta utilizează microorganisme ca bio-catalizator pentru convertirea energiei chimice a unui substrat, în energie electrică. Teoretic aceasta reprezintă un considerabil potențial de producere de energie electrică din apă uzată.

3.7 Metodologia de analiză sistematică a posibilităților de reducere a cheltuielilor de exploatare ale stațiilor de epurare

Având în vedere complexitatea proceselor tehnologice și a instalațiilor specifice unei stații de epurare, respectiv multitudinea factorilor ce pot influența bunul mers al lucrurilor în cadrul stațiilor de epurare, am considerat a fi utilă elaborarea unei metodologii de analizare sistematică a potențialului de optimizare a funcționării unei stații de epurare.

Dacă în trecut accentul se punea mai ales pe optimizarea proceselor în vederea îmbunătățirii calității efluentului, creșterea bruscă a prețurilor la energie, importanța crescândă a utilizării energiilor regenerabile și obiectivele de reducere a emisiilor de CO₂ impun astăzi un interes sporit față de optimizarea energetică a stațiilor de epurare a apelor de scurgere.

Odată cu stabilirea legislativă a eficienței energetice drept criteriu de performanță al tehnologiei de tratare a apelor (Directiva 2012/27/CE), acestea i se

acordă o importanță din ce în ce mai mare în cadrul procedurilor de optimizare durabilă a stațiilor de epurare [22], [23], [24], [96], [106].

În prezent tratarea apelor uzate municipale, cu respectarea calității efluentului rezultat (conform prevederilor legale ale legislației românești în vigoare: NTPA 001/2005 și cele ale Comunității Europene: Directiva 271/11 mai/1991), necesită un consum substanțial de energie, mai ales sub formă de energie electrică [77], [96]. Ținând cont de faptul că, consumurile energetice pot reprezenta 20 – 40 % din costurile totale de funcționare ale unei stații de epurare, creșterea eficienței energetice, în scopul reducerii consumului de energie a devenit o prioritate majoră a sectorului apelor uzate.

Prin aplicarea diferitelor soluții posibile, stațiile de epurare pot deveni independente, sau măcar eficiente din punct de vedere energetic. Cum? – Prin alegerea unor soluții inteligente și combinarea diferitelor procese și tehnologii, pe baza analizelor energetice realizate. Măsurile de economisire a energiei, de creștere a eficienței energetice și de utilizare a energiilor regenerabile reprezintă mijloacele de optimizare durabilă a stațiilor de epurare.

Evaluarea potențialului de optimizare se va face la nivelul întregii stații de epurare, urmând ca implementarea măsurilor propuse să se realizeze etapizat, funcție de prioritatea acestora. Numai analizând situația la nivel global putem:

- asigura exploatarea la maxim a potențialului de eficientizare;
- reduce costurile cu energia prin optimizarea consumurilor;
- reduce valoarea investițiilor, costurile aferente unui ansamblu de măsuri fiind mai scăzute de cât suma costurilor ce ar reveni unor măsuri individuale;
- minimizeza timpul în care funcționarea stației de epurare este afectată datorită intervențiilor sau implemetării unor măsuri individuale.

În principiu, eficientizarea energetică a unei stații de epurare va urmări în primul rând măsuri de reducere a necesarului de energie, de utilizare a întregului potențial de producere de energie electrică și termică din biogazul rezultat prin fermentarea anaerobă a nămolului de epurare, dar și de utilizare a energiei termice reziduale și de folosire eficientă a energiei externe necesare.

Funcție de situația inițială și de posibilitățile existente se poate recurge doar la o verificare grosieră / evaluare generală a situației sau la o analiză detaliată.

Se recomandă a se face o analiză detaliată atunci când este planificată o reabilitare sau extindere a stației de epurare dar și când se dorește doar eficientizarea energetică prin măsuri de reducere a consumurilor energetice sau creștere a gradului de valorificare a biogazului produs. Analiza detaliată arată care ar fi măsurile concrete de optimizare energetică și care ar fi costurile de implementare a respectivelor măsuri, constituind astfel un sprijin considerabil pentru operator în luarea deciziilor de investiție [75], [97], [100], [103].

Evaluarea generală (analiză grosieră) are ca scop investigarea simplă și rapidă a potențialului energetic al stației de epurare, urmată de recomandări referitoare la acțiuni ulterioare, recomandări făcute în urma evaluării rezultatelor obținute și a posibilităților efective de intervenție funcție de situația dată. Evaluările generale / grosiere se fac de obicei în scopul autoevaluării operatorului. Pe baza lor se pot identifica aspectele deficitare, fără a putea însă identifica cauzele acestora și nici obține informații detaliate care să permită intervenții majore.

O analiză grosieră comportă în general 3 etape:

1. Cercetarea situației existente
 - colectare de informații și date,
 - vizitarea SE,
 - înregistrarea și descrierea situației efectiv existente.
2. Evaluare
 - stabilirea criteriilor de evaluare energetică,
 - calculul potențialului energetic,
 - enumerarea posibilităților constatate.
3. Raportare
 - întocmirea unui scurt raport asupra situației constatate și a măsurilor recomandate,
 - prezentarea orală a rezultatelor obținute.

Analiza detaliată are ca scop elaborarea unui pachet de măsuri de optimizare a stației de epurare și a informațiilor privitoare la eficiența economică a acestora. Analiza servește operatorului în luarea deciziilor cu privire la realizarea măsurilor imediate, respectiv a finanțării acestora, dar și a planificării măsurilor pe termen scurt. Din ea trebuie să rezulte clar economiile de energie realizabile, volumul investițiilor necesare și rentabilitatea pachetelor de măsuri propuse în ipoteza îndeplinirii criteriilor de eficiență energetică impuse.

Comparativ cu analiza grosieră, analiza detaliată necesită un studiu mult mai aprofundat al situației. Etapele analizei detaliate sunt:

1. Cercetarea situației existente
 - colectare de informații și date,
 - vizitarea SE,
 - efectuarea de măsurători (dacă sunt necesare) ,
 - înregistrarea sistematică și detaliată a consumatorilor de energie,
 - înregistrarea măsurilor de eficientizare realizate sau planificate,
 - enumerarea posibilităților de eficientizare energetică,
 - întocmirea bilanțului energetic (en. electrică și en. termică),
 - stabilirea valorilor specifice ideale,
 - evaluarea situației existente,
 - analizarea rezultatelor intermediare.
2. Identificarea de măsuri individuale
 - enumerarea măsurilor individuale propuse,
 - descrierea succintă a fiecărei măsuri propuse,
 - evidențierea potențialului de economisire energetică,
 - evidențierea investițiilor necesare,
 - evidențierea rentabilității implementării măsurii, pe baza raportului cost/beneficiu.
3. Propunerea unor pachete de măsuri
 - întocmirea unor pachete de măsuri etapizate în timp,
 - evidențierea potențialelor economii, costuri și rentabilități pe pachet de măsuri,

3.7 – Met. de analiză sistematică a posibilităților de reducere a cheltuielilor în SE 43

- întocmirea bilanțului energetic corespunzător situației optimizate,
- evaluarea situației optimizate prin compararea rezultatelor cu cele ideale

4. Raportare

- elaborarea unui raport cu privire la măsurile propuse,
- prezentarea rezultatelor obținute.

În vederea efectuării unei analize energetice exacte este necesară în primul rând definirea cât mai detaliată și evaluarea situației consumurilor energetice efective a componentelor stației de epurare precum și a sistemului în ansamblul său. Principalele mărimi ce urmează a fi analizate în cadrul evaluării generale sunt redată în tabelul de mai jos:

Tabelul 3.5

Mărimă	Simbol	Unitate de măsură
Toate SE		
Consumul total de energie electrică	E_{tot}	kWh/an
Numărul de locuitori echivalenți	LE	
SE cu instalație de activare a nămolului		
Consumul de energie electrică necesar aerării bazinelor de activare	E_{aer}	kWh/an
SE cu instalații de fermentare a nămolului		
Valoarea medie anuală a producției de biogaz	V_{bg}	l_N/zi
Producția anuală de energie electrică	E_{el}	kWh/an
Cantitatea zilnică de nămol de epurare	$Q_{nămol,zi}$	m^3/zi
Concentrația de substanță uscată la intrarea în metantancuri	$SU_{nămol}$	kg/m^3
Cotă procentuală de substanță organică solidă la intrarea în metantancuri	$SUo_{nămol}$	%
Cantitatea necesară de energie termică externă	$E_{term, ext}$	kWh/an
Stații de pompare		
Consumul energetic al pompelor	E_p	kWh/an
Înălțimea manometrică de pompare	h_{man}	m
Volumul pompat	V_p	m^3/an

Pentru efectuarea analizei detaliate vom avea însă nevoie de mult mai multe date de operare. Colectarea și evaluarea acestora se va face pe o perioadă de minim 1 an. Datele necesare sunt cele referitoare la [75], [103]:

- epurarea apelor uzate
 - date referitoare la încărcările influentului (Q_{zi} , CCCO, C_N , C_P),

- date referitoare la încărcările apei uzate la intrarea în treapta biologică (Q_{Ziv} , CCCO, C_N),
- concentrațiile de evacuare din treapta biologică (CCCO, C_N , C_P , SNH_4 , SNO_3 , SPO_4),
- concentrația oxigenului din bazinul de activare,
- raportul de recirculare al nămolului,
- conținutul de substanță solidă în bazinul de activare SUBA;
- tratarea nămolului:
 - nămol excedentar: cantitate, SU, SUo,
 - nămol primar: cantitate, SU, SUo,
 - nămol de fermentare: cantitate, SU, SUo,
 - temperatura din metantancuri, T_{BF} ;
- gazul de fermentare:
 - cantități, compoziție, utilizare;
- consumurile energetice:
 - consum total anual de energie electrică,
 - consum total anual de energie termică,
 - achiziția de energie electrică, carburanți, gaz;
- necesarul de energie termică:
 - pt. încălzirea clădirilor,
 - pt. încălzirea bazinelor de fermentare;
- instalații și utilaje (grătare și site, racloare, amestecătoare, pompe, suflante, compresoare, prese, etc.)
 - tipul,
 - anul de fabricație,
 - ore de funcționare pe an,
 - randament nominal,
 - automatizare, etc.
- agregate de valorificare a biogazului:
 - modul de utilizare (încălzire, generatoare termo-electrice, microturbine pe gaz),
 - tipul agregatelor,
 - valoare energetică,
 - randament electric, resp. termic,
 - producția de energie;

Pe baza acestor date se va face o evaluare a situației existente, respectiv un bilanț energetic actual, separat pentru consumurile de energie electrică și pentru cele de energie termică. Acest bilanț are la bază valorile energetice măsurate, corespunzătoare instalațiilor componente ale stației de epurare.

Pentru situațiile în care nu se pot face măsurători directe, se va recurge la evaluarea matematică a acestora iar apoi se va trece la compararea valorilor obținute cu cele ideale (din literatura de specialitate), pentru a identifica obiectele/instalațiile la care s-ar putea interveni cu măsuri de optimizare. Aceste comparații au totuși doar rol orientativ, deoarece chiar și atunci când valorile obținute se încadrează în limita ideală, ele mai pot fi îmbunătățite. Se va întocmi o listă de propuneri, care urmează a fi discutate cu operatorul stației de epurare pentru a stabili care dintre acestea ar putea fi puse în practică.

Optimizările se pot face în primul rând prin modificarea parametrilor de funcționare (ore de pompare, înălțimi de pompare, nivel de aerare, etc) și în al doilea rând prin înlocuirea de obiecte tehnologice cu altele mai eficiente energetic (motoare cu consum de curent mai redus, pompe cu randament mai ridicat, sisteme de aerare mai performante etc).

Pentru optimizarea în domeniul energiei termice, determinanți sunt în primul rând marii consumatori, cum ar fi treapta de stabilizare anaerobă a nămolului de epurare, încălzirea spațiilor și, dacă este cazul, instalațiile de uscare a nămolului.

Însă „optimizare” nu înseamnă doar reducerea de consumuri, ci și creșterea producției proprii de energie – prin valorificarea biogazului, recuperarea de energie termică din cadrul unor curenți parțiali sau utilizarea altor surse de energie regenerabilă.

În cadrul considerațiilor cu privire la optimizarea stațiilor de epurare ar putea fi util să analizăm posibilitatea unor modificări tehnologice, mai ales în situația în care se pune problema înlocuirii unor instalații/componente esențiale ale sistemului sau atunci când caracteristicile/compoziția apei uzate ce intră în stația de epurare a cunoscut modificări semnificative față de cele luate în considerare la proiectarea stației.

Etapa următoare cuprinde elaborarea măsurilor individuale concrete și, respectiv, a pachetelor de măsuri, inclusiv calculul costurilor aferente. Măsurile propuse trebuie să fie realizabile din punct de vedere tehnic și să respecte condițiile de calitate din punct de vedere al epurării (tehnice și legislative).

Pentru a putea evalua oportunitatea implementării unei măsuri propuse, se vor pune în balanță cheltuielile necesare (costuri anuale de investiție, costuri de operare modificate, costuri de personal) cu economiile obținute (costuri cu energia, reducerea mijloacelor de producție, etc). În acest scop se poate recurge la metoda „Comparației dinamice de costuri”. În varianta restrânsă a acestei metode se vor lua în considerare durata de exploatare, cheltuielile anuale (de investiții și de exploatare) și profitul anual. O măsură poate fi considerată a fi rentabilă atunci când raportul cost/beneficiu este mai mic sau egal cu 1 ($C/B \leq 1$).

Odată identificate măsurile de optimizare ce se recomandă a fi puse în aplicare, se va trece la prioritizarea acestora după cum urmează:

- **măsuri imediate** - sunt măsuri ce pot fi implementate în timp foarte scurt, cu efort minim (sunt caracterizate de un raport cost/beneficiu bun, cheltuielile de proiectare sunt foarte reduse sau chiar inexistente, pot fi puse în aplicare destul de simplu și independent de alte măsuri)
- **măsuri pe termen scurt** - sunt măsuri ce pot fi puse în practică în cadrul unor măsuri de reabilitare sau extindere a stației de epurare, într-un timp relativ scurt. Ele pot necesita măsurători suplimentare și o analiză mai aprofundată în cadrul proceselor de proiectare.
- **măsuri de perspectivă** - sunt măsuri care, datorită unui raport cost/beneficiu nefavorabil, deseori vor putea fi puse în practică abia cu ocazia altor intervenții de mai mare anvergură (reparații, modificări constructive sau construcții noi). În cazul unor astfel de măsuri se recomandă a se lua în considerare evoluția în timp a prețurilor și, respectiv, costurilor pe termen mediu.

Rezultatele obținute urmează a fi prezentate sub formă sintetică, cu evidențierea:

- potențialului de economisire în kWh/an și €/an,

- cheltuielilor necesare în € și €/an, și
- raportului cost/beneficiu.

Metodologia prezentată se dorește a fi un instrument util studiilor de eficientizare tehnico-economică a funcționării stațiilor de epurare. Verificarea rezultatelor obținute în urma implementării măsurilor propuse face și ea parte din procesul de eficientizare. În acest scop se va recurge la o evaluare grosieră (după metoda descrisă mai sus) a situației rezultate în urma eficientizării. În cazul în care au fost implementate mai multe măsuri simultan s-ar putea să fie necesară o detaliere a analizei funcție de situația concretă.

Calcul de rentabilitate

Eficiența economică a implementării unei măsuri nu poate fi evaluată doar pe baza costurilor de investiție ci trebuie apreciată în urma unei analize globale a tuturor costurilor implicate. Aceasta înseamnă că va trebui ținut cont atât de costurile de investiție cât și de cele de exploatare și cele energetice, aferente întregii durate de viață. În acest scop se va recurge la metoda analizei cost/beneficiu. [2], [75], [103], [94].

Pentru a determina rentabilitatea măsurilor propuse se va compara totalitatea costurilor anuale medii aferente măsurii analizate, pe întreaga sa perioadă de viață, cu totalitatea beneficiilor anuale.

Costurile anuale rezultă din costurile de capital aferente măsurii suplimentare și costurile de exploatare (cheltuieli de întreținere, cheltuieli de personal, alte cheltuieli suplimentare).

Beneficiul anual rezultă din economisirea de energie și eventual alte economii de cheltuieli de exploatare.

Costurile capitalului aferente investițiilor planificate se vor calcula cu o anuitate (factor de recuperare a capitalului) ce depinde de rata dobânzii și durata de exploatare a respectivelor utilaje/instalații [94].

$$CRFAC(i;n) = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (3.1)$$

unde : i - rata dobânzii
 n - durata de exploatare

În vederea aprecierii rentabilității unei măsuri se va apela la raportul cost/beneficiu, raport ce poate fi calculat după cum urmează [94]:

$$\frac{C}{B} = \frac{C_i + C_e}{B_{ee} + B_{eo}} \quad (3.2)$$

$$\text{Iar:} \quad C_i = I \times CRFAC(i;n) \quad (3.3)$$

unde: C - costuri anuale
 C_i - costuri anuale ale capitalului
 C_e - costuri anuale de exploatare
 B - beneficiu anual
 B_{ee} - beneficiu anual prin economisirea de energie
 B_{eo} - beneficii anuale prin economisire de alte cheltuieli de operare
 I - investiția.

3.7 – Met. de analiză sistematică a posibilităților de reducere a cheltuielilor în SE 47

Scopul urmărit este acela de a implementa pachete de măsuri ce asigură o economisire energetică cât mai mare în condițiile în care rămân rentabile din punct de vedere economic, fiind caracterizate de un raport cost/beneficiu $C/B \leq 1$.

Criterii de evaluare energetică

Scopul analizei este evaluarea simplă și rapidă a situației energetice globale a stațiilor de epurare. Aceasta se poate face pe baza unor criterii de evaluare predefinite, respectiv a unor valori caracteristice ce pot fi comparate cu valorile specifice medii corespunzătoare. Principalele mărimi energetice caracteristice unei stații de epurare sunt redată în tabelul de mai jos [108]:

Tabelul 3.6 - Mărimi energetice caracteristice unei SE

Denumire	Simbol	UM	Formulă	Definiții
Stații de epurare				
Consum specific energie electrică, total	$E_{sp,t}$	kWh/(LE·a)	$E_{sp,t} = E_t / LE_{CCO}$	E_t Consum total de en. electrică (kWh/a) LE_{CCO} Nr. locuitori echivalenți corespunzător 120g CCO/(LE·zi)
Consum specific energie electrică, aerare	$E_{sp,a}$	kWh/(LE·a)	$E_{sp,a} = E_a / LE_{CCO}$	E_a Consum aerare bazin de activare (kWh/a)
Stații cu treaptă de epurare biologică cu producere de biogaz				
Grad de utilizare biogaz	$C_{u,bio}$	%		
Producția specifică de biogaz per kg SUorganică	$V_{sp,SUo}$	l/(kg SUo)	$V_{sp,SUo} = Q_{bg} / m_{SUM}$	Q_{bg} Producția medie anuală de biogaz m_{SUM} Cantitatea medie de S_{Uo} introdusă în metantancuri
Producția specifică de biogaz per LE	$V_{sp,LE,bg}$	l/(L·zi)	$V_{sp,LE,bg} = Q_{bg} / LE_{CCO}$	
Grad de convertire biogaz în energie electrică (randament grup termo-electric)	η_{el}	%	$\eta_{el} = E_{ge} / E_{bg}$	E_{ge} Producția anuală de en. electrică a generatoarelor electrice, resp. antrenarea directă a agregatelor (kWh/a) E_{bg} Valoarea calorică corespunzătoare producției anuale de biogaz, $E_{bg} = Q_{bg} \cdot Q_i$ (kWh/a) Q_i = puterea calorică biogaz 6,4 kWh/m ³
Grad de acoperire a necesar. propriu de energ. electrică	$C_{a,el}$	%	$C_{a,el} = (E_{ge} / E_{tot}) \cdot 100$	E_{tot} Consum total de en. electrică (kWh/a)
Grad de acoperire a necesar. propriu de energie termică	$C_{a,t}$	%	$C_{a,t} = E_t / LE$	E_t Energie termică introdusă kWh/a
Stații de pompare				
Consum specific energie electrică, stație pompare de alimentare	$E_{sp,palim}$	Wh/(m ³ ·m)	$E_{sp,palim} = E_p / (Q_p \cdot h_{man})$	E_p Consum el.stație de pompare (Wh/a) Q_p Debit de pompare (m ³ /a) h_{man} Înălțime de pompare (m)

4. STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE

4.1 Studiu de caz I. – efectuat pe o stație de epurare din Germania – 50.000 LE

Localitatea A aflată în sudul Germaniei are un număr de 24.000 locuitori, activitatea economică predominantă fiind industria alimentară, urmată de comerț și turism. Localitatea beneficiază de un sistem de canalizare unitar, care acoperă întreaga vatră a localității.

Fig. 4.1.1 S Stația de epurare A

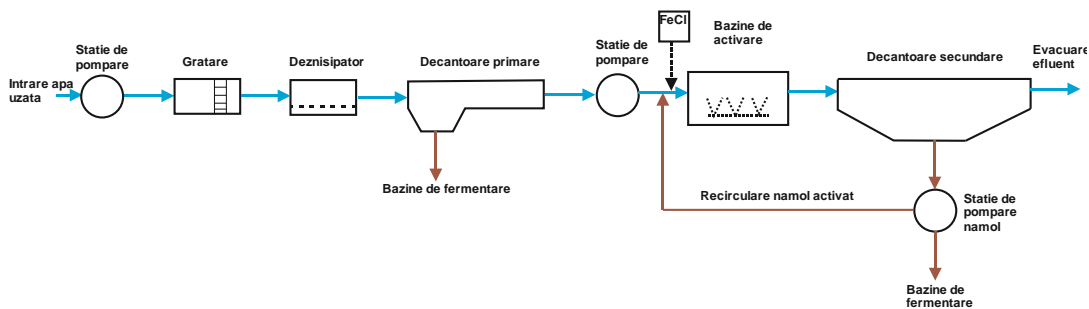


Stația de epurare a localității A a fost construită în anul 1972, cu o capacitate de 30.000 LE, ca și stație de epurare mecono-biologică dotată cu o instalație cu nămol activ cu stabilizare anaerobă separată a nămolului. În anul 1984 a fost construită o instalație de deshidratare a nămolului, iar în 1995 a fost adăugată o instalație de precipitare a fosfaților. În perioada 1995 – 1997 a avut loc modernizarea (treaptă terțiară) și extinderea SE la 50.000 LE, urmată de o rețehnologizare impusă de necesitatea respectării cerințelor europene referitoare la eliminarea azotului și a fosforului. Apoi, în anul 2003 s-a efectuat o reabilitare a bazinului de fermentare a nămolului; a fost înnoit schimbătorul de căldură precum și o parte a instalației de gaze.

Caracteristic pentru stația de epurare este o încărcare industrială mare, datorită abatorului și fabricii de prelucrare a legumelor localizate în perimetrul orașului. De menționat este faptul că fabrica de prelucrare a legumelor lucrează sezonier, din luna iulie până în luna decembrie sau ianuarie a următorului an. Ținând cont de acest aspect, se poate afirma că, pretraterea apelor reziduale industriale reprezintă o componentă importantă a modelului conceptual al stației de epurare. Din jurnalele de exploatare a stației de epurare rezultă că încărcarea reală medie actuală corespunde unui număr de 37.000 locuitori. Cantitatea de apă reziduală anuală a fost de aproximativ 2,1 milioane mc în anii 2011 și 2012.

4.1.1 Descrierea procesului tehnologic

Stația de epurare A funcționează după următoarea schemă tehnologică:



Procesul tehnologic de epurare al apelor uzate orășenești cuprinde treapta de epurare mecanică, treapta de epurare biologică și tratarea nămolului, componentele stației de epurare fiind următoarele:

A. Epurarea mecanică a apelor uzate orășenești

A.1. Stația de pompare

Stația de pompare este compusă din 3 pompe transportoare elicoidale cu melc (firma Ritz-Atro), înălțimea de pompare fiind de 4,5 m. Două dintre acestea au un diametru de 0,8 m și o putere de ridicare de maxim 105 l/s iar a treia are un diametru de 0,5 m la o putere de ridicare de 70 l/s.

Stația de pompare a fost construită odată cu stația de epurare, în anul 1972, și nu a suferit modificări de atunci. Singurele intervenții necesare au fost: înlocuirea rulmenților, jgheaburilor și cuvelor în anul 2005.

Dintre cele trei pompe, doar pompa principală funcționează în regim permanent, celelalte două pompe fiind puse în funcțiune doar atunci când nivelul de apă uzată de la baza melcului depășește un anumit nivel (măsurare cu Echolot-ul). Pompele nu au posibilitate de reglare a debitului (continuu sau în trepte).

Având în vedere că s-a urmărit stabilirea consumurilor energetice, trebuie menționat faptul că, mai există o stație de pompare în afara arealului stație de epurare, care se alimentează însă tot din instalație stației studiate. De aceea vom ține cont și de necesarul energetic al acesteia. Pentru această stație de pompare nu există însă măsurători cantitative.

A.2. Grătare și site

Din 1990 treapta mecanică a constat dintr-o instalație de grătare fine, având o distanță de 10 mm între barele grătarului. Însă datorită colmatărilor frecvente apărute în etapa de tratare a nămolurilor, din cauza acumulărilor de fibre și material grosier, aceasta a fost înlocuită în 2012 cu o instalație automată de sitare ROTAMAT® Ro2 produsă de firma Huber, deschiderea interspațiilor acesteia fiind de doar 4 mm. Noul echipament are rolul de a separa, spăla și compacta materiile grosiere și fibroase din apele uzate deversate. Materialul reținut și evacuat aici are un conținut de până la 40% substanță uscată.

După instalația de sitare este dispus un canalul Venturi pentru măsurarea debitului apei uzate.

A.3. Deznisipator combinat cu separator de grăsimi

Bazinul de deznisipare și separe a grăsimilor are un volum util de 194 m³, având următoarele caracterisitici dimensionale: L = 27,0 m; l = 2,1 m; h = 3,43 m. Aici are loc decantarea nisipului pe fundul bazinului și separarea prin flotație a grăsimilor, printr-o barbotare puternică. Nisipul decantat se separă apoi de nămol într-o instalație de clasare a nisipului (separator ciclonic) fiind apoi evacuat (deponie). Tratarea ulterioară a grăsimilor separate se face în digestoare. Nefiind posibilă determinarea cantitativă exactă a grăsimilor separate aici, se va lua în considerare o cantitate de 250l/zi, corespunzătoare aprecierii făcute de personalul stației.

Echipamentul de aerare al deznisipatorului provine din 1972. Inițial separatorul de nisip și grăsimi și bazinul de activare au beneficiat de aceeași stație de compresoare. La ora actuală, datorită schimbării de tehnologie acest lucru nu mai este posibil.

Podul raclor pentru îndepărtarea nisipului este prevăzut cu un motor de 0,5 kW și o pompă rotativă cu lopeți de 3,3 kW. În lunile de vară funcționează în regim permanent, iar în cele de iarnă doar 8 h/zi.

A.4. Decantoare primare

Decantarea primară reprezintă ultima fază a treptei mecanice de epurare a apelor uzate și se realizează în două bazine de tip orizontal longitudinal, având un volum de 400 m³ fiecare. Caracteristicile dimensionale ale bazinelor sunt: L = 35,4 m; l = 4,9 m; h = 2,3 m. În aceste bazine se introduce și nămolul activ în exces rezultat din treapta biologică, nămol care se va sedimenta odată cu nămolul primar. Nămolul brut separat precum și materiile plutitoare sunt transportate direct în bazele de fermentare (metantancuri).

Randamentul decantării primare este relativ mare, fiind de 30 % pentru CBO și 33 % pentru COD (valori medii corespunzătoare situației în care ambele decantoare sunt în funcțiune). S-a încercat anularea unui bazin decantor, însă au apărut probleme în funcționare în cazul adăugării de nămoluri "străine", provenite de la alte stații de epurare. Randamentul decantării primare s-a dovedit a fi insuficient în acest caz, fapt pentru care s-a decis utilizarea permanentă a ambelor bazine.

Instalațiile de raclare ale celor două bazine funcționează în regim permanent. Agregatele utilizate provin din anul 1972 (producător: Landustrie GmbH). Singurele agregate care au fost înlocuite de atunci sunt motoarele de antrenare a lamelor raclare (cu cca. 5 ani în urmă) (SEW).

A.5. Stația intermediară de pompare

Pentru ridicarea apelor uzate în bazinul de activare, în anul 1995 a fost construită o stație intermediară de pompare. Datorită unor probleme operaționale din anii 2004 și 2010, pompele elicoidale, folosite inițial, au fost înlocuite succesiv cu pompe submersibile (tip L3127.090-5080231)

B. Epurarea biologică a apelor uzate orășenești

B.1. Bazine de activare

Actualele bazine de activare au fost construite în anul 1996, în cadrul lucrărilor de modernizare a stației de epurare, în vederea obținerii unei epurări avansate a apei uzate (eliminarea azotului și a fosforului). Cele șase bazine construite însumează un volum total de 4.600 m³.

Bazinele de activare sunt astfel exploatare încât să asigure nitrificarea, denitrificarea și eliminarea biologică a fosforului. Rareori, în vederea asigurării acidității necesare, se va adăuga lapte de var din cadrul gospodăriei de reactivi.

Caracteristicile constructive ale bazinelor de activare sunt:

- bazin activare în cascadă, de la 1 la 6: lungime/lățime = 16,10 m/9,23 m
- adâncimea utilă a bazinelor $H_u = 5,10$ m,
- adâncimea de imersare a aeratoarelor $h_a = 4,80$ m.

Pentru recircularea internă s-a instalat o pompă de recirculare (540 m³/h, $H_{geo} = 0,25$ m, Flygt PP 4630, 1,6 kW). Acesta funcționează în regim permanent, la sarcină maximă.

Reglajul aerării se efectuează curent, în conformitate cu valorarea de referință a oxigenului. Debitul de aerare, respectiv presiunea de insuflare a oxigenului se reglează automat în funcție de o valoare de referință. Funcție de deschiderea supapei, variază presiunea în conductele de aerare. Prin comparație cu presiunea de referință, se reglează apoi, presiunea suflantei. Sezonier, zona aerată este mărită sau micșorată. În perioada aprilie-decembrie, instalația funcționează cu un volum de denitrificare de 50%, în lunile ianuarie-martie cu 33%, schimbarea fiind hotărâtă personalul stației de epurare.

B.2. Decantoare secundare

Distribuția amestecului apă-nămol activat spre cele două decantoare secundare se face prin intermediul unui distribuitor radial de debit. Cele două decantoare secundare au următoarele dimensiuni:

- diametru: $D = 29$ m
- suprafață bazin individual $A_{DS,i} = 650$ m²
- volum bazin individual $V_{DS,i} = 2.210$ m³
- suprafața totală decantoare secundare $A_{DS,tot} = 1.300$ m²
- volum total decantoare secundare $V_{DS,tot} = 4.420$ m³
- adâncime $h = 3,40$ m

Sistemul de evacuare a nămolului este cel original din 1972, motoarele de antrenare fiind reînnoite în cadrul lucrărilor de modernizare din 1985. Suplimentar, fiecare decantor secundar a fost echipat cu pompe pentru îndepărtarea nămolului plutitor. Aceste pompe funcționează între 3 și 4 ore pe săptămână.

B.3. Stație pompare recirculare nămol activat

Nămolul activat este recirculat prin intermediul a 3 pompe, cu turație variabilă, reglate prin convertizoare de frecvență. Înălțimea geodezică $H_{geo} = 4,5$ m. Debitul recirculat este înregistrat automat. Pompele de recirculare a nămolului

sunt amplasate în subsolul pavilionului de exploatare. Conductele de recirculare a nămolului au un diametru nominal DN 400 mm.

Raportul de recirculare externă este de 150% (raportat la debitul influent). Această valoare relativ mare este necesară pentru a asigura suficient nitrat în zona de denitrificare a bazinului de aerare.

B.4. Eliminarea fosforului (chimic și biologic)

Deoarece nu poate fi respectată concentrația maximă admisă de fosfor din efluentul stației numai prin defosforizare biologică s-a recurs și la o precipitare chimică. Combinația de eliminare biologică și chimică duce la o importantă economie de reactivi chimici.

Instalația de precipitare a fost construită în 1990. Îndepărtarea fosforului a fost realizată inițial prin precipitare cu clorură ferică. Pentru o mai bună funcționare, în lunile de iarnă se folosește precipitatul SÜDFLOCK®-K2. În 2011 s-a introdus un sistem automat de dozare a reactivului de precipitare. Reactivul de precipitare, pentru precipitarea simultană, se dozează în efluentul bazinului de activare (este posibilă o precipitare anterioară prin dozarea de reactiv în efluentul separatorului de nisip).

C. Prelucrarea nămolului

C.1. Tratarea nămolului

Tratarea nămolului constă din fermentarea anaerobă a acestuia în două trepte. Aceasta se desfășoară în două rezervoare de fermentare, fiecare având un volum de 1.700 m³. Doar unul dintre cele două rezervoare amintite funcționează ca și rezervor de fermentare (FB 1), cel de al doilea fiind folosit ca bazin de îngroșare (FB 2). Nămolul activ în exces este reintrodus în decantoarele primare, unde va fi prelevat împreună cu nămolul primar. Zilnic, rezervorul de fermentare FB1 este alimentat cu cca. 90 m³ de nămol brut.

Pentru spargerea crustei de nămol se utilizează un compresor de gaz, care funcționează cca. 1h pe săptămână, această soluție fiind mai economică decât utilizarea pompelor de recirculare. Cu toate acestea, recircularea se utilizează pentru menținerea temperaturii în bazinul de fermentare. În acest scop este suficientă cuplarea unei singure pompe de recirculare, cele două pompe existente fiind utilizate alternativ.

Nămolul frementat este dirijat în rezervorul 2, care funcționează ca și bazin de îngroșare. Apa de nămol rezultată în urma îngroșării este pompată într-un al doilea bazin de îngroșare (care are un volum de $V = 200 \text{ m}^3$). Apa de nămol rezultată din acest bazin este la rândul ei introdusă în influentul stației de epurare. Al doilea bazin de fermentare, respectiv sistemul de antrenare al nămolului funcționează în regim permanent. Ele au fost realizate în 1972. Linia de prelucrare a nămolului este redată în figura 4.1.2

Temperatura din cadrul rezervorului de fermentare se reglează în funcție de anotimp. Temperatura de fermentare este controlată prin intermediul schimbătorului de căldură. Ea nu va depăși valoarea de referință de 60 °C, pentru a se evita formarea de crustă în conductele schimbătorului de căldură. Reglajul de temperatură din rezervorul de fermentare se efectuează manual.

Scăderea temperaturii din rezervorul de fermentare pe timp de iarnă afectează negativ (în mod semnificativ) producția de gaz. Prin urmare, personalul de exploatare reglează temperatura din rezervorul de fermentare la un nivel ridicat. Astfel poate fi sporită producția de biogaz și redus consumul de gaze naturale.

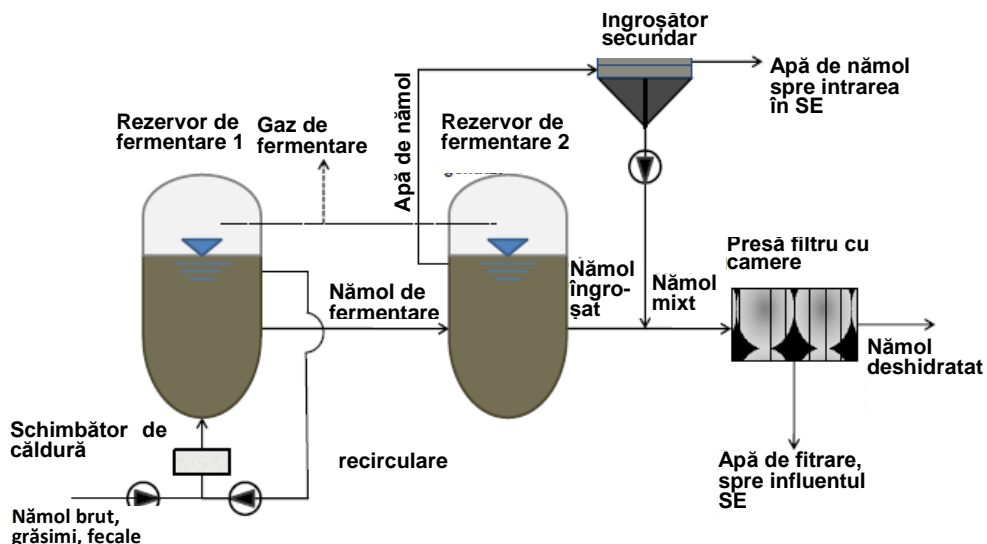


Fig. 4.1.2 Linia de prelucrare a nămolului

C.2. Deshidratarea nămolului

După îngroșare nămolul este transportat la o presă cu filtru-cameră. Aceasta are următoarele caracteristici:

- 1 presă cu 120 de plăci 1500 x 1500 mm
- volumul camerelor este de cca. 50 l
- volumul unei șarje de încărcare cca. 45 m³
- alimentarea se face cu două pompe melc cu excentric (1 x 12 bar, 1 x 16 bar)
- condiționare polimerică pentru polimeri lichizi

Apa rezultată este stocată intermediar într-un rezervor de stocare de 315 m³ iar ulterior reintrodusă cu debit constant în circuitul de epurare.

D. Instalații auxiliare pentru asigurarea necesarului de energie a stației de epurare

D.1. Centrale termo-electrice cu valorificarea gazelor de fermentare (biogazului)

Gazele obținute prin fermentare sunt stocate într-un gazometru de 2.000 m³ iar ulterior utilizate în trei centrale termo-electrice. Căldura obținută este utilizată pentru încălzirea rezervorului de fermentare, a pavilionului de exploatare și a halei pentru deshidratarea nămolului. Suplimentar, mai sunt încălzite serele orașului și

unitatea de gospodărie comunală a primăriei orașului. Energia electrică generată va fi folosită pentru a acoperi necesarul propriu, excedentul fiind introdus în rețeaua națională.

Cele două centrale termo-electrice noi au următoarele caracteristici:

- generatorul nr. 2: an de fabricație 1993, 250 kW_{el}, funcționează cu gaz metan sau gaz de fermentare.
- generatorul nr. 3: an de fabricație 1991, 165 kW_{el}, funcționează cu gaz metan sau gaz de fermentare.



Fig. 4.1.3 Imagine din hala generatoarelor

Pentru alimentarea cu gaz a centralelor termo-electrice sunt utilizate pompe de ridicare a presiunii. Conform declarațiilor personalului stației în ultimii ani flacăra pentru ardere controlată a gazelor nu a fost utilizată niciodată, ceea ce înseamnă o utilizare de 100% a biogazului produs.

Suplimentar, stația de epurare este dotată cu a treia centrală termo-electrică, în scopul acoperirii vârfurilor de sarcină. Aceasta datorită catalizatorului nu poate fi acționată decât cu gaz metan. Utilizarea gazului de fermentare ar duce la distrugerea catalizatorului și astfel la depășirea limitelor de poluare.

Pe timp de iarnă, pentru producerea suplimentară de căldură, se poate apela la un cazan de încălzire. În practică acesta se alimentează numai cu gaz metan, poate fi însă alimentat și cu gaz de fermentare.

Exploatarea centralelor termo-electrice se face conform următoarei strategii:

- generatorul nr. 3 funcționează în regim continuu pentru furnizarea energiei de bază
- generatorul nr. 2 funcționează primordial în orele de tarif maxim (7,30 – 18,30) pentru a minimiza consumul de curent cu tarif ridicat. Conectarea se face în mod automat.
- generatorul nr. 1 funcționează numai atunci când generatoarele 2 și 3 sunt în revizie sau când cantitatea disponibilă de gaz de fermentare este insuficientă. Pornirea generatorului 1 se face numai manual.

Încălzirea suplimentară pornește automat atunci când nu este atinsă temperatura de referință din circuitul de încălzire. Temperatura de referință din circuitul de încălzire trebuie să fie de cca. 45 °C pe timp de iarnă, astfel încât să asigure necesarul de căldură pentru toți consumatorii. Personalul de exploatare se străduiește totuși, să folosească în primul rând grupul de generatoare termo-electrice pentru producerea de curent și energie termică.

D.2. Sistemul de panouri fotovoltaice

Pe arealul stației de epurare a fost amplasat în anul 1998 un sistem de panouri fotovoltaice cu o capacitate de 5 kW. Curentul produs este introdus direct în rețeaua stației de epurare. Nu există contor electric de măsurare a acestuia, cantitatea de curent produs fiind apreciată la 8.750 MWh/a (funcție de orele de incidență solară)

4.1.2 Dimensionarea și exploatarea stației de epurare

4.1.2.1 Date de dimensionare

Datele de dimensionare a stației de epurare studiate sunt redată în tabelul de mai jos.

Tab. 4.1.1

Denumire	Valoare
Mărime de dimensionare în LE	50.000 LE
Debit mediu pe vreme uscată Q_u pe zi Debit de vârf pe vreme uscată $Q_{u,omax}$	5.860 m ³ /d 330 m ³ /h
Debit apă de amestec Valoare maximă măsurată în 2010 -2011	1.000 m ³ /h 1083 m ³ /h

4.1.2.2 Date actuale de exploatare, debite și încărcări

La ora actuală stația de epurare se exploatează conform următorilor parametri:

Tab. 4.1.2 Parametrii de exploatare ai stației de epurare A

Valori medii	2011	2012	2011	2012	2013
Nr. măsurări	50	53	52	53	8
Încărcări [kg/zi]	Influent preepurare			Biologie	
	CBO ₅	2.200	2.200	1.500	1.600
CCO	3.400	3.900	2.200	2.700	2.700
N _{tot}			260	290	300
NH ₄ -N	150	170	150	180	160
P _{r,tot}	38	42	36	39	42

Valori medii	2011	2012	2011	2012	2013
LE (L)					
CBO ₅	37.400	36.100	38.500	40.000	41.100
CCO	28.500	32.900	27.800	34.000	29.800
N _{tot}			25.800	28.800	28.500
NH ₄ -N	17.000	19.200	19.200	22.000	17.800
P _{p,tot}	21.400	23.100	22.600	24.500	26.000

Valorile limită ale încărcărilor din efluentul stației sunt redată în tabelul 4.1.3:

Tab. 4.1.3

Denumire	Valori limită
CBO ₅	< 14 mg/l
CCO	< 65 mg/l
NH ₄ -N	< 7,3 mg/l
N _{tot}	< 18 mg/l
P _{p,tot}	< 1,4 mg/l

S-au constatat ușoare depășiri ale azotului total în lunile de iarnă.

4.1.2.3 Producția de nămol și biogaz

Cantitățile de nămol rezultate sunt măsurate la intrarea în rezervorul de fermentare 1 (nămol brut, nămol cu conținut de fecale și grăsimi), la intrarea în îngroșător (rezervorul de fermentare 2) precum și după deshidratare (vezi fig. 4.1.2). În tabelul 4.1.4 sunt prezentate valorile corespunzătoare anilor 2011 și 2012.

Tab. 4.1.4 Valorile medii ale cantităților de nămol

Denumire	Q m ³ /a	SU g/l	SUorganic %	Încărcare anuală SU t/a	SUorganic t/a	Subst. minerale t/a
Cantitatea nămol brut	33564	35,5	74	1.192	885	307
Nămol brut, grăsimi, fecale	34493			1.301	988	313
După fermentare și îngroșare	15344	47,7	50	733	365	367
După deshidratare	2089	292,1	50	610	304	306

Valorile indicate se încadrează în limitele uzuale pentru o astfel de stație de epurare. Înregistrarea unor valori mult mai ridicate de substanțe minerale la punctul de măsurare situat după fermentare și îngroșare se datorează unei disfuncții a transmițerii de date, cunoscută de personalul stației de epurare, dar care încă nu a putut fi eliminată.

Cantitatea specifică de nămol burt rezultat este de 89 g/(L·zi) iar cea a nămolului de fermentare îngroșat de 55 g/(L·zi) – ceea ce corespunde în mare valorilor indicate în literatura de specialitate de 75 până la 90 g/(L·zi) pentru amestecul de nămol primar, nămol activat în exces și nămol de precipitare, ca și pentru cantitatea de nămol de fermentare. Gradul de descompunere al substanței uscate organice în etapa de fermentare este de 63 %.

4.1.2.3.1 Cantitatea de gaz de fermentare rezultat și valorificarea acestuia

Există două puncte de măsurare a cantităților de biogaz: primul - „de producție de biogaz” - se află între evacuarea de gaz din rezervoarele de fermentare și instalația de desulfurizare, iar cel de-al doilea - de „consum de biogaz” - se află înaintea generatoarelor termo-electrice.

În figura 4.1.4 sunt reprezentate cantitățile lunare măsurate la ambele puncte de măsurare precum și producția lunară de energie electrică. Se poate constata că producția de curent variază în conformitate cu producția de gaz, micile diferențe fiind explicabile prin consumul de gaz metan al generatorului nr. 3, care și el este cuprins în diagramă.

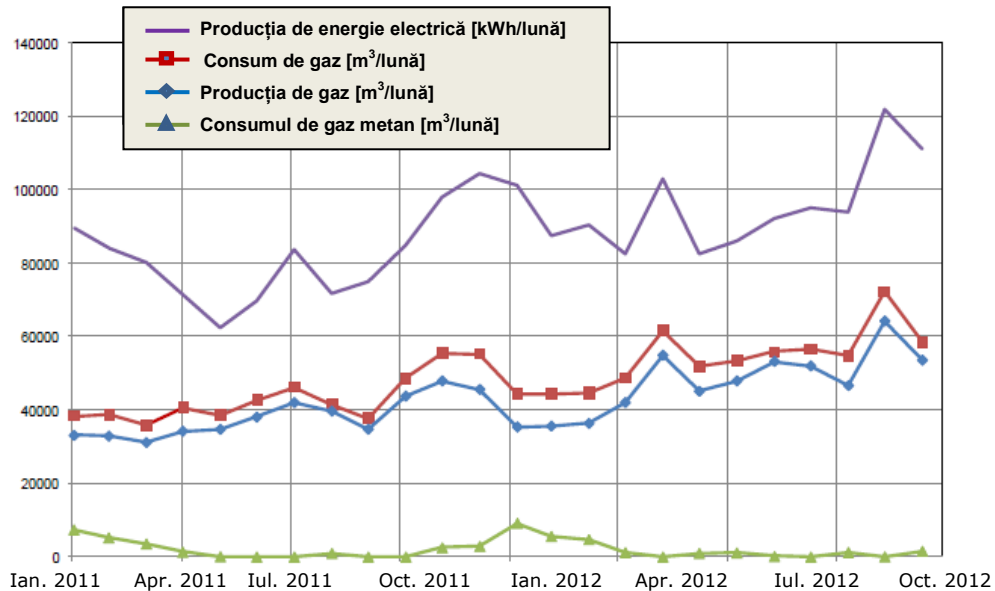


Fig. 4.1.4 - Producția de biogaz, consumul de gaz metan și producția de energie electrică proprii

Se poate observa o creștere continuă a producției de biogaz pe parcursul celor doi ani.

De asemenea se constată o mică creștere a producției de biogaz în lunile octombrie – decembrie, creștere datorată funcționării sezoniere a întreprinderii de prelucrare a legumelor.

Din măsurările înregistrate, în registrul de exploatare, referitoare la calitatea gazului, rezultă un conținut constant de CO₂ de 34%, conținutul de metan fiind deci de 65%. Astfel se poate evalua o valoare calorică de 6,5 kWh/m³ gaz de fermentare.

Producția teoretică de gaz apreciată funcție de cantitățile de nămol redată în tab. 4.1.4, sunt prezentate în tabelul 4.1.5.

Tab. 4.1.5

	2011		2012	
Nămol brut din nămol activ în exces și nămol primar	32.692	m ³ /a	34.435	m ³ /a
SU medie	804.018	kg SUo/a	969.984	kg SUo/a
Grad de valorificare	33,3	g/l	37,8	g/l
	74	%	75	%
Nămol cu conținut organic (fecale)	395	m ³ /a	605	m ³ /a
SU medie	9.779	kg SUo/a	14.966	kg SUo/a
Grad de valorificare biogaz	27,5	g/l	27,5	g/l
	90	%	90	%
Grăsimi	424	m ³ /a	645	m ³ /a
SUo mediu	71.999	kg SUo/a	109.527	kg SUo/a
producția specif. de gaz/kg	170	gSUo/l	170	gSUo/l
_{SUo,i}	(0,4-0,55)	m ³ /kgSUo	1,10	m ³ /kgSUo
producția de gaz din grăsimi (teoretică)	1,10	,i	120.480	,i
	79.199	m ³ /a		m ³ /a
„Producția” de gaz măsurată	458.434	m ³ /a	567.480	m ³ /a
„Consumul” de gaz măsurat	519.829	m ³ /a	647.390	m ³ /a
Abatere producție/consum	- 15,2	%	- 18,6	%
Producția de gaz din nămol crud și nămol organic	440.630	m ³ /a	526.910	m ³ /a
Producția specifică de gaz per LE fără grăsimi	(7,3-11)	m ³ /(LEa)	14,6	m ³ /(LE·A)
	11,8			
Producția specifică de gaz fără grăsimi	(0,4-0,55)	m ³ /kgSUo,i	0,535	m ³ /kgSUo,i
	0,541			

În scopul aprecierii cantității de gaz produse s-a ținut cont de măsurătorile făcute la contorul „de consum”, acestea fiind mai exacte. Producția specifică de biogaz (fără a ține cont de grăsimi) raportată la SUorganică este de 0,54 m³/kg_{SUo}, respectiv între 11,8 și 14,6 m³/(LE·a), astfel încât se poate considera că procesul de fermentare funcționează corect.

4.1.2.4 Consumul de energie electrică al întregii SE

În tabelul 4.1.6 au fost listate consumurile de energie electrică general stație și aerare treaptă biologică din anii 2011 și 2012.

Tab. 4.1.6 Consumurile specifice de energie electrică ale stației de epurare

	2011	2012
Locuitori racordați (LE)	37.363 LE	36.149 LE
Total stație		
Consum energie electrică	902.353 kWh/a	770.114 kWh/a
Consum specific en. electrică	24,2 kWh/(E·a)	21,3 kWh/(E·a)
Valoare target cf. UBA	18 kWh/(E·a)	18 kWh/(E·a)
Aerare treaptă biologică		
Consum energie electrică	377.983 kWh/a	358.985 kWh/a
Consum specific en. electrică	10,1 kWh/(E·a)	9,9 kWh/(E·a)
Valoare target conform UBA	10 kWh/(E·a)	10 kWh/(E·a)

Valorile înregistrate ale consumului de energie electrică pentru treapta biologică se încadrează în limitele unui consum economic conform UBA (2006) [99] ceea ce nu se poate spune despre consumul specific înregistrat la celelalte obiecte tehnologice ale stației (limitele economice / valori target ale consumurilor specifice conform indicațiilor UBA – vezi tab. 3.1)

4.1.2.5 Producția proprie de energie electric

În cadrul stației de epurare energie electrică este produsă în principal de centralele termo-electrice. Ca urmare a diminuării consumului de energie electrică începând cu anul 2012 pe de o parte, și a creșterii producției de biogaz, pe de alta, în graficul din fig. 4.1.5 se poate observa acoperirea clară a necesarului mediu de energie electrică din resurse proprii. În 2012 cantitatea de energie electrică achiziționată extern a fost redusă substanțial față de anul 2011.

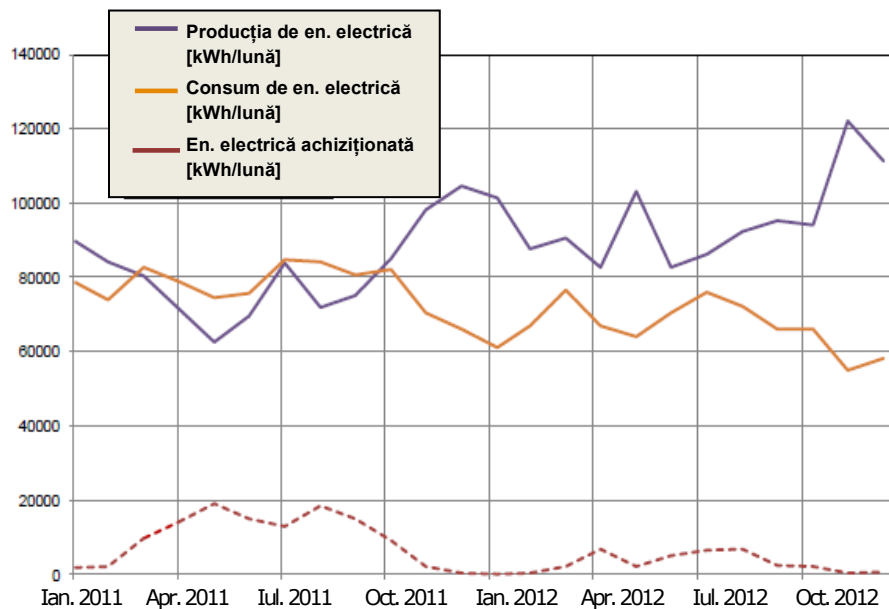


Fig. 4.1.5 Producția, consumul și achiziția externă de energie electrică

În anul 2012 producția de energie electrică prin valorificarea biogazului produs în stația de epurare a depășit cu mult consumul propriu, gradul de acoperire al necesarului de curent având o valoare medie de 120 % în anii 2011 - 2012. Astfel au putut fi livrați în rețeaua publică peste 300.000 kWh anual (vezi tabelul 4.1.7).

Gradul de acoperire al necesarului propriu de energie $C_{a,el}$ și $C_{a,term}$ se calculează după cum urmează:

$$C_{a,el} = \frac{E_{gaz}}{E_{tot}} * 100 \quad (4.1)$$

$$C_{a,term} = \frac{Q_{gaz}}{Q_{tot}} * 100 \quad (4.2)$$

unde:

- $C_{a,el}$ – gradul de acoperire al necesarului de energie electrică din producția de biogaz
- $C_{a,term}$ – gradul de acoperire al necesarului de energie termice din producția de biogaz
- E_{gaz} – energie electrică produsă din producția proprie de biogaz
- E_{tot} – consum total de energie electrică al SE
- Q_{gaz} – căldura produsă din producția proprie de biogaz
- Q_{tot} – consumul total de căldură al SE

Tab. 4.1.7 Gradul de acoperire al necesarului de energie electrică din resurse proprii

Energie electrică	2011		2012		Val. medie	
Total en. el producție proprie	976.304	kWh/a	1.148.483	kWh/a	1.062.394	kWh/a
Producție en. el. din gaz metan	64.627	kWh/a	69.690	kWh/a	67.158	kWh/a
Panouri fotovoltaice (5 kW)	8.750	kWh/a	8.750	kWh/a	8.750	kWh/a
Producție en. el. din biogaz	902.927	kWh/a	1.070.043	kWh/a	986.485	kWh/a
Consum total	902.353	kWh/a	770.114	kWh/a	836.233	kWh/a
Grad de acoperire al necesarului propriu	100	%	139	%	120	%
Val. de referință din literatură	40 - 60	%	40 - 60	%	40 - 60	%
Achiziție furnizor extern	118.501	kWh/a	34.193	kWh/a	76.347	kWh/a
Vânzare en.el. la furnizor ext.	163.175	kWh/a	383.578	kWh/a	273.376	kWh/a
Vânzare en.el. la gospodăria comunală	29.278	kWh/a	28.984	kWh/a	29.131	kWh/a
Putere calorifica inferioara (PCI) biogaz	6,5 kWh/Nm ³		η_{EL}		0,27	-
Putere calorifica inferioara (PCI) gaz metan	10 kWh/Nm ³					

Cunoscând cantitatea de energie electrică produsă în centrala termoelectrică, consumul de biogaz și cantitatea de gaz metan achiziționată, s-a putut calcula randamentul generatoarelor electrice utilizate (tab. 4.1.8). După cum se vede, randamentul calculat este de 27 %, valoare mult sub cea caracteristică generatoarelor moderne, acestea putând atinge randamente de până la 35 %.

Tab. 4.1.8 Calculul randamentului centralei termo-electrice

	2011	2012
Energie electrică	976.304	1.148.483
Biogaz (ceas consum)	519.829	647.390
Putere calorifica inferioara (PCI) biogaz	6,5	6,5
Cantitate de gaz metan in CTE	23.936	25.811
Putere calorifica inferioara (PCI) gaz metan	10,0	10,0
Formula:	$\eta_{EL} = E_{EL} / (Q_{BG} * PCI_{BG} + Q_{GM} * PCI_{GM})$	
Randament CTE	27,0%	27,3%

Energia electrică produsă de instalația de panouri fotovoltaice a fost calculată luând în considerare un nr. de 1.750 h de radiație solară pe an.

4.1.2.6 Bilanțul energetic actual

Ținând cont de valorile consumurilor și producției de energie electrică determinate anterior, bilanțul energiei electrice poate fi schematizat după cum urmează:

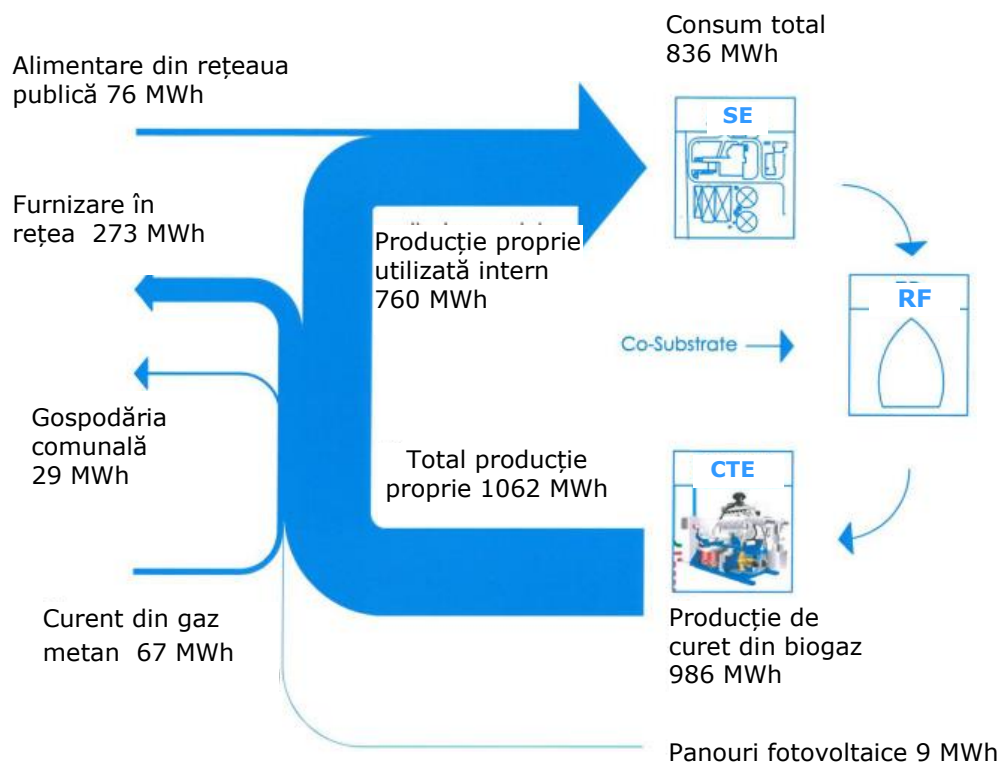


Fig. 4.1.6 Diagrama bilanțului electric al stației de epurare

Din reprezentarea grafică rezultă clar, că bilanțul energetic este unul pozitiv, existând chiar un surplus de energie electrică. Problema constă mai degrabă în defazajul temporal dintre producția de energie electrică și consum.

În cadrul stației de epurare, energia termică este produsă în centrala termoelectrică și de un sistem de încălzire suplimentar ce funcționează pe gaz metan. Cantitatea de energie termică produsă din biogaz a fost determinată teoretic luând în considerare un randament termic de 50 % (tab.4.1.9) al grupului termo-electric, și este cuprins între 1,7 și 2,1 MWh/a (tab. 4.1.10)

Energia termică produsă este utilizată nu numai în cadrul stației de epurare, ci și pentru încălzirea spațiilor gospodăriei comunale și a serelor din imediata apropiere a stației.

Tab. 4.1.9 Producția de energie termică pentru SE "A"

Total SE	2011		2012	
Consum biogaz	519.829	m ³ /a	647.390	m ³ /a
Consum gaz metan	36.131	m ³ /a	39.716	m ³ /a
Consum gaz metan încălzire suplimentară	12.195	m ³ /a	13.905	m ³ /a
Producția de en. termică in CTE	din biogaz	1.689.444 kWh/a	2.104.017	kWh/a
	din gaz metan	119.680 kWh/a	129.055	kWh/a
Producția de en. termică cu sist. de încălzire	109.755	kWh/a	125.145	kWh/a
Furnizare en. termică la GC și sere	229.052	kWh/a	239.947	kWh/a
Producția de en. termică pentru SE	1.689.827	kWh/a	2.118.270	kWh/a
PCI biogaz	6,5 kWh/Nm ³		CTE	η_{TERM} 0,5
PCI gaz metan	10 kWh/Nm ³	sist.suplim. încălzire	η_{TERM}	0,9

Tab. 4.1.10 Gradul de acoperire al necesarului de energie termică din surse proprii

Energie termică	2011	2012	media
Producția de en. termică din biogaz	1.689.444 kWh/a	2.104.017 kWh/a	1.896.731 kWh/a
Energia termică necesară la metantancuri **	1.147.033 kWh/a	1.203.866 kWh/a	1.175.450 kWh/a
Energia termică necesară clădiri***	58.525 kWh/a	58.525 kWh/a	58.525 kWh/a
Gradul de acoperire necesar energie termică	140 %	167 %	153 %
** calculată	***apreciată		

În cadrul stației de epurare necesarul de căldură cel mai mare este la rezervoarele de fermentare. Necesarul de căldură rezultă ținând cont de cantitatea de nămol proaspăt de încălzit și diferența de temperatură dintre temperatura nămolului brut și cea din interiorul rezervorului de fermentare. În plus se va ține cont și de pierderile de căldură prin cupolă, radier și pereți.

$$C_T = C_1 + C_2 \quad (\text{kWh/zi}) \quad (4.3)$$

$$C_1 = V_{ninf} \cdot C_n \cdot (\theta - \theta_1) \quad (\text{kWh/zi}) \quad (4.4)$$

unde: C_1 (kcal/zi) - căldura necesară încălzirii nămolului brut,

C_2 (kcal/zi) - căldura necesară acoperirii pierderilor;
 V_{ninf} (m^3/zi) - volumul zilnic de nămol influent în rezervorul de fermentare;
 C_n (kcal / m^3 ,grad) - căldura specifică (cantitatea de căldură necesară creșterii temperaturii cu 1°C);
 C_n - 1000 kcal / m^3 ,grad;
 θ (°C) - temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil);
 θ_1 (°C) = θ_{iarna} - temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor;

Un calcul exact al necesarului de energie termică la rezervoarele de fermentare se regăsește în anexa 2., date centralizate și puse la dispoziție pentru studiul de caz de către SE A. Alți consumatori de căldură sunt clădirile administrative și halele în care se face deshidratarea nămolului. Necesarul de energie termică a acestora a fost apreciat funcție de suprafață și volum.

Analizând producția de energie termică a stației de epurare se poate vedea, că aceasta depășește cu mult necesarul propriu.

Bilanțul energetic termic pentru întreaga stație de epurare este redat schematic în figura de mai jos:

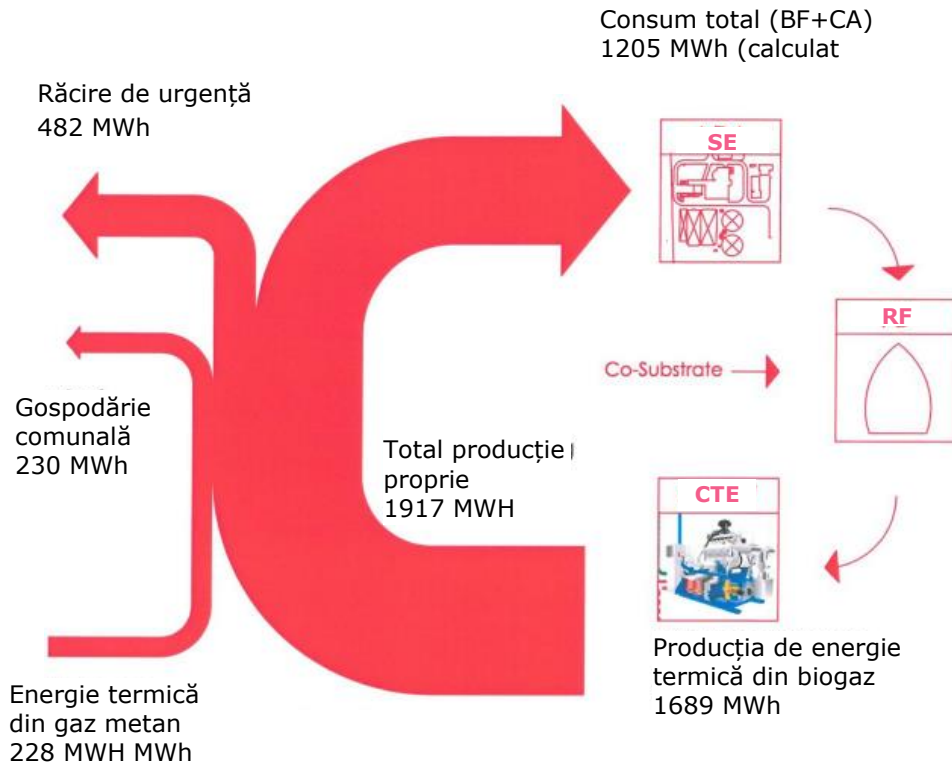


Fig. 4.1.7 Diagrama bilanțului termic al stației de epurare pt. anul 2011

O mare parte din căldura produsă este risipită, aproape 25 % fiind chiar anihilată de sistemul de racire de urgență. Totuși este necesară producerea de căldură (10%) și cu ajutorul instalației suplimentare de încălzire, ceea ce denotă o neconcordanță temporală între necesar și producție. Tocmai de aceea s-a trecut la analizarea situației din lunile de iarnă, pentru a se vedea dacă necesarul de căldură poate sau nu fi acoperit din resurse proprii (tab.4.1.11)

Tab.4.1.11 Gradul de acoperire al necesarului de energie termică în lunile ianuarie - martie.

Energie termică	ian.-martie 2011	ian.-martie 2012
Producția de en. termică din biogaz	436.821 kWh/a	539.545 kWh/a
Energie termică necesară la metantancuri **	293.664 kWh/a	334.954 kWh/a
Energie termică necesară la clădiri***	29.262 kWh/a	41.382 kWh/a
Grad de acoperire necesar energie termică	135%	143%
** calculat	***apreciat	

După cum se vede, producția de energie termică din resurse proprii este suficientă și în lunile de iarnă pentru a acoperi necesarul stației de epurare.

Conform informațiilor primite de la personalul stației de epurare, instalația de răcire de urgență pornește relativ des și în perioada de iarnă, ceea ce impune o verificare mai atentă a funcționării agregatelor aferente.

4.1.3 Evaluarea eficienței actuale a stației de epurare

4.1.3.1 Evaluarea generală a consumurilor energetice din stația de epurare (analiza globală)

Din calculele prezentate în capitolele anterioare rezultă valorile energetice specifice stației de epurare A prezentate în tabelul 4.1.12. Pentru a putea face o evaluare a acestora se va recurge la comparația cu valorile recomandate în "Energiehandbuch NRW" [103].

Tab. 4.1.12 Valori energetice specifice stației de epurare și evaluarea potențialului de optimizare

Simbol	Denumire	UM	Valori efective		Valoare limită	Valoare target	Potențial de optimizare
			2011	2012			
$E_{sp,tot}$	Consum specific energie electrică, total	kWh/(LE-a)	24	21	30	18	mediu
$E_{sp,a}$	Consum specific energie electrică, aerare	kWh/(LE-a)	10	10	16	10	fără

Simbol	Denumire	UM	Valori efective		Valoare limită	Valoare target	Potențial de optimizare
$E_{sp,palim}$	Consum specific energie electrică, stație pompare de alimentare	Wh/(m ³ ·m)	5,3			4	fără
$E_{sp,pi}$	Consum specific energie electrică, stație intermediară de pompare	Wh/(m ³ ·m)	2,4	6		fără	fără
$C_{u,bio}$	Grad de utilizare biogaz	%	100	100	5	100	fără
$V_{sp,SUo}$	Producția specifică de biogaz per kg SUorg.	l/(kg SUo)	540	535	50	500	fără
$V_{sp,LE,bio}$	Producția specifică de biogaz per LE	l/(E·zi)	11,8	14,6	1	9	înalt
η_{el}	Grad de convertire biogaz în energie electrică (randament grup termo-electric)	%	27	27	0	35	mediu
$C_{a,el}$	Grad de acoperire a necesarului propriu de energie electrică	%	100	139	0	100	înalt
$C_{a,term}$	Grad de acoperire a necesarului propriu de energie termică	%	140	167	5	100	

Consumul total de energie electrică din stație este de maxim 24kW/(LE·a), valoare ce se situează sub valoarea limită de 30 kW/(LE·a) corespunzătoare clasei de mărime în care se încadrează stația studiată, fără a se atinge însă valoarea target de 18 kW/(LE·a).

Consumul specific de energie electrică a instalației de aerare se situează la 10 kWh/(LE·a), valoare corespunzătoare targetului indicat.

Atât stația de pompare de alimentare a treptei mecanice (a cărei consum specific de energie este de 5,3 Wh/(m³·m), valoare ce se situează în domeniul de mijloc), cât și stația intermediară de pompare nu prezintă probleme din punct de vedere al consumurilor energetice.

Și în domeniul producției și valorificării biogazului sunt atinse valorile propuse. Producția specifică de biogaz per kg substanță organică introdusă se situează între 475 și 550 l/kg SUo_a. Gradul de descompunere al substanței uscate organice este de 63%, valoare care se situează peste media de 50% indicată în literatura de specialitate. Pentru situația analizată se consideră că nu poate fi obținut un procentaj mai ridicat, respectiv o producție mai ridicată de gaz.

Randamentul echipamentelor de producere al energiei electrice prin arderea biogazului se situează mult sub standardul actual. Ținând cont și de vechimea echipamentelor se poate afirma că, prin reînnoirea echipamentelor randamentul va crește, respectiv aportul de energie electrică din producție proprie va fi mai ridicat.

Se recomandă revizuirea politicii de achiziție de energie electrică. Cu toate că în 2012 producția proprie a fost mai mare decât necesarul, ceea ce înseamnă un grad de acoperire de peste 100%, totuși s-a mai cumpărat energie electrică de la furnizorii centrali. Se va încerca acoperirea vârfurilor de sarcină din producția proprie.

Problematică este valorificarea energiei termice produse. În ciuda faptului că, teoretic, cantitatea de energie termică produsă acoperă necesarul stației (140 %), totuși iarna este necesară suplimentarea producției de energie termică cu gaz metan iar vara există un surplus de energia termică.

4.1.3.2 Distribuția consumului de energie pe utilaje individuale (analiza detaliată)

Pentru că în cazul stației de epurare studiate este vorba despre o stație relativ mică, s-a încercat înregistrarea completa a tuturor utilajelor consumatoare de energie electrică. Consumatorii au fost analizați pe trepte tehnologice, urmărind circuitul apei. Consumurile energetice au fost determinate ținând cont de puterea medie absorbită și de orele de funcționare, determinările fiind făcute pentru o perioadă anuală. Consumul mediu de energie a fost determinat după cum urmează:

- În cazul stației de pompare cu pompe cu turație variabilă, consumul de energie a putut fi estimat ținând cont de corelația dintre turație, cantitatea de apă pompată și putere. Dacă raportul dintre debit și turație este linear, atunci raportul dintre debit/turație și energie variază după o funcție cubică. (anexa 4.)
- Consumurile de energie electrică la suflante și deshidratarea nămolului au fost obținute prin contorizare directă
- La stația de pompare de la intrarea în stație s-a efectuat în 2013 o măsurare a energiei consumate pe durata unei săptămâni. Cunoscându-se debitul vehiculat, s-a determinat energia electrică specifică consumată.
- La unele utilaje puterea absorbită este mult mai scăzută decât cea insatlată, deoarece motoarele electrice nu funcționează toate în regim permanent. (de ex.: la decantorul primar motorul de antrenare al raclorului funcționează continuu, în timp ce motorul pentru ridicarea și coboarea panoului funcționează numai perioade scurte de timp.
- Pentru pornirea motoarelor la agregatele de capacitate mare se prevede întotdeauna o rezervă de 10% peste putere nominală a acestora.

Înregistrarea orelor de funcționare a avut loc pe o perioadă de 2 luni în vara lui 2013. Pentru utilajele care nu dispun de contor orar, orele de funcționare au fost estimate împreună cu personalul stației. Pentru verificarea verosimilității datelor s-au mai făcut următoarele calcule:

- Consumul de energie electrică pentru perioada analizată
- Determinarea consumului anual de energie electrică ținând cont de înălțimea de pompare, durata de funcționare și randamentul pompelor
- Compararea sumei energiilor determinate parțial cu consumul înregistrat pe întreaga stație.

Au fost constatate unele abateri, care probabil se datorează unei încadrări diferite în grupele stabilite sau unor estimări greșite a numărului de ore de funcționare și/sau a consumului mediu de energie pentru echipamentele la care nu s-au putut face măsurători directe. Acestea nu sunt însă de amploare, considerându-se

estimările ca fiind plauzibile. Rezultatele obținute sunt prezentate sintetic în figura 4.1.8.

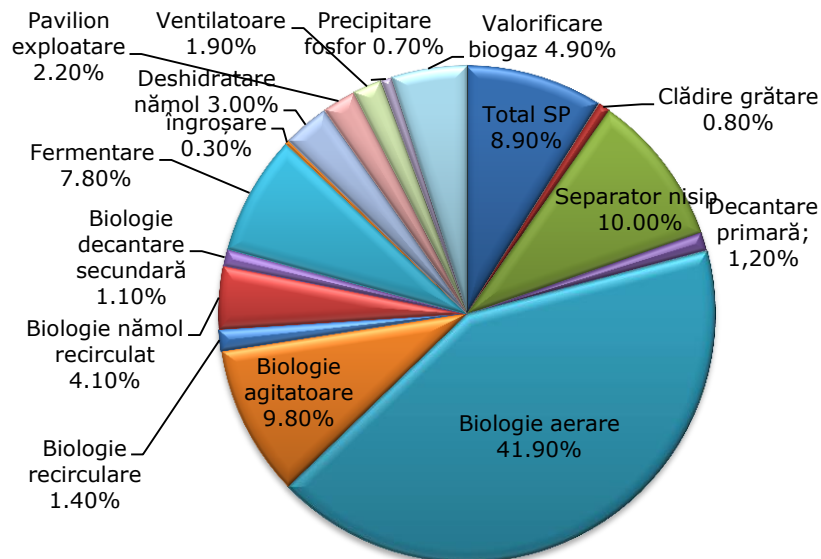


Fig. 4.1.8 Repartizarea consumurilor energetice per total stație de epurare

Din consumul total de curent la nivel de stație 42% (372 MWh/a) se utilizează pentru aerarea bazinului de activare. Ca și pondere la consumul de energie electrică urmează separatorul de nisip și instalația de recirculare internă din cadrul bazinului de activare, cu 10% din consum (89/86 MWh/a). Pe locul 4 se situează stațiile de pompare cu 9 % (79 MWh/a) din consum, iar pe locul 5 instalația de fermentare a nămolului cu 8%. Alți consumatori importanți sunt instalațiile de valorificare a biogazului (5%, 44 MWh/a), pompele de recirculare a nămolului (4%, 36 MWh/a) și instalația de deshidratare a nămolului (3%, 26 MWh/a). Ceilalți consumatori totalizează un consum de mai puțin de 20 MWh/a și pot fi considerați consumatori secundari.

4.1.4 Analiza posibilităților tehnice de eficientizare a SE

4.1.4.1 Analiza utilajelor individuale și a posibilităților de optimizare a acestora

În tabelul 9 sunt prezentate consumurile energetice ale utilajelor individuale, respectiv a elementelor tehnologice. Pentru compararea consumurilor sunt prezentate în tabel și consumurile indicate conform „Energiehandbuch NRW”. În ultima coloană sunt redate rapoartele procentuale dintre consumul real al instalațiilor individuale față de valoarea ideală. Procentaje mai mari de 100% indică un consum excesiv al instalațiilor respective, cauzele fiind explicate în capitolele ce urmează.

Tab. 4.1.13 Comparație a consumurilor de energie reale cu cele ideale

		Consum en. el./ instalație apreciat	Consum specific de energie electrică		Valori ideale*	Raport val. reală/ val. ideală
		[kWh/a]	[Wh/m ³]	[kWh/LE- a]	[kWh/LE-a]	%
1	Stație pompare intrare H _{geo} 4,5 m	50.384				
2	SP intermediară	3.588				
3	SP intermediar biologie H _{geo} 0,25m	25.022				
	Total SP	78.994	38	2,1	1,24	172%
4	Clădire grătare	7.301	3	0,20	0,09	219%
5	Separator nisip	88.914	42	2,40	0,49	490%
6	Decantare primară	10.498	5	0,28	0,1	284%
7	Biologie aerare	372.240	177	10,06	13,72	73%
8	Biologie agitatoare	86.650	41	2,34	1,75	134%
9	Biologie recirculare	12.606	6	0,34	0,51	67%
10	Biologie nămol recirculat	36.334	17	0,98	0,62	158%
11	Biologie vană	273	0,1	0,01	-	-
12	Biologie decantare secundară	9.780	5	0,26	0,15	176%
13	Fermentare	69.088	33	1,87	1,1	170%
14	Îngroșare	2.796	1	0,08	0,07	108%
15	Deshidratare nămol	26.448	13	0,71	0,91	79%
16	Pavilion exploatare, apă tehnologică, inst. auxiliare	19.304	9	0,52	0,44	119%
17	Aeratoare: generatoare și hală compresoare	17.292	8	0,47	0,15	312%
18	Instalație dozare var	-	-	-	-	-
19	Instalație precipitare fosfor	6.140	3	0,17	0,04	415%
20	Valorificare biogaz	43.969	21	1,19	-	
			Comparat 2011-2012	Consum specific	Val. ideale NRW	Val. ideale UBA
	Total	888.628	770-902 MWh	24,0	21,4	
	Total fără SP	809.634		21,9	20,1	18,0
	Total biologie (7-12)	517.883		14,0	16,8	
	Total aerare biologie	372.240	370 MWh			10,0

În următorul tabel vor fi analizate utilajele individuale și posibilitățile de optimizare ale acestora. (tab.4.1.14)

Tab. 4.1.14

Etapă tehnologică	Evaluare	Posibilități de optimizare
Stație pompare alimentare	bună	Motoare cu randament ridicat și convertizoare de frecvență Reducerea cantității de apă străină Înnoire completă
Stație intermediară de pompare	bună	fără
Site și grătare, incl. deshidratare	nouă, din sept. 2012	fără
Deznisipare, aerată	Suflante supradimensionate, aerul în surplus este evacuat în atmosferă	Redimensionare și schimbare, sau adaptare la situația actuală
	Raclorul și pompa cu lopoți funcționează în regim permanent	Raclorul și pompa sa fie actionate discontinuu, sa se verifice sistemul de automatizare
Decantare primară	Consumul individual al motoarelor de antrenare al raclorului / podului raclor = mare	Motoare cu randament mai ridicat pt.sistemele de actionare raclor
Aerare bazine de activare	Consumul de 10kWh/(LE a) = bun, totuși rămâne cel mai mare consumator de energie electrică	Montarea unor elemente de aerare cu eficiență ridicată
Agitatoare treaptă biologică	Valoare puțin ridicată față de cea ideală	fără
Recirculare treaptă biologică	Consumul = mic, însă sist. de pompare al nămolului în exces preia o parte din recirculare, puterea fiind insuficientă	Verificarea posibilității măririi capacității de pompare printr-o a 2-a pompă de recirculare
Recirculare nămol în exces	Consumul specific = f. scăzut, însă cantitatea de nămol necesar a fi recirculat este f. mare – pompa de recirculare = prea mică.	Verificarea posibilității măririi capacității de pompare a sistemului de recirculare printr-o a 2-a pompă și economisire de energie în circuitul de recirculare
Vană treaptă biologică	Consum f. mic (neglijabil)	fără
Decantare secundară	Consum ridicat, potențialul de economisire este însă redus.	Motoare cu randament ridicat de acționare a raclorului
Fermentare	Consum ridicat datorită vechimii pompelor folosite	Motoare cu randament ridicat la recirculare și la pompare nămol brut
Îngroșare apă de nămol activat	bună	fără
Deshidratare nămol		fără

Etapă tehnologică	Apreciere	Posibilități de optimizare
Pavilion exploatare, apă tehnologică, inst. auxiliare	Consum ușor ridicat, datorită încălzirii electrice	Vezi valorificare biogaz
	Consum ridicat al pompelor de apă tehnologică	Fără, fiind neglijabile față de total
Aeratoare: generatoare și hală compresoare	Consum ridicat, neglijabil însă în raport cu consumul total	Ventilația în hala compresoarelor și a generatoarelor să fie acționată de un senzor de temperatură
Instalație dozare var	Nu se află în funcțiune	
Instalație precipitare fosfor	Consum ridicat, neglijabil însă în raport cu consumul total	fără
Valorificarea biogazului	În pofida existenței unui surplus de energie electrică și termică, este totuși necesară achiziționarea de curent și gaz metan.	Reînnoirea tuturor pompelor de distribuție a energiei termice Reînnoirea grupurilor termo-electrice Optimizarea regularizării sistemului de răcire Înlocuirea încălzirii electrice cu energie termică cogenerată

4.1.4.2 Măsurile propuse Introducere

Măsurile de optimizare energetică se vor clasifica în:

- Măsurile imediate – cele care:
 - urmează a fi realizate în max. 2 ani
 - au costuri de investiție nule sau foarte reduse
 - au un raport cost/beneficiu sub 0,3
 - sunt necesare pt. a satisface cerințele legislative
 - sunt necesare, fiind măsuri de reabilitare urgente
 - nu au efecte negative asupra unor potențiale măsuri ulterioare
- Măsurile pe termen scurt – cele care:
 - au un raport cost/beneficiu de 0,3 – 0,7
 - se vor realiza în cadrul unor lucrări de reabilitare sau extindere
 - se vor realiza în cca. 2 – 3 ani
- Măsurile de perspectivă – sunt cele care:
 - au un raport cost/beneficiu de 0,7 – 1,0
 - se vor realiza în cadrul unor lucrări de modernizare sau extindere
 - se vor realiza în cca. 1 – 10 ani
 - nu se justifică decât în cazul creșterii substanțiale a costurilor cu energia

- datorită unui raport cost/beneficiu nesatisfăcător sau a altor interdependențe nu pot fi realizate decât odată cu lucrări mai ample de reabilitare, întreținere sau înlocuire.

În cele ce urmează, măsurile vor fi clasificate pe categoriile enumerate mai sus, funcție de instalația sau procesul de care țin. Se va face o scurtă descriere a acestora și se vor rezuma potențialele economii de energie. Explicitări și detalii cu privire la calculele de determinare a costurilor și respectiv a economiilor aferente se găsesc în anexa 5.

A. Măsurile imediate

A.1 Scoaterea din funcțiune a pompei de la separatorul de nisip pe timp de noapte

Un motiv important căruia i se datorează consumul de energie ridicat al separatorului de nisip este funcționarea continuă a instalației de prelevare a nisipului. Este suficient ca evacuarea nisipului să se facă doar în timpul zilei. Deoarece pornirea pompei se face mai greu, neavând posibilitatea de autoamorsare, în lunile fără îngheț (aprilie – noiembrie) dispozitivul de evacuare a nisipului, inclusiv pompa, funcționează 24 de ore. În lunile de iarnă datorită pericolului de îngheț instalația este scoasă din funcție în afara orelor de program a personalului din stație. Această situație, cu întreruperi, satisface și ea cerințele legate de calitatea deznisipării.

Ca măsură imediată, personalul de exploatare a activat instalația numai 8 ore pe zi în 2012. Deoarece această măsură implică un efort suplimentar din partea personalului, s-a prevăzut înlocuirea vechii instalații cu una mai performantă. Prin montarea unei pompei noi și a unui clasor de nisip asigurat la îngheț, cât și prin montarea unui sistem automat de pornire, orele de funcționare a sistemului de evacuare a nisipului au fost reduse substanțial.

Pompa originală (rotor cu cupe) va fi înlocuită cu o pompă submersibilă, deoarece aceasta este foarte etanșă, și nu necesită amorsare. Sistemul de evacuare a nisipului, va fi dotat cu un sistem de ghidare și cu o instalație de ridicare în scopul efectuării de revizii și reparații.

Economii

Consumul actual a instalației de evacuare a nisipului de 30 MWh/a poate fi micșorat prin reducerea timpilor de funcționare la 10 MWh/a (adică cu 66,66%).

A.2 Înlocuirea suflantelor din cadrul separatorului de nisip

La separatorul de nisip există două motive pentru consumul ridicat al acestuia. Unul dintre motive este capacitatea ridicată a suflantelor, volumul de aer suplimentar fiind evacuat prin canalul de aspirație. La ora actuală se utilizează o suflantă cu funcționare continuă, având o capacitate de 8,5 m³/min, resp. 510 m³/h. La un volum util al deznisipatorului de 194 m³ corespunde o încărcare specifică de 2,5 m³/m³*h este însă necesară o încărcare de numai 0,5 m³/m³*h. Ceea ce înseamnă că, se poate reduce capacitatea suflantei la o cincime din capacitatea actuală, adică 1,6 m³/min. Instalația actuală nu permite însă utilizarea unui convertizor de frecvență din considerente de randament. Prin înlocuirea suflantei actuale cu una adecvată, consumul energetic s-ar reduce la cca. jumătate.

Economii

Consumul actual al suflantei, de 59 MWh/a, poate fi redus cu 24 MWh/a, asta însemnând un consum viitor de numai 35 MWh/a. (Dimensionarea suflantei și costuri în anexa 5.)

B. Măsuri pe termen scurt

B.1 Optimizarea regularizării distribuției energiei termice

În momentul de față există o rezervă de energie termică la stația de epurare. Totuși, se folosește gaz metan pentru producerea de energie termică, și pe de altă parte răcirea de avarie funcționează uneori și iarna, la temperaturi scăzute. Asta înseamnă că există o diferență între necesarul de energie termică și producția de energie termică, diferență care nu se datorează variațiilor de temperatură sezoniere. La ora actuală controlul producției de energie termică, distribuția acesteia și funcționarea sistemului de răcire se face în funcție de niște valori prestabilite, prin reglaj manual. Aceste valori de referință au fost stabilite de către personalul de exploatare în funcție de sezon.

Sistemul de răcire de urgență nu a făcut parte din proiectul inițial, fiind introdus ulterior, odată cu punerea în funcțiune a centralei termo-electrice, pentru a evita deseale întreruperi în funcționarea acestora.

Un alt motiv pt. pornirea frecventă a instalației de răcire de urgență ar putea fi poziția punctului de măsurare a temperaturii situat la intrarea în schimbătorul de căldură. Considerăm a fi mai indicat controlul temperaturii pe retur.

Optimizarea regularizării trebuie să aibe ca scop reducerea substanțială a consumului de gaz metan. Deoarece excedentul de energie termică din cadrul stației de epurare este foarte ridicat, se consideră că printr-o optimizare a distribuției energiei termice s-ar putea reduce consumul de gaz cu cca. 30%. Aceasta reprezintă cca. 30.000 m³/a.

Se recomandă ca aceste măsuri să fie aplicate împreună cu alte măsuri de optimizare a funcționării centralei termo-electrice.

B.2 Instalarea celei de a 2-a pompe de recirculare

Pentru o bună denitrificare conform experienței personalului de exploatare, raportul de recirculare trebuie să fie de 3,7. În prezent pompa de recirculare internă funcționează la capacitate maximă, realizând un raport de recirculare de 1,45, simultan cu o recirculare externă, de la decantarea secundară spre activare, cu un raport de 2,25. Pentru asigurarea unei concentrații suficiente de substanță uscată în bazinul de activare ar fi suficient un raport de recirculare externă de 100%.

Înălțimea de pompare a unei a 2-a pompe de recirculare fiind mult mai redusă decât cea a unei stații de pompare pentru recircularea nămolului, se recomandă extinderea sistemului de pompare de recirculare. Astfel s-ar reduce volumul de nămol recirculat.

Economii

Pot fi economisite anual cca. 9 MWh/a. Investițiile necesare - o nouă pompă plus montarea acesteia - ar însema costuri de cca. 6500 Euro. Suplimentar se mai necesită redimensionarea conductelor și armăturilor.

B.3 Studiu comparativ al soluțiilor de valorificare a biogazului sub formă de energie electrică

În trecut conversia la energie electrică se făcea exclusiv prin intermediul unor motoare cu ardere internă (motoare Otto pe gaz sau Diesel). Odată cu dezvoltarea instalației de biogaz acestea au fost modernizate, obținându-se un randament de conversie mai ridicat.

Pentru instalațiile de capacitate mică se pot utiliza motoare Stirling sau microturbine, la care lucrările de întreținere sunt foarte reduse. Astfel, pentru stațiile de epurare de capacitate mică aceste agregate se justifică din punct de vedere economic chiar dacă investiția inițială este ridicată. Aceste alternative au fost dezvoltate în amănunțime în lucrarea „Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen” – Haberkern B. et al. [15]:

Microturbine [15]

În ultimii ani pe piața europeană au apărut turbine de gaz de capacitate mică, cu puteri cuprinse între 30 - 300 kW. În Germania sunt folosite cel mai frecvent microturbine Capstone cu o putere electrică de 30 – 60 kW.

În turbinele de gaz are loc o comprimare a aerului, prin intermediul unui compresor, aer care este introdus în amestec cu gazul într-o camera de ardere. Gazele arse acționează turbina care la rândul ei antrenează compresorul și generatorul de energie electrică. Componentele principale ale unei turbine de ardere a gazului sunt compresorul, camera de ardere și turbina propriu-zisă. La microturbine apare suplimentar un recuperator de căldură care preîncălzește aerul necesar arderii obținându-se astfel o creștere a randamentului de conversie de la 15 % la 30 %. Conversia electronică de frecvență asigură un randament stabil la încărcări variabile. Microturbinele necesită însă o presiune inițială a gazului de ardere de 3 – 4 bari. Consumul de energie electrică al compresorului de gaz la microturbinele de putere mică poate fi de până la 10 % din energia electrică produsă. La turbinele de capacitate mai mare acest aport scade la 5 – 8 %. Astfel, randamentul global al instalației variază, în funcție de capacitate, între 20 – 25 %. Prin utilizarea lagărelor cu gaz, în cazul microturbinelor se poate renunța complet la ungere. Majoritatea producătorilor indică niște perioade de revizie de cca. 8000 ore de funcționare pentru filtrul de aer, filtrul de combustibil și pentru termo-elementele care sunt în contact cu gazele arse. Acest interval corespunde la funcționarea continuă unei perioade de un an. Pentru instalația de aprindere și cea de injectare a combustibilului perioada de revizie poate crește chiar până la 16.000 ore. Comparativ, perioada de revizie la centralele termo-electrice care funcționează cu motoare cu piston, este mult mai redusă. Ca urmare costurile pentru contractele pentru revizia completă sunt corespunzător mai reduse. Reviziile complete se fac de către producătorii de centrale termo-electrice sau de firme de service specializate. În Germania la centralele termo-electrice care utilizează motoare cu piston și au o capacitate de până la 100 kW costurile de revizie sunt între 0,03 – 0,04 EUR/kWh. La firma Capstone aceste costuri înseamnă 0,01 EUR/kWh.

Alte avantaje:

- Durata totală de viață a utilajului e mai ridicată.
- Emisii de NO_x reduse
- Sunt silențioase în funcționare și nu produc sunete de frecvență joasă

La ora actuală utilizarea microturbinelor nu se face încă pe scară largă, investiția specifică fiind încă relativ ridicată, 2000 – 3000 EUR/kW (fără periferice) față de centralele termo-electrice clasice care presupun o investiție inițială de cca. 1500 EUR/kW.

Suplimentar devin necesare investiții mai ridicate pentru tratarea biogazului, deoarece microturbinile sunt mai sensibile la umezeală și la siloxani decât centralele termo-electrice clasice.

În concluzie putem spune că utilizarea micro-turbinelor se justifică numai acolo unde avantajul față de centralele termo-electrice clasice este major. Aceasta înseamnă utilizarea gazelor de ardere de calitate inferioară, randament ridicat la solicitări variabile, cât și flexibilitatea în adaptarea la necesarul de căldură.

În cazul de față însă aceste avantaje nu sunt determinante. Ele pot deveni interesante atunci când costurile de întreținere combinate cu o eventuală scădere a investiției inițiale și cu durata de viață mai ridicată, ar contrabalansa randamentul scăzut al instalațiilor actuale. Din această cauză nu recomandăm încă utilizarea de microturbine.

Motoare Stirling [15]

La motoarele Stirling energia termică este convertită direct în lucru mecanic. Această energie termică este aplicată gazului de lucru (de ex. Heliu) din exterior prin intermediul unui schimbător de căldură. Gazul de lucru este împins între doi cilindrii, unde se contractă la temperaturi scăzute și se extinde la temperaturi ridicate. La acest motor nu are loc o ardere internă ca la un motor pe benzină sau diesel. Sursele de căldură pot fi variate, ca de exemplu: energie solară, căldură provenită de la arderea gazului colectat de la deponee de deșeuri sau, în cazul de față, căldura provenită din arderea biogazului de la stația de epurare.

La ora actuală motoarele Stirling sunt oferite de puțini producători. Capacitatea modulelor de serie variază între 1 – 10 kW. Astfel de module au fost gândite pentru uzul în gospodării individuale sau complexe mici de locuințe.

Pentru utilizarea bio-gazului de la stațiile de epurare, este cunoscut un singur producător (firma Solo) care oferă module cu o capacitate de 2 – 9 kW_{el}.

Fabricarea în serie a unui motor Stirling pentru biogaz cu o capacitate de producere a energiei electrice de 50 kW este pe moment sistată.

Motorul Stirling, comparativ cu motorul Otto sau Diesel, are un randament mai scăzut, de cca. 23 %.

Ca și avantaje ale motorului Stirling trebuie menționate:

- Datorită construcției închise (gazele de ardere nu pătrund în interiorul motorului) perioadele de revizie sunt foarte lungi, depășind 5000 ore de funcționare. Prin aceasta reducându-se foarte mult cheltuielile de exploatare.
- Emisia de noxe a arzătoarelor de la motoarele Stirling are valorilor corespunzătoare tehnologiilor moderne de ardere și este considerabil mai mică decât cea a motoarelor Otto cu gaz.

În cadrul instalațiilor pilot au apărut însă niște probleme datorate depunerilor de siliciu, aceasta ducând la scăderea randamentului. În cazul de față, datorită costurilor de investiție ridicate, a capacităților prea mici și a unor probleme tehnice de adaptare, utilizarea motoarelor Stirling nu este recomandată. Astfel încât în continuare vom analiza doar varianta convențională de centrală termo-electrică.

B.4 Înlocuirea unuia dintre generatoarele termo-electrice

Pentru reabilitarea centralei termo-electrice se propune înlocuirea generatorului 1. Acesta, datorită gazelor arse nu poate fi acționat decât cu gaz metan. În plus, este și cel mai vechi dintre generatoare. Noul generator se va dimensiona la o încărcare corespunzătoare producției minime zilnice de biogaz. Deoarece producția de biogaz a crescut simțitor între 2011 și 2012 (a se vedea fig. 4.1.9) analiza economică s-a efectuat diferențiat pentru cei doi ani (a se vedea anexa 6)

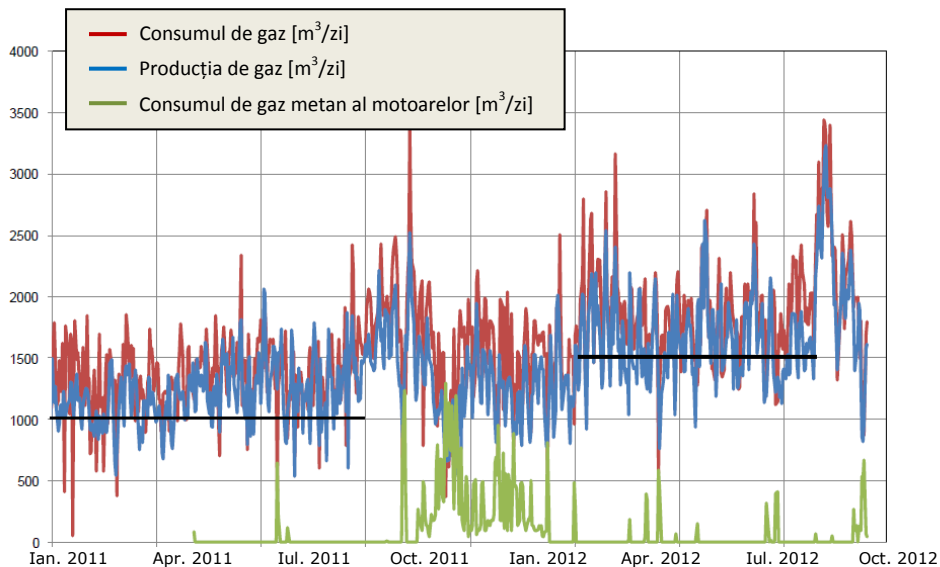


Fig. 4.1.9 Producția zilnică de biogaz (două puncte de măsurare), consumul de gaz metan al centralei termo-electrice.

În calculele de cost-beneficiu s-a pornit de la premisa că, pe lângă valorificarea monetară a energiei electrice produse se va atribui și un bonus pentru evitarea suprasolicitării rețelei electrice datorată alimentării descentralizate (conform legii priorității energiilor regenerabile). Aceasta presupune însă, că pe viitor se va renunța la utilizarea de gaz metan.

Această afirmație fiind la fel de valabilă pentru situația ambilor ani, măsura de reabilitare a centralei termo-electrice poate fi privită ca o măsură imediată. Dimensionarea definitivă se va face însă în baza unui proiect detaliat.

Compresorul pentru ridicarea presiunii gazului poate fi exclus atunci când centrala termo-electrică nouă este prevăzută cu o turbo-suflantă. În această situație presiunea de 10 mB asigurată de rezervorul de gaz poate fi considerată ca suficientă. În rest se recomandă utilizarea unui agregat de capacitate mai mică.

Trebuie ținut cont că la utilizarea unei centrale termo-electrice noi, randamentul referitor la producerea energiei electrice crește, însă randamentul termic scade. Asta înseamnă că în paralel se va face și optimizarea funcționării agregatelor de răcire.

Se va verifica și posibilitatea utilizării volumelor tampon de căldură.

B.5 Înlocuirea pompelor de recirculare pentru distribuția energiei termice

Prin utilizarea unor pompe de căldură eficiente se pot economisi până la 85% din costurile cu energia electrică. Până în prezent a fost înlocuită doar una din pompele de căldură existente. Această măsură devine rentabilă doar după luarea în considerare și a altor măsuri de investiții, urmând a se realiza odată cu modernizarea microcentralei termo-electrice și optimizarea automatizării sistemului de răcire de urgență.

Economii:

Prin înlocuirea tuturor pompelor de recirculare pot fi economisiți cel puțin 18 MWh/a.

C. Măsuri de perspectivă

C.1 Înlocuirea pompei separatorului de nisip și automatizare pornirilor

Oprirea manuală a pompei pentru evacuarea nisipului fiind destul de anevoioasă pentru personalul stației de epurare, se recomandă automatizarea funcționării acesteia. S-a vorbit despre aceasta și la punctul A.1.

C.2 Utilizarea de aeratoare de înaltă eficiență

Înlocuirea aeratoarelor ar trebui făcută cel puțin odată la zece ani, randamentul de aerare fiind diminuat în timp datorită depunerilor.

Tocmai de aceea gradul de creștere al eficienței instalației prin utilizarea unor aeratoare de înaltă performanță este mai redus decât în alte cazuri. Conform informațiilor producătorului ne putem aștepta la o creștere de maxim 10 %. Iar costurile suplimentare pentru aeratoare de înaltă eficiență ar fi de cca. 7 %.

Potențialul de economisire prin utilizarea de aeratoare de eficiență ridicată se situează la 37 MWh/a.

Se recomandă verificarea anterioară instalării acestor suflante, dacă apele uzate industriale ce intră în stația de epurare, nu reprezintă un pericol crescut de colmatare al membranelor.

C.3 Utilizarea motoarelor electrice de înaltă eficiență

În stațiile de epurare consumul de energie electrică se datorează aproape în întregime electromotoarelor. Datorită necesității reducerii costurilor cu energia și a cantității de emisii de CO₂, de câțiva ani pe piață au apărut motoare electrice cu eficiență sporită - motoarele Premium, corespunzătoare clasei de eficiență IE3 (IE = international efficiency) conform EN 60034-30/2008. Acestea, pe lângă reducerea costurilor cu energia, reduc și costurile de exploatare prin fiabilitate mai ridicată, reducerea timpilor de avarie și scăderea costurilor de mentenanță. Pierderile mai mici oferă motorului o toleranță mai bună la uzura cauzată de fenomenele termice, o capacitate mai bună de a suporta suprasarcina, o rezistență mai bună de funcționare și toleranță mai mare la tensiuni neconforme și curenți perturbatori. Aceste motoare prezintă, în special la puteri mici, un randament de până la 10 %

mai ridicat decât cele aparținând clasei IE1. Din principiu, cu cât agregatul este mai mic, cu atât economia procentuală realizată este mai mare. Costurile suplimentare pentru motoarele de tip IE3 sunt de până la 10 % și sunt întotdeauna justificate atunci când înlocuirea lor se face din alte considerente, în acest caz fiind luate în calculele de eficiență economică doar costurile energetice. [16], [66], [75], [100], [103], [104].

C.4 Utilizarea motoarelor cu clasă de eficiență IE3 în cadrul epurării primare

Prin utilizarea motoarelor cu clasa de eficiență energetică IE3 se pot obține economii de cca. 5 %. Acest potențial poate fi exploatat la maxim în cazul înlocuirii tuturor motoarelor cu motoare IE3 (tambur cablu raclor, antrenare, panou raclor, aerare). Se recomandă înlocuirea cel puțin a motoarelor cu funcționare continuă (tambur cablu raclor și antrenare).

Economii:

Înlocuirea motoarelor cu funcționare continuă duce la o economie de 0,5 MWh/a.

C.5 Utilizarea motoarelor IE3 la pompele de tip melc

Consumul de energie al stației de pompare de la intrarea în stația de epurare este de 50.000 kWh/a. Pentru o cantitate de apă uzată pompată de 2.100.000 m³/a și o înălțime de pompare de 4,5 m, consumul energetic specific este de 5,3 Wh/(m³·m). Stația de pompare fiind unul dintre cei mai importanți consumatori de energie electrică din cadrul stației de epurare, se justifică o analiză amănunțită a posibilității de optimizare a funcționării acesteia.

Aceleași măsuri de optimizare se justifică pentru toate stațiile de pompare intermediare.

Măsuri:

- Eficiența unei pompe de tip melc și avantajele utilizării convertizoarelor de frecvență pentru variația turației pompei nu sunt prezentate detaliat în literatura de specialitate și nici nu se dispune de rezultate concludente din practică. În baza rezultatelor actuale se poate obține prin schimbarea turației pompei o îmbunătățire a eficienței energetice cuprinsă între 10 – 20 %. Prin stabilirea turației, în funcție de nivelul apei uzate din camera de aspirație, acest nivel poate fi menținut la cota punctului de umplere al pompei. Astfel, se reduc pierderile hidraulice care apar atunci când nivelul apei este prea scăzut. Pierderile hidraulice au cea mai mare pondere. Restul pierderilor (din transmisia prin curea trapezoidală, motoare și transmisii) sunt comparativ mai scăzute [30].
- Dacă datorită regimului de funcționare discontinuă se pornește cu un randament al motorului de 70 %, prin utilizarea unui motor IE3 se poate obține un randament mai ridicat, de până la 80 – 85 %. Ceea ce, pentru același regim de funcționare, înseamnă o economie de 5 MWh/a [30].

C.6 Utilizarea motoarelor IE3 la evacuarea nămolului din decantoarele secundare

Prin utilizarea de motoare cu eficiență energetică ridicată, dotate cu posibilitate de reglare în trepte a vitezei, viteza raclorului poate fi adaptată cerințelor efective.

Economii:

Numai prin utilizarea motoarelor cu eficiență energetică ridicată se poate realiza o economie de cca. 1,0 MWh/a.

C.7 Utilizarea motoarelor IE3 la pompele de recirculare la rezervoarele de fermentare metanică

Cu un consum de 70 MWh/a instalația de fermentare a nămolului reprezintă unul dintre cei mai mari consumatori ai stației de epurare. 54 MWh/a sunt consumați de către pompele de recirculare. O reducere a timpului de funcționare nu este posibilă, deoarece pompele de recirculare pompează nămolul prin schimbătoarele de căldură, menținând astfel temperatura din rezervorul de fermentare. Se va avea în vedere ca pompele din dotare să funcționeze la randament optim. Se recomandă utilizarea de motoare cu eficiență energetică ridicată, care ar reduce consumul de energie cu 5 %.

Economii:

Numai prin înlocuirea motoarelor se pot economisi cca. 3 MWh/a.

C.8 Motoare IE3 pentru pompele de nămol primar

Prin utilizarea de motoare din clasa de eficiență IE3 se pot realiza economii de 5 %, aceasta însemnând 0,5 MWh/a.

C.9 Automatizarea funcționării ventilației prin termostatare

Ventilarea halei generatoarelor și a compresoarelor se recomandă a fi făcută prin termostatare. Astfel se evită funcționarea continuă a ventilatoarelor.

Economii:

Se estimează că timpul de funcționare se reduce cu peste 50 % în lunile de iarnă. Astfel economia de energie electrică va fi de 30 %, adică 3,2 MWh/a.

D. Măsuri indirecte (nerentabile din punct de vedere economic)

Următoarele măsuri nu propun o eficientizare energetică directă, ele sunt însă prezentate deoarece multe utilaje datorită vârstei vor trebui înlocuite în viitorul apropiat.

D.1 Racordarea gospodăriei de reactivi la rețeaua de termoficare

Prin racordarea gospodăriei de reactivi la rețeaua proprie de termoficare se va realiza o economie prin renunțarea la încălzirea electrică. Economia se estimează a fi de cca. 5 MWh/a.

D.2 Înlocuirea pompelor pentru apa industrială (apa de proces)

Cei mai mari consumatori de energie electrică din cadrul pavilionului de exploatare sunt pompele pentru apa de proces, cu 8 MWh/a, și încălzirea electrică. Se recomandă înlocuirea motoarelor cu motoare cu eficiență energetică ridicată. Economia estimată este de 3 MWh/a.

D.3 Reducerea cantităților de apă străină

Prin reducerea cantității de apă străină (de infiltrație) de la 41 % la 20 % în anul 2012, se reduce cantitatea de apă uzată cu 15 %, ceea ce înseamnă o economie energetică de 30 MWh/a. Pondere principală în economia de energie nu o are stația de pompare de la intrarea în stație, ci stația de recirculare a nămolului activ. Cantitatea de nămol activ recirculată fiind direct proporțională cu debitul influent.

E. Alte recomandări

E.1 Măsurile globale pt. Valorificarea biogazului

Măsurile S1 (optimizarea reglării răcirii de urgență) S3 (reabilitarea centralei termo-electrice) și S5 (înlocuirea pompei de recirculare a agentului termic) se vor avea în vedere în cadrul proiectului general de reabilitare. Aici se va face un proiect detaliat referitor la instalația de termoficare.

E.2 Utilizarea unei pompe de căldură

Utilizarea unei pompe de căldură se justifică numai atunci când se pot face economii de combustibili fosili pt. încălzire. Deoarece la stația de epurare apare un excedent de energie termică, optimizarea producerii și distribuției acesteia este mai stringentă decât producerea de energie termică suplimentară.

E.3 Panouri fotovoltaice pe clădirea tehnico-administrativă

În cadrul stației de epurare există posibilitatea montării de sisteme fotovoltaice pe acoperișurile clădirilor tehnico-administrative.

Pentru aceasta s-ar preta următoarele clădiri:

- Clădirea administrativă având o suprafață utilizabilă de acoperiș de cca. 200 m²
- Clădirea preseii filtru-cameră având o suprafață utilizabilă de acoperiș de cca.160 m²
- Hala generatoarelor cu o suprafață utilizabilă de acoperiș de cca. 320 m²

Suprafața totală disponibilă ar fi deci de cca. 680 m². Această suprafață ar permite montarea unor module fotovoltaice a căror suprafață utilă ar fi de cca. 340 m², având o capacitate totală de 50 kWp (cca. 7 m²/kW).

Pe viitor este prevăzută montarea unei instalații de climatizare pentru răcirea clădirii administrative în lunile de vară. Prin montarea unor panouri fotovoltaice s-ar putea acoperi cel puțin necesarul de energie al acesteia.

La ora actuală prețul de piață pentru o instalație fotovoltaică completă se situează în jur de 2.500 € – 3.000 € per kWp instalat. Deci pentru 50 kWp investiția necesară ar fi de cca. 125.000 € – 150.000 €.

În general se poate afirma, că un sistem de putere instalată de 1 kWp, în Germania, poate produce anual în jur de 800 - 900 kWh, în funcție de durata anuală a radiației solare. Luând în considerare o valoare specifică de 850 kWh/kWp, se va obține o producție de energie electrică de 42.500 kWh pe an. De aici se mai scad pierderi ale invertoarelor de cca. 6-7 %, rezultând o cantitate de 39.500 kWh energie electrică introdusă în sistemul național. La o remunerare de 27,36 ct/kWh (conf. reglementărilor valabile începând cu 01.01.2011) încasările anuale vor fi de peste 10.000 €/an. Aceste încasări mai pot fi sporite prin opțiunea autoalimentării, legislația germană prevăzând o subvenție suplimentară de 25 ct/kWh pentru energia produsă cu sisteme fotovoltaice și utilizată pentru consumul propriu.

E.4 Utilizarea unui clasor de nisip

În prezent nisipul rezultat din separatorul ciclonic este deshidratat și apoi depozitat. Prin utilizarea unei instalații de spălare, nisipul ar putea fi adus la o calitate care ar permite utilizarea imediată a acestuia la construcții de drumuri și șosele. Valorificarea acestuia în acest mod ar putea fi posibilă, mai ales că Societatea municipală de construcții drumuri și șosele se află în imediata vecinătate a stației de epurare. Se recomandă verificarea oportunității investiției într-un clasor de nisip cu scopul economisirii costurilor de evacuare a nisipului rezultat din procesul epurare.

E.5. Măsurile de optimizare a colectării de date

Se propune punerea în aplicare a următoarelor măsuri, în vederea minimizării consumului de energie în stația de epurare:

- instalarea unui sistem de măsurare și înregistrare constantă a pierderilor de presiune din rețeaua de suflante. Costurile cu înlocuirea la timp a aeratoarelor, odată cu creșterea pierderilor de presiune, se amortizează de regulă în termen de trei ani.
- instalarea unui sistem de măsurare și înregistrare a cantității de energie termică produsă de generatoarele din centrala termo-electrică.
- instalarea unui sistem de măsurare și înregistrare a orelor de funcționare a agregatului de răcire de urgență
- pentru a asigura o dimensionare și evaluare economică corectă a unui nou generator termo-electric trebuie verificate în mod regulat măsurătorile cantitative și efectuate analize periodice ale biogazului produs.

4.1.5 Analiza economică de eficientizare

4.1.5.1 Generalități

Oportunitatea măsurilor enumerate se va stabili pe baza unei analize cost-beneficiu. Pentru a determina costurile anuale ale capitalului, se aplică o rată a dobânzii pe capital de 3%, o posibilă creștere a costurilor de energie nefiind luată în considerare. Costurile anuale rezultă prin însumarea costurilor anuale ale capitalului și, după caz, a cheltuielilor de exploatare aferente măsurii puse în aplicare.

A fost luată în considerare ca durată de viață utilă/de exploatare a măsurilor individuale propuse valoarea general acceptată în literatura de specialitate. Producția de energie a fost însumată cu economiile de energie iar costurile curente au fost luate în considerare numai în cazul în care acestea sunt relevante din punct de vedere energetic energie.

Deoarece în urma punerii în aplicare a măsurilor imediate achiziționarea de energie electrică va tinde spre zero iar economiile de energie vor duce doar la creșterea cantității de curent livrate în sistem și nu la reducerea cantității de curent achiziționate, în cazul măsurilor imediate ne putem raporta la costurile de achiziție a energiei electrice, însă în cazul măsurilor pe termen mediu și a celor de perspectivă doar la valoarea de remunerare a energiei electrice introduse în rețea.

4.1.5.2 Analiza economică a măsurilor individuale propuse

Tab. 4.1.15

Nr.	Măsuri	Durata de viață ani	Costuri de investiție €	Investiții suplimentare €	Costuri anuale €/a	Economia de en. el kWh/a	Economia de gaz metan m ³ /a	Producția de en. el kW/a	Beneficiu anual €/a	C/B -
Măsuri imediate (C/B < 0,3)						0,16 €/kWh pt. achiziția de curent			0,37	
I1	Scoaterea din funcțiune a pompei de la separatorul de nisip pe timp de noapte					19.856			3.157	-
I2	Suflante noi la separatorul de nisip	12	5.000	5.000	502	24.090			3830	0,13
Total	Măsuri imediate		5.000	5.000	502	43.946	-	-	6.987	0,07
Măsuri pe termen scurt (0,3 < C/B < 0,7)						0,0897 €/kWh remunerare crt. introdus in retea				
S1*	Optimizarea automatizării distribuției caldura/racire de urgență	10	50.000	50.000	5.862	2.759	30.000		15.847	0,37
S2	Montarea celei de a 2-a pompe de recirculare	15	6.500	6.500	544	8.772			787	0,69
S3*	Înlocuirea unuia dintre motoarele centralei termo-el	12	281.563	281.563	28.286		15.000	288.060	49.626	0,57
S4	Automatizarea funcționării ventilației prin termostatare	10	1.000	1.000	117	3.219			289	0,41
S5*	Înlocuirea pompelor de recirculare pentru distribuția energiei termice	10	15.000	2.500	293	18.517			1.661	0,18
Total	Măsuri pe termen scurt		354.063	341.563	35.103	33.267	45.000	288.060	68.210	0,51

	Măsuri de perspectivă (0,7 < C/B < 1)					0,0897 €/kWh remunerare curent introdus in retea				
P1	Utilizarea de aeratoare de înalta eficiență	12	45.103	2.999	301	37.244		3.339	0,09	
P2	Utilizarea de motoare IE3 în cadrul epurării primare	15	2.500	250	21	525		47	0,44	
P3	Utilizarea de motoare IE3 la pompele cu melc	15	15.000	2.500	209	5.038		452	0,46	
P4	Utilizarea de motoare IE3 la evacuarea nămolului din decantoarele secundare	15	2.000	500	42	978		88	0,48	
P5	Utilizarea de motoare IE3 la pompele de recir-culare la rezervoarele de fermentare metanică	12	8.000	800	80	2.709		243	0,33	
P6	Înlocuirea pompei separatorului de nisip și automatizare pornirilor	12	10.000	10.000	1.005	Fără, fiind introdus deja ca și S1				
Total	Măsuri de perspectivă		82.603	17.049	1.658	46.474	-	-	4.169	0,40
	Măsuri indirecte (neeconomice) (C/B > 1)									
N1	Racordarea gospodăriei de reactivi la rețeaua de termoficare	15	15.000	15.000	1.256	5.400		484	2,59	
N2	Utilizarea de motoare IE3 la pompele de nămol primar	12	10.000	1.000	100	692		62	1,62	
N3	Înlocuirea pompelor pentru apa industrială	10	1.500	1.500	176	415		37	4,72	
Total	Măsuri indirecte (neeconomice)		26.500	17.500	1.533	6.507	-	-	548	2,63
	Total I/S/P		441.666	363.611	37.263	123.687	45.000	288.060	79.366	0,47

4.1.5.3 Bilanțul energetic și costurile energetice

Deja prin punerea în aplicare a măsurilor imediate enumerate mai sus rezultă o economie energetică de 44 MWh/a. Raportat la consumul actual de 836 MWh/a, aceasta reprezintă o economie de cca. 5 %. Se poate considera, că în urma implementării măsurilor imediate, se va reduce achiziția de curent electric de la rețea cu 50 %. Totodată poate fi mărită cantitatea alimentată în rețea cu 20 %.

Măsurile propuse pe termen scurt aduc o economie de 33 MWh/a și o producție suplimentară de energie electrică de 288 MWh/a – ceea ce ar însemna reducerea aproape la zero a necesarului de energie electrică de la rețea.

În tabelul de mai jos detaliem bilanțul energetic și potențialul de economisire a energiei electrice prin implementarea măsurilor propuse.

Tab. 4.1.16

Bilanț energie electrică Consum energie electrică [MWh/a]	Actual	Măsuri imediate	Măsuri imediate și pe termen scurt	Măsuri imediate, pe termen scurt și de perspectivă
Consum total energie electrică	836	792	759	713
Producția proprie	1.062	1.062	1.350	1.350
Consum din producție proprie	760	760	759	713
Achiziție de la rețea	76	32	-	-
Livrare în rețea + la gospodăria comunală	302	302	591	637
Economii		44	77	124

Nivelul economiilor efective depinde însă de gradul în care se reușește uniformizarea temporală a consumurilor.

Bilanțul energetic actual al stației de epurare studiate, în comparație cu situația implementării tuturor măsurilor propuse este evidențiat în figura 4.1.10 iar efectele financiare ale măsurilor de optimizare în figura 4.1.11.

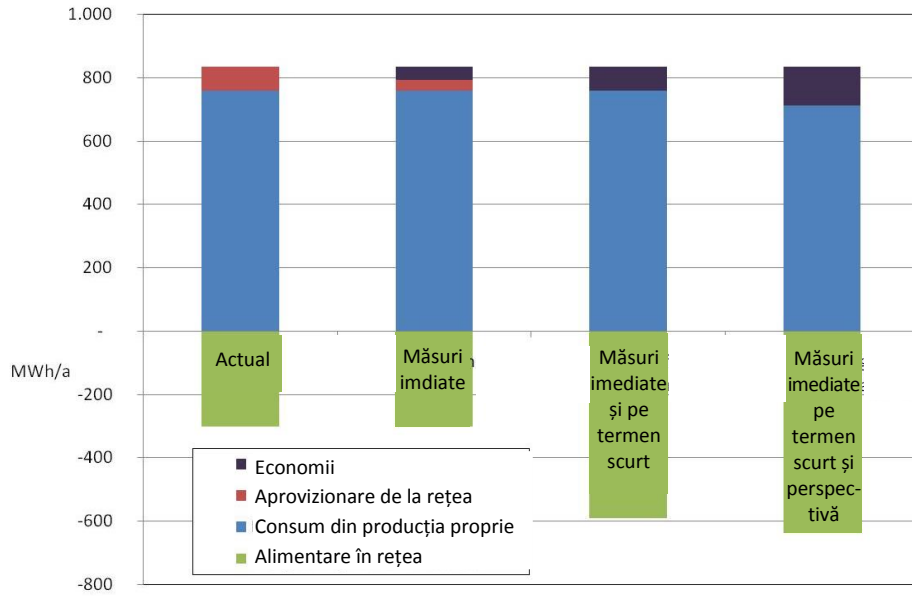


Fig. 4.1.10 Bilanțul energetic înainte și după implementarea măsurilor propuse

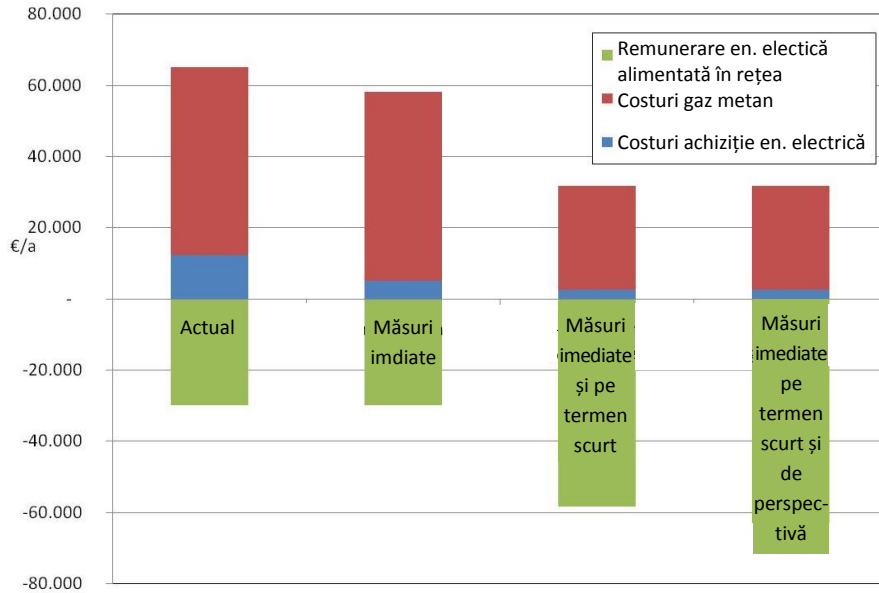


Fig. 4.1.11 Costurile cu energia electrică după implementarea măsurilor de optimizare propuse

Bilanțul energetic actual al stației de epurare studiate, respectiv bilanțul electric și cel termic sunt sintetizate în tabele 4.1.17 și 4.1.18.

Tab. 4.1.17

Bilanțul electric Consumul de energie (MWh/a)	Existent (2011/ 2012)	Măsuri imediate	Măsuri imediate și pe termen scurt	Măsuri imediate, pe termen scurt și de perspectivă
Consum total	836	792	75	713
Producție proprie	1062	1062	1350	1350
Consum din producție proprie	760	760	759	713
Aprovizionare en. el. de la rețea	76	32	-	-
Livrare în rețea + gospodăria comunală	302	302	591	637
Creștere livrare în rețea		0%	96%	111%
Economii		5%	9%	15%
Consum specific [kWh/LE·a]	22,6	21,4	20,5	19,3
Gradul de acoperire a necesarului propriu de energie electrică din producția proprie	118%	125%	178%	189%

Tab. 4.1.18

Bilanțul termic Consumul de energie (MWh/a)	Existent (2011/ 2012)	Măsuri imediate	Măsuri imediate și pe termen scurt	Măsuri imediate, pe termen scurt și de perspectivă
Consum total	1234	1234	1234	1234
Producție proprie de căldură	1897	1897	1669	1669
Gradul de acoperire a necesarului propriu de căldură din producția proprie	154%	154%	135%	135%

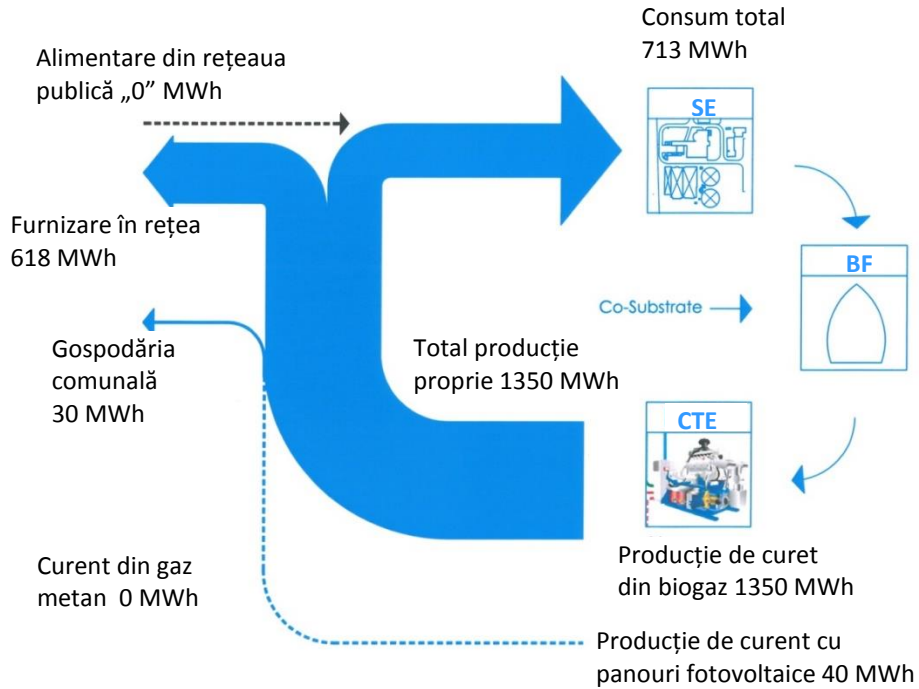


Fig. 4.1.12 Diagrama bilanțului electric al stației de epurare

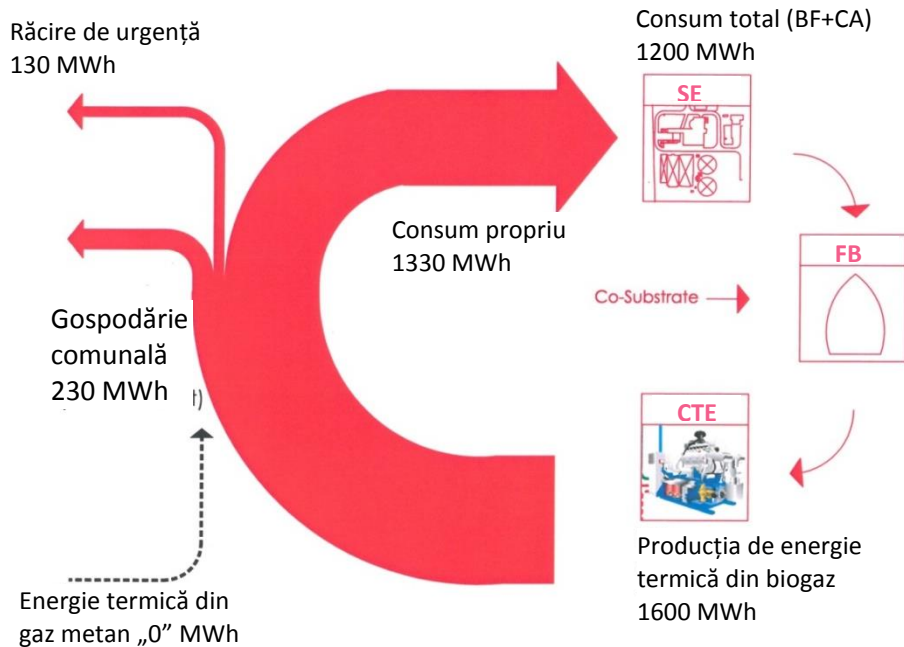


Fig. 4.1.13 Diagrama bilanțului termic al stației de epurare

4.1.5.4 Eficiența globală a măsurilor propuse

Economiile făcute și încasările aferente energiei electrice livrate în rețea însumează 79.000 €/a. Cheltuielile anuale situându-se la 37.000 €/a, rezultă un profit de 42.000 €/a. Costurile de investiție aferente tuturor măsurilor propuse sunt de cca. 441.000 €, din care 364.000 € sunt destinați unor investiții oricum necesare.

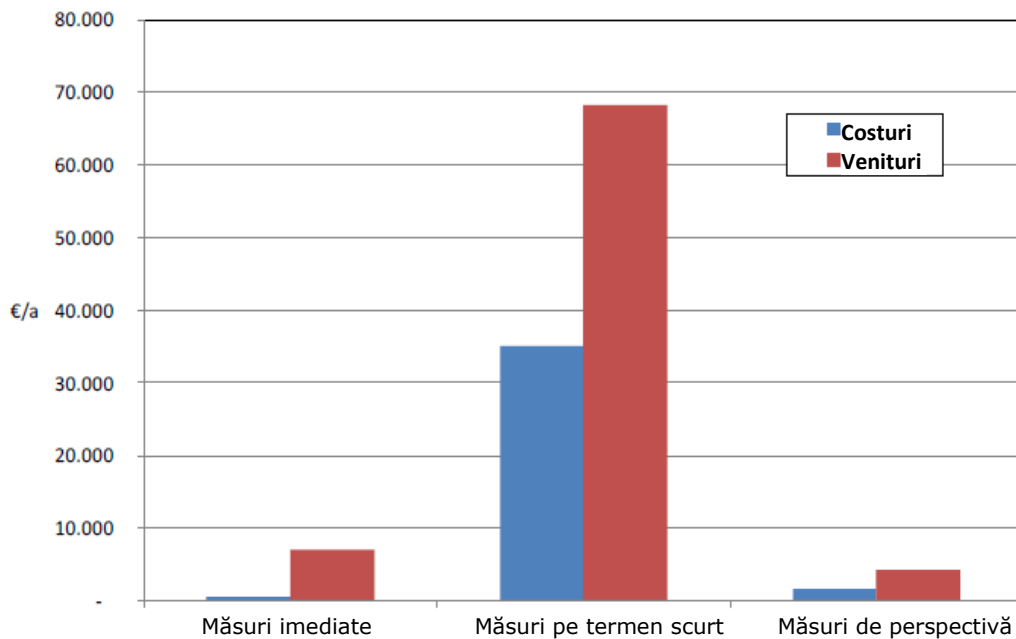


Fig. 4.1.14 Comparatie a costurilor anuale și a beneficiilor anuale

Transpunerea în practică a măsurilor de optimizare propuse se dovedesc a fi rentabile din punct de vedere economic.

4.1.6 Concluzii

În urma analizării sintetice a datelor de operare a stației de epurare studiate, s-a constatat că valoarea consumului specific de energie, de 23,4 kWh/L·a, aferent anului 2011, se situa deja de pe atunci sub limita de toleranță definită în literatura de specialitate (30 kWh/LE·a). Acest rezultat mai poate fi însă îmbunătățit. În urma analizării în detaliu a proceselor tehnologice și a echipamentelor utilizate a fost determinat potențialul de optimizare al stației și au fost definite măsuri concrete ce ar putea duce diminuarea consumurilor, respectiv a costurilor energetice. Aceste măsuri au fost supuse unei analize cost - beneficiu și apoi categorisite în măsuri imediate, pe termen scurt și de perspectivă. Efectele acestor măsuri se regăsesc sintetizate sub formă tabelară în anexa 6.

Potențialul cel mai ridicat de reducere a consumurilor energetice în stația de epurare studiată îl au următoarele trepte ale procesului tehnologic:

- optimizarea separatorului de nisip prin montarea unui sistem de aerare / suflante adecvate (măsură imediată)
- optimizarea automatizării răcirii de urgență a centralei termo-electrice (măsură pe termen scurt)
- montarea celei de a 2-a pompe de recirculare la denitrificare (măsură imediată)
- utilizarea de aeratoare de înaltă eficiență (măsură de perspectivă)
- utilizarea unor acționări de înaltă eficiență (IE3) la motoarele cu funcționare continuă (măsură de perspectivă)
- alte măsuri de mai mică anvergură

Pe lângă posibilitățile de reducere a consumurilor energetice, stația de epurare A are însă și un considerabil potențial sporire a producției de energie. În acest scop a fost analizată posibilitatea înlocuirii unuia din generatoarele centralei termo-electrice cu un agregat modern cu randament electric îmbunătățit. Se recomandă implementarea imediată a acestei măsuri.

În vederea reducerii costurilor aferente, se recomandă proiectarea și implementarea simultană a măsurilor de înlocuire a generatorului din centrala termo-electrică, de optimizare a răcirii de urgență și a distribuției de căldură.

Potențialul de reducere a consumului energetic prin punerea în aplicare a măsurilor propuse este de 123 MWh/a, ceea ce reprezintă 14 % din consumul actual. Consumul specific mediu anual al stației de epurare poate fi astfel redus de la 22,6 kWh/LE·a la 19,3 kWh/LE·a. Din punct de vedere economic această reducere a costurilor cu energia achiziționată din sistemul public este însă mai puțin interesantă. Mult mai important este potențialul de producție de energie, respectiv sumele ce pot fi obținute din remunerarea curentului electric introdus în rețeaua publică. Aceasta se ridică la 79.000 € pe an, la o investiție necesară de 364.000 € și cheltuieli anuale cu energia de 37.000 €.

4.2 Studiu de caz II. – efectuat pe stația de epurare Timișoara

Ca un al doilea studiu de caz, se face referire la stația de epurare a orașului Timișoara. Proiectată și construită de ing. Stan Vidrighin, Stația de Epurare a orașului a fost printre primele construite în țară, fiind dată în funcțiune la 26 octombrie 1912. De atunci și până acum stația de epurare Timișoara a cunoscut mai multe etape de extindere și re tehnologizare.

Odată cu aderarea României la Uniunea Europeană a devenit necesară rezolvarea problemelor de protejare a mediului înconjurător. Emisarul SEAU Timișoara fiind râul Bega, care este un râu transfrontalier, s-a impus alinierea la legislația europeană și transpusă, în vigoare (NTPA 001/2004 și Directiva 271/11.05/1991). Ca urmare a fost realizat proiectul de modernizare al stației în vederea adaptării serviciilor oferite la exigențele normelor de mediu amintite. Modernizarea stației de epurare, care a însemnat reabilitarea treptei mecanice de epurare și construcția a două linii noi - una de tratare biologică și terțiară a apei uzate (pentru eliminarea azotului și fosforului) și una pentru tratarea nămolului, a fost finalizată în iulie 2011.



Fig. 4.2.1 Stația de epurare Timișoara



Fig. 4.2.2. Schema fluxului tehnologic SE Timișoara

4.2.1 Descrierea procesului tehnologic din SE Timișoara

Procesul tehnologic de epurare al apelor uzate colectate de pe vatra municipiului Timișoara este constituit din linia apei și din cea a nămolului. Linia apei cuprinde treapta de epurare mecanică și treapta de epurare biologică avansată, iar pe linia nămolului sunt dezvoltate procesele de neutralizare pe cale fizică, fără valorificarea energetică a maselor organice conținute de apele uzate. Această opțiune a fost determinată de faptul că încărcările organice, fiind relativ reduse, nu justifică o tratare anaerobă cu obținere de biogaz. Concentrația redusă a maselor organice a fost determinată, în momentul proiectării, de faptul că: consumurile specifice depășeau cu mult limitele recomandate de normele europene ($q_s = 500 - 650$ l/LE·zi); sistemul de canalizare fiind de tip unitar; nivelul ridicat al apelor freatice; gradul de uzură ridicat al rețelei de canalizare, funcționând ca un sistem de drenaj. Toate aceste aspecte au fost luate în considerare la stabilirea tehnologiei actuale a stației de epurare, caracteristicile apelor epurate situându-se cu mult sub reglementările normelor europene și românești. Menționăm faptul că în momentul de față consumul specific mediu de apă uzată este de 118 l/LE·zi, aspect care ar asigura o concentrație constantă (42% material anorganic, 58% material organic), rețelele de canalizare existente sunt parțial reabilitate, eliminându-se prin aceasta aportul suplimentar de ape străine.

În tabelul 4.2.1 sunt redate caracteristicile actuale ale apelor uzate la intrarea și, respectiv ieșirea din stația de epurare Timișoara.

Tab. 4.2.1

Caracteristici ale apei uzate	Intrare SE	Ieșire SE
T aer	8.681	8.681
T apa	19.534	19.058
pH	7.510	7.427
MS	148.735	9.946
CBO5	107.073	6.765
CCOCr	255.872	25.062
NO3	4.394	18.229
NO2	0.316	0.180
NH4	22.804	0.297
N total	34.014	7.433
PO4	8.683	3.062
P total	2.889	0.984
Reziduu total	543.294	358.130
Reziduu fix	396.545	345.281
Reziduu calcinat	275.815	182.870
Extractibile	22.167	8.402
Detergenti	2.648	0.308
SO4	78.000	67.500
Zn	0.033	0.023
Cu	0.029	0.020
Cr	0.032	0.016
Ni	0.034	0.019
Fe	1.074	0.192
Cl	93.667	83.563
Fenoli	0.024	0.011
TOC	83.829	4.730

Componentele stației de epurare sunt constituite din treapta mecanică, treapta de epurare biologică avansată și din linia nămolului.

A. Treapta mecanică

A.1 Canal intrare și stație pompare apă pluvială

Canalul de intrare în stația de epurare este echipat cu un stăvilor pentru situații de urgență și un senzor de nivel ultrasonic cu rol de reglare al debitului de intrare în stație. Stăvilorul poate fi închis atunci când debitul de intrare depășește $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$, astfel încât apa este deviată stația de pompare a apelor pluviale.

Gratarul mecanic, cu lățime între bare de 100 mm, este dotat cu un dispozitiv de colectat, presat și stocat reziduurile. Este de fapt o cupă de colectare mobilă, care poate funcționa în direcție verticală și orizontală și un dispozitiv de ridicare, care împreună asigură îndepărtarea impurităților grosiere din apa de scurgere.



Fig. 4.2.3 - Gratarul mecanic la intrarea în SE Timișoara

Stația de pompare a apelor pluviale este dotată cu 7 pompe submersibile de tip Flight, fiecare având bașă proprie. Șase dintre acestea funcționează în regim de asistență iar una rămâne în stand-by (regim 6+1). Pompele de apă pluvială pornesc automat odată cu ridicarea nivelului apei. Prima intră în funcțiune la atingerea cotei de 3,00 m, celelalte urmând să pornească odată cu creșterea nivelului cu câte 0,15 m. Ultima pompă devine activă la 3,90 m. Oprirea pompelor se face tot automat, odată cu scăderea nivelului apei pluviale la cotele de referință stabilite. Protecția de aspirare se asigură a 2,15 m, nivel la care toate pompele sunt oprite.

În vederea reducerii ciclurilor de operare și creșterea fiabilității se recomandă o funcționare uniformă a fiecărui agregat prin prniri și opriri succesive, în raport cu mărimea debitelor pompate și a duratelor de funcționare a fiecărui agregat, prin utilizarea principiului de rotire a agregatelor de pompare.

A.2 Bazine de retenție apă pluvială

Bazinele de retenție au rolul de a reține apele de amestec (apă uzată și apa din precipitații) atunci când capacitatea stației de epurare este depășită (debit maxim 3.0 m³/s). Cele 4 bazine pot prelua un debit influent de 1,3 m³/s (4.680 m³/oră), asigurând un timp de retenție de aproximativ 2 ore.

Bazinele se descarcă în mod automat atunci când debitul în stația de pompare intermediară scade la un nivel la care debitul suplimentar descărcat nu va duce la repornirea pompelor pentru ape pluviale.

Bazinele sunt dotate cu pompe de amestecare cu jet de apă pentru evitarea depunerilor. Pompele sunt controlate cu senzori de nivel iar datorită amestecării cu jet nu rămân depuneri pe radierul bazinelor. După golirea bazinelor de retenție toate vanele se închid pentru o nouă umplere.

A.3 Grătare

Treapta de epurare mecanică este dotată cu patru gratare rare (10 mm) și patru gratare dese (6 mm), distribuite pe patru linii de epurare, localizate în clădirea grătarelor. Capacitatea hidraulică a unui grătar este de 1.43 m³/s. Regimul de funcționare al grătarelor este de 3+1. Fiecare linie poate fi închisă individual prin utilizarea stăvilarelor.



Fig. 4.2.4 - Sala grătarelor

Gratarele sunt controlate prin măsurarea diferenței dintre nivelul indicat de senzorul instalat în amonte și cel din avalul gratarului. La atingerea unui nivel de diferență de 0,2 m, este pusă în funcțiune banda transportatoare a grătarelor și grătarul este curățat automat. Totodată pornește transportorul elicoidal și presa pentru spălarea substanței organice, și este deschisă vana apei tehnologice.

A.4 Deznisipatoare cuplate cu separatoare de grăsimi

Pentru reținerea nisipului ajuns în stația de epurare există un sistem de 4 compartimente de deznisipare, cu 2 cuve fiecare și poduri racloare. Bazinele au următoarele dimensiuni: lungime $L = 40,0$ m; lățime $l = 3,1$ m; adâncime $H = 3,3$ m. Aici are loc reținerea nisipului pe fundul bazinului și separarea prin flotație a grăsimilor, printr-o barbotare puternică.



Fig. 4.2.5 - Deznisipator SE Timisoara

Nisipul reținut este evacuat continuu de către pompele submersibile instalate la baza bazinelor. Nisipul evacuat este separat de nămolul organic într-o instalație de spălare a nisipului - ciclon Huber, fiind apoi preluat de o firmă de construcții care îl utilizează la pozarea conductelor de canalizare.

Grăsimile barbotate cu aer sunt îndepărtate de către lamela racloare și apoi direcționate într-un concentrator de grăsimi. Apa separată aici este reintrodusă în fluxul de tratare iar grăsimile sunt colectate de o firmă specializată.

B. Treapta biologică

Epurarea biologică avansată a apelor uzate din Stația de epurare Timișoara cuprinde procedeul de nitrificare și denitrificare a compușilor cu azot și eliminarea prin procedeu chimic a fosforului din apa uzată.

B.1 Bazine de activare

În bazinele de activare au loc procesele de nitrificare-denitrificare. Ele sunt acătuite pe 4 linii, având un volum total de 106.600 m^3 ($4 \times 26.550 \text{ m}^3$ fiecare).

Bazinele au următoarele dimensiuni: lungime $L = 170,0$ m; lățime $l = 10,4$ m; adâncime $H = 5,98$ m. Între 20 - 40 % din volum se folosește pentru denitrificare, respectiv 60 -80 % reprezintă volumul de nitrificare.

Sistemul de aerare utilizat este cel cu bule fine, de tip Flucht Sanitair, imersat, echipat cu conducte colectoare, conducte principale de aer, suflante și dispozitive auxiliare.

Oxigenul este furnizat de suflante de tip Airzen, aerare oxica și anoxica (1/3), 4 mixere pentru zona anaerobă, sistem de aerare cu stabilizare aeroba a nămolului.

Sistemul de aerare este împărțit în 3 zone. În zona 1 și zona 2 există trei câmpuri de aerare și în zona 3 numai două câmpuri de aerare. În fiecare câmp este montat același număr de aeratoare cu disc.

Primul câmp de aerare din zona 1 poate fi activat sau dezactivat. Rezultă că acest câmp de aerare poate fi pus în funcțiune numai în caz de necesitate. Personalul care se ocupă de operare va lua această decizie, funcție de condițiile de lucru actuale în vederea obținerii unei bune denitrificări.



Fig. 4.2.6 - Bazin de activare SE Timisoara

Vana de reglare a aerului are funcția de a controla fluxul de aer. Variabila de control este conținutul de oxigen dizolvat.

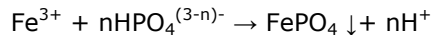
Fiecare linie de aerare este echipată cu câte 2 pompe de recirculare internă (total 8 pompe) dintre care una funcționează ca pompă activă și una ca pompă de încărcare de vârf. Pompele active sunt montate la baza fiecărui bazin. Debitul de recirculare de la pompa activă este direcționat printr-o conductă în zona anoxică a bazinului de aerare.

Pompele de încărcare de vârf sunt montate direct sub canalul de recirculare pentru nămol, într-o conductă scurta care intră în peretele lateral al canalului de recirculare pentru nămol. O clapeta de sens previne refluxul din canal în bazinul de aerare.

Pompe de recirculare funcționează cu convertizor de frecvență. Valoarea de recirculare poate fi modificată de către operator în timpul exploatarei, în funcție de proces, analiză și experiență.

B.2 Eliminarea fosforului

Eliminarea fosforului se face prin precipitare chimică, reactivul de precipitare utilizat fiind sulfat feric ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) de concentrație 40 %. Reacția de precipitare ce are loc este:



Dozarea reactivului se face în mod automat.

B.3 Decantare secundare

Principala funcție a decantoarelor secundare este reținerea nămolului activ din cadrul amestecului apă-nămol provenit de la bazinele de activare. Gradul de separare are o influență majoră asupra eficienței procesului de tratare. În cadrul SE Timișoara, decantarea secundară se realizează în 8 bazine de decantare (4+4): patru decantoare cu diametrul $D = 40$ m și patru decantoare cu diametrul $D = 48$ m.

Nămolul activat reținut în decantoarele secundare este recirculat în bazinele de activare prin intermediul unor conducte de recirculare a nămolului, cu pompe instalate în stațiile de pompare RAS/SAS.

Prin mineralizarea încărcărilor, microorganismele care participă la procesele biologice dobândesc energie și se înmulțesc. În vederea păstrării unei concentrații constante a nămolului activ în bazinul de activare, surplusul de nămol se elimină, reprezentând nămolul în exces.



Fig. 4.2.7 - Decantor secundar SE Timisoara

Fiecare grup de decantoare secundare sunt echipate cu câte o stație de pompare. Stațiile de pompare sunt dotate fiecare cu șase pompe, trei pentru recircularea nămolului activat și trei pentru evacuarea nămolului în exces.

Pompele submersibile de recirculare pentru nămol (activă/activă/de rezervă) au o capacitate de $1,300 \text{ m}^3/\text{oră}$ fiecare. Controlul debitului de nămol activ recirculat spre bazinul de activare, respectiv debitul de nămol în exces, sunt reglate automat prin intermediul unui senzor de nivel cu măsurare ultrasonică. Pentru a

asigura o bună funcționare a stației de pompare, grupul de pompe în funcțiune va fi acționat prin intermediul unui sistem de control care permite alternarea pompelor în vederea asigurării unui grad de uzură uniform.

Cele trei pompe submersibile, care efectuează extragerea de nămol activat în exces, au o capacitate de 25 m³/h. Și aceste pompe funcționează în regim activ/rezervă/stand-by. Pompele transportă surplusul de nămol activat prin intermediul unei conducte până la bazinele de stocare.

C. Tratarea nămolului

Nămolul obținut în stația de epurare este tratat cu ajutorul polielectroliților, îngroșat, deshidratat și apoi depozitat în deponeul de deșeuri al orașului Timișoara sau se va folosi ca fertilizant în agricultura, dacă calitatea acestuia va permite.

Îngroșarea nămolului și deshidratarea acestuia vor fi executate în instalații combinate, constând dintr-un agregat de îngroșare și o presă rotativă. Procesul de deshidratare este accelerat cu ajutorul polimerilor.



Fig. 4.2.8 - Instalația de dozare a polimerului SE Timișoara

Nămolul este preluat de 3 pompe de tip Nemo și transportat la cele 3 filtre presă de tip Bellmer. Cele trei pompe instalate funcționează în regim activ/activ/stand-by. Controlul pompelor are loc cu măsurarea adecvată a debitului, cu debitmetre magnetice situate în conducta de refulare. Funcționarea pompelor depinde de capacitatea preselor și de nivelul de nămol din bazinele de stocare.

Cele trei prese rotative de tip Bellmer, sunt montate în cascadă, având regim de funcționare activ/activ/stand-by. Fiecare presă are o capacitate maximă $Q_n = 73 \text{ m}^3/\text{h}$ nămol cu SU 1,3 %. Presele sunt alimentate la ora actuală cu $Q = 55 \text{ m}^3/\text{h}$. Inundarea preselor rotative este împiedicată prin închiderea automată a supapei de pe partea de presiune atunci când se oprește pompa de alimentare.

Înainte de intrarea nămolului pe masa gravitațională a preseii el este amestecat cu polimer cationic printr-o de instalație de dozare a polimerului. Polimerul vine livrat sub formă de pudră. Este amestecat la o concentrație de 0,5% iar transportul lui se face în curent de apă. Consumul de polimer al stației este de

3,5 kg polimer pudră/t SU, iar la ieșirea din filtrele presă namolul are un conținut de 20 - 22% SU.



Fig. 4.2.9 - Prese Bellmer SE Timișoara

Nămolul deshidratat este evacuat prin intermediul unui transportor cu bandă în containere (stocat intermediar) și apoi transportat și depozitat pe paturile de stocare. Pe viitor se preconizează uscarea în sere în care conținutul de SU este adus la 35-45%.

4.2.2 Dimensionarea și exploatarea stației de epurare

4.2.2.1 Date de dimensionare

SEAU Timișoara este dimensionată pentru 440.000EL, ea având capacitatea de a prelua 10800 m³/zi. Ca și parametrii de funcționare proiectați amintim:

- Q zi mediu = 2.400 l/s
- Q zi maxim = 3.000 l/s
- CBO₅ = 22.000 kg/zi
- suspensii solide (MTS) = 28.000 kg/zi
- NH₄-N = 5.400 kg/zi
- P_{tot} = 1.600 kg/zi

Actualmente stația de epurare tratează cca. 51 milioane m³ de apă uzată pe an, debitul mediu al influentului fiind de 1.600 – 2.000 l/s.

Tab. 4.2.1 Date primare de dimensionare a stației de epurare

Parametri de funcționare	UM	Valoare
Debit - mediu zilnic efectiv	m ³ /h	4500
- mediu zilnic instalat $Q_{med}=2400$ l/s	m ³ /h	8640
Debit maxim pompat (pluvial) pe timp de ploaie	m ³ /h	75.600
Debit admis in treapta mecanică	m ³ /h	68.400
- Grătare ($Q_{max}= 4300$ l/s)	m ³ /h	15480
- Deznisipare ($Q_{max} =3000$ l/s)	m ³ /h	10800
Debit maxim admis in treapta biologica ($Q_{max} = 3000$ l/s)	m ³ /h	10800

4.2.2.2 Consumul energetic pe linia apei

Timisoara
year report from: 2011
energy consumption waterline

Month	waterline												
	38GF100_1PN_Z01 Foul pumping station real energy	17AP110_energy Recirculation p. 1 aeration t. 1 energy	17AP120_energy Recirculation p. 2 aeration t. 1 energy	17AP210_energy Recirculation p. 1 aeration t. 2 energy	17AP220_energy Recirculation p. 2 aeration t. 2 energy	17AP310_energy Recirculation p. 1 aeration t. 3 energy	17AP320_energy Recirculation p. 2 aeration t. 3 energy	17AP410_energy Recirculation p. 1 aeration t. 4 energy	17AP420_energy Recirculation p. 2 aeration tank 4 energy	18BS600_energy Aeration Blower 1 energy	18BS610_energy Aeration Blower 2 energy	18BS620_energy Aeration Blower 3 energy	18BS630_energy Aeration Blower 4 energy
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January													
February													
March	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
May	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
June	40.722	0,00	0,00	0,00	0,00	477,78	0,00	0,00	0,00	10.081,69	0,00	26.140,09	30.228,73
July	131.047	10.715,41	0,00	10.079,10	0,00	6.957,67	1.508,33	1.642,22	530,96	35.707,65	0,00	64.294,79	117.701,35
August	162.425	3.238,11	0,00	5.404,53	0,00	0,00	7.321,91	5.587,11	5,01	12.919,83	0,00	78.561,83	137.196,27
September	158.362	4.446,40	31,34	4.467,47	0,00	0,00	5.890,73	3.960,81	215,45	58.681,14	55.199,43	66.730,22	57.000,49
October	172.242	5.318,36	314,11	5.702,29	0,00	0,00	6.437,05	4.342,92	302,18	72.726,84	0,00	92.893,31	78.903,41
November	157.070	5.806,86	75,31	6.125,17	0,00	9,74	2.805,80	3.933,32	62,67	33.536,15	0,00	56.497,55	62.498,47
December	170.788	6.550,87	506,03	7.659,73	0,00	6.427,98	520,65	6.506,95	511,87	30.851,44	65.548,84	73.712,41	0,00
Value	992.656	36.076,00	926,80	39.438,30	0,00	13.873,17	24.484,46	25.973,32	1.628,15	254.504,74	120.748,27	458.830,19	483.528,72
Min	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	172.242	10.715,41	506,03	10.079,10	0,00	6.957,67	7.321,91	6.506,95	530,96	72.726,84	65.548,84	92.893,31	137.196,27

Consumul energetic pe linia apei 2012

Timisoara
year report from: 2012
energy consumption waterline

Month	waterline												
	38GF100_IPN_ZD1 Foul pumping station real energy	17AP110_energy Recirculation p. 1 aeration t. 1 energy	17AP120_energy Recirculation p. 2 aeration t. 1 energy	17AP210_energy Recirculation p. 1 aeration t. 2 energy	17AP220_energy Recirculation p. 2 aeration t. 2 energy	17AP310_energy Recirculation p. 1 aeration t. 3 energy	17AP320_energy Recirculation p. 2 aeration t. 3 energy	17AP410_energy Recirculation p. 1 aeration t. 4 energy	17AP420_energy Recirculation p. 2 aeration tank 4 energy	18BS600_energy Aeration Blower 1 energy	18BS610_energy Aeration Blower 2 energy	18BS620_energy Aeration Blower 3 energy	18BS630_energy Aeration Blower 4 energy
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	180.771	6.252,74	1.177,31	6.606,38	0,00	6.097,68	1.184,50	6.203,45	1.195,15	52.418,02	117.207,90	55.365,25	0,00
February	186.625	5.403,62	1.759,77	0,00	0,00	5.281,61	1.765,19	5.372,04	1.762,74	43.034,32	64.211,24	96.032,97	0,00
March	186.518	5.692,42	1.481,38	0,00	0,00	5.538,30	1.492,21	5.659,89	1.483,32	94.857,08	62.987,57	119.466,67	0,00
April	185.069	6.133,43	1.229,84	0,00	0,00	5.986,81	1.236,86	6.115,94	1.246,45	45.453,58	119.461,11	87.787,35	0,00
May	186.675	6.687,34	1.111,63	0,00	0,00	6.528,97	1.121,21	6.668,29	1.119,40	86.043,80	81.930,24	92.141,76	0,00
June	175.899	5.798,05	544,64	182,45	0,02	5.631,06	544,71	5.759,93	556,07	38.062,87	78.996,01	102.113,63	0,00
July	170.726	5.843,61	591,07	0,00	0,00	5.664,89	606,35	5.814,13	607,60	60.756,62	48.345,00	80.606,71	34.569,79
August	156.646	5.421,85	134,26	0,00	0,00	5.257,36	146,90	5.390,07	145,34	30.750,29	30.958,85	87.941,90	71.161,08
September	155.800	5.227,10	167,46	0,00	0,00	5.085,90	169,65	5.194,00	172,60	51.226,96	88.293,99	57.270,40	32.783,29
October	164.683	6.109,60	85,98	0,00	0,00	5.997,22	77,23	6.094,00	89,29	58.086,77	94.005,81	43.893,84	18.127,36
November	164.399	6.482,53	29,07	0,00	0,00	6.398,90	28,14	6.465,52	29,20	42.437,61	29.018,02	75.153,85	62.592,28
December	194.047	5.928,13	1.430,89	0,00	0,00	5.849,44	1.445,19	5.940,02	1.416,28	25.602,70	52.564,88	62.318,32	49.074,46
Value	2.107.858	70.980,43	9.743,30	6.788,84	0,02	69.318,14	9.818,15	70.677,30	9.823,42	628.730,63	867.980,61	960.092,64	268.308,27
Min	155.800	5.227,10	29,07	0,00	0,00	5.085,90	28,14	5.194,00	29,20	25.602,70	29.018,02	43.893,84	0,00
Max	194.047	6.687,34	1.759,77	6.606,38	0,02	6.528,97	1.765,19	6.668,29	1.762,74	94.857,08	119.461,11	119.466,67	71.161,08

Consumul energetic pe linia apei 2013

Timisoara
year report from: 2013
energy consumption waterline

Month	waterline												
	38GF100_IPN_Z01 Foul pumping station real energy	17AP110_energy Recirculation p. 1 aeration t. 1 energy	17AP120_energy Recirculation p. 2 aeration t. 1 energy	17AP210_energy Recirculation p. 1 aeration t. 2 energy	17AP220_energy Recirculation p. 2 aeration t. 2 energy	17AP310_energy Recirculation p. 1 aeration t. 3 energy	17AP320_energy Recirculation p. 2 aeration t. 3 energy	17AP410_energy Recirculation p. 1 aeration t. 4 energy	17AP420_energy Recirculation p. 2 aeration tank 4 energy	18B5600_energy Aeration Blower 1 energy	18B5610_energy Aeration Blower 2 energy	18B5620_energy Aeration Blower 3 energy	18B5630_energy Aeration Blower 4 energy
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	206.464	5.441,60	2.282,24	0,00	0,00	5.337,68	2.283,69	5.434,25	2.271,59	20.034,45	41.279,25	40.497,31	58.499,76
February	184.264	4.514,80	2.055,34	0,00	0,00	4.414,11	2.090,77	4.510,28	2.045,16	36.024,51	70.601,76	41.097,47	21.786,00
March	240.979	5.134,26	3.942,27	2.785,34	2.179,60	5.021,09	3.950,04	3.504,56	1.892,42	6.507,66	67.040,43	39.928,35	57.457,55
April	235.813	4.487,07	4.016,87	4.469,41	2.977,67	4.334,18	4.037,91	0,00	0,00	16.540,61	19.340,77	33.673,86	78.151,06
May	193.741	6.600,14	1.195,91	6.608,00	804,46	6.455,08	1.213,48	0,00	0,00	13.740,14	18.622,47	0,01	65.027,73
June	187.950	5.468,52	1.580,63	5.470,29	1.296,01	5.327,68	1.592,71	0,00	0,00	0,00	16.157,25	14.128,65	45.188,76
July	165.623	6.038,24	364,41	6.055,32	241,77	5.935,04	365,16	0,00	0,00	26.757,08	12.923,43	68.490,87	0,00
August	148.586	4.995,68	160,73	4.947,77	121,84	4.863,88	165,57	0,00	0,00	64.107,70	37.065,87	42.094,62	61.190,84
September	149.636	1.758,79	25,92	4.985,10	338,72	4.930,17	450,80	3.199,46	421,97	5.560,58	48.291,91	86.947,84	58.758,40
October	168.305	0,00	0,00	6.032,41	354,51	5.969,55	443,49	6.123,15	446,91	19.351,36	63.363,16	76.640,57	34.975,24
November	163.426	0,00	0,00	5.571,59	468,75	5.471,24	544,38	5.603,11	547,71	33.678,07	14.975,57	58.042,65	102.086,63
December	158.402	0,00	0,00	6.197,07	67,42	6.056,70	76,51	6.186,61	74,91	46.206,47	87.525,93	11.515,40	32.678,80
Value	2.203.189	44.439,10	15.624,33	53.122,30	8.850,74	64.116,39	17.214,50	34.561,41	7.700,68	288.508,63	497.187,78	513.057,59	615.800,76
Min	148.586	0,00	0,00	0,00	0,00	4.334,18	76,51	0,00	0,00	0,00	12.923,43	0,01	0,00
Max	240.979	6.600,14	4.016,87	6.608,00	2.977,67	6.455,08	4.037,91	6.186,61	2.271,59	64.107,70	87.525,93	86.947,84	102.086,63

4.2.2.3 Consumul energetic pe linia nămolului 2011

Timisoara
year report from: 2011
energy consumption sludgeline

Month	sludgeline												
	21AR100_energy Mixer surplus storage tank 1 energy	21AR110_energy Mixer surplus storage tank 1 energy	21AR200_energy Mixer surplus storage tank 2 energy	21AR210_energy Mixer surplus storage tank 2 energy	24AH701_energy Conveyor dewatered sludge inside energy	24AH702_energy Conveyor dewatered sludge outside energy	24AP100_energy Surplus sludge feeding pump 1 energy	24AP110_energy Surplus sludge feeding pump 2 energy	24AP120_energy Surplus sludge feeding pump 3 energy	24AP200_energy Polymer dosing pump 1 energy	24AP210_energy Polymer dosing pump 2 energy	24AP220_energy Polymer dosing pump 3 energy	24AP301_energy Wash water pump belt press 1 energy
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January													
February													
March	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
May	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
June	2.164,50	2.164,50	2.542,50	999,00	319,00	147,50	0,00	247,97	139,99	0,00	3,37	1,54	0,00
July	3.168,00	3.168,00	2.974,50	2.970,00	511,50	232,50	115,02	528,03	277,71	1,01	4,93	2,69	120,00
August	2.848,50	2.848,50	2.848,50	2.853,00	814,00	370,00	432,87	904,03	180,14	5,00	11,74	2,41	660,00
September	3.240,00	3.240,00	3.240,00	3.235,50	1.369,50	625,00	1.230,51	1.286,89	219,62	11,78	17,89	3,05	1.822,50
October	3.352,50	3.352,50	3.330,00	3.334,50	1.710,50	780,00	746,87	1.028,26	185,37	8,07	18,61	2,48	1.860,00
November	3.213,00	3.208,50	3.213,00	3.204,00	803,00	365,00	391,01	228,11	0,00	4,40	4,39	0,00	1.005,00
December	3.343,50	3.343,50	3.343,50	3.343,50	632,50	287,50	307,94	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	855,00
Value	21.330,00	21.325,50	21.492,00	19.939,50	6.160,00	2.807,50	3.224,21	4.223,29	1.002,82	33,57	60,93	12,17	6.322,50
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	3.352,50	3.352,50	3.343,50	3.343,50	1.710,50	780,00	1.230,51	1.286,89	277,71	11,78	18,61	3,05	1.860,00

Consumul energetic pe linia nămolului 2012

Timisoara year report from: 2012 energy consumption sludgeline

Month	sludgeline												
	21AR100_energy Mixer surplus storage tank 1 energy	21AR110_energy Mixer surplus storage tank 1 energy	21AR200_energy Mixer surplus storage tank 2 energy	21AR210_energy Mixer surplus storage tank 2 energy	24AH701_energy Conveyor dewatered sludge inside energy	24AH702_energy Conveyor dewatered sludge outside energy	24AP100_energy Surplus sludge feeding pump 1 energy	24AP110_energy Surplus sludge feeding pump 2 energy	24AP120_energy Surplus sludge feeding pump 3 energy	24AP200_energy Polymer dosing pump 1 energy	24AP210_energy Polymer dosing pump 2 energy	24AP220_energy Polymer dosing pump 3 energy	24AP301_energy Wash water pump belt press 1 energy
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	3.348,00	3.348,00	3.348,00	3.348,00	599,50	275,00	286,16	0,00	0,00	4,84	0,00	0,00	795,00
February	3.105,00	3.109,50	3.109,50	3.109,50	352,00	160,00	165,83	0,00	0,00	2,23	0,00	0,00	472,50
March	3.343,50	3.343,50	3.028,50	3.339,00	687,50	312,50	332,68	0,00	118,07	3,91	0,00	1,54	885,00
April	3.240,00	3.240,00	3.240,00	3.240,00	1.490,50	677,50	791,85	0,00	647,05	8,17	0,00	8,12	1.987,50
May	3.348,00	3.348,00	3.348,00	3.348,00	1.864,50	850,00	492,84	282,19	540,96	5,15	4,20	7,21	1.230,00
June	3.222,00	3.217,50	3.217,50	3.222,00	1.413,50	642,50	0,00	784,99	519,37	0,00	11,68	6,79	0,00
July	3.316,50	3.321,00	3.321,00	3.303,00	1.232,00	565,00	17,64	695,90	483,73	0,18	10,42	6,43	45,00
August	3.280,50	3.330,00	3.334,50	3.330,00	1.892,00	860,00	396,00	678,00	451,45	4,03	9,67	6,09	1.117,50
September	3.235,50	3.240,00	3.235,50	3.240,00	1.848,00	840,00	73,81	753,39	696,26	0,85	12,11	9,25	262,50
October	3.352,50	3.352,50	3.348,00	3.352,50	2.304,50	1.050,00	472,39	768,97	673,01	5,23	12,61	8,90	1.657,50
November	3.240,00	3.240,00	3.240,00	3.240,00	1.908,50	867,50	596,36	429,90	437,78	6,64	6,96	5,79	2.040,00
December	3.348,00	3.348,00	3.343,50	3.348,00	726,00	330,00	217,93	272,01	61,09	2,42	4,28	0,82	795,00
Value	39.379,50	39.438,00	39.114,00	39.420,00	16.318,50	7.430,00	3.843,47	4.665,36	4.628,78	43,64	71,92	60,94	11.287,50
Min	3.105,00	3.109,50	3.028,50	3.109,50	352,00	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	3.352,50	3.352,50	3.348,00	3.352,50	2.304,50	1.050,00	791,85	784,99	696,26	8,17	12,61	9,25	2.040,00

Consumul energetic pe linia nămolului 2013

Timisoara year report from: 2013 energy consumption sludgeline

Month	sludgeline												
	21AR100_energy Mixer surplus storage tank 1 energy	21AR110_energy Mixer surplus storage tank 1 energy	21AR200_energy Mixer surplus storage tank 2 energy	21AR210_energy Mixer surplus storage tank 2 energy	24AH701_energy Conveyor dewatered sludge inside energy	24AH702_energy Conveyor dewatered sludge outside energy	24AP100_energy Surplus sludge feeding pump 1 energy	24AP110_energy Surplus sludge feeding pump 2 energy	24AP120_energy Surplus sludge feeding pump 3 energy	24AP200_energy Polymer dosing pump 1 energy	24AP210_energy Polymer dosing pump 2 energy	24AP220_energy Polymer dosing pump 3 energy	24AP301_energy Wash water pump belt press 1 energy
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	3.109,50	3.343,50	3.348,00	3.348,00	1.386,00	632,50	381,90	406,72	265,24	4,22	6,55	3,42	1.380,00
February	3.010,50	3.015,00	3.024,00	3.024,00	1.974,50	900,00	719,72	674,56	1.214,39	7,69	9,81	14,69	1.657,50
March	3.339,00	3.339,00	3.339,00	3.334,50	2.469,50	1.122,50	1.346,16	1.255,21	1.135,23	14,19	17,92	13,51	2.535,00
April	2.326,50	2.326,50	2.326,50	2.326,50	1.897,50	862,50	750,30	1.144,32	1.235,68	8,02	15,04	14,29	1.402,50
May	3.348,00	3.348,00	3.348,00	3.348,00	3.591,50	1.632,50	983,56	839,58	1.754,63	9,88	11,16	20,16	1.792,50
June	3.235,50	3.231,00	3.235,50	3.235,50	3.547,50	1.615,00	80,74	1.147,81	2.706,20	0,88	14,94	30,68	165,00
July	3.348,00	3.348,00	3.348,00	3.348,00	2.805,00	1.275,00	63,68	1.304,39	2.113,13	0,69	17,17	23,91	120,00
August	3.348,00	3.348,00	3.348,00	3.348,00	2.898,50	1.317,50	731,26	1.460,44	1.787,97	7,98	19,52	20,28	1.395,00
September	3.240,00	3.240,00	3.240,00	3.240,00	1.804,00	822,50	956,57	924,62	1.353,46	10,50	12,42	15,22	1.852,50
October	3.352,50	3.352,50	3.352,50	3.352,50	2.860,00	1.300,00	1.021,69	1.327,88	1.232,56	10,88	18,42	13,72	2.055,00
November	3.231,00	3.235,50	3.231,00	3.235,50	3.162,50	1.437,50	1.074,24	1.140,99	1.337,99	11,94	16,47	14,80	2.040,00
December	3.330,00	3.330,00	3.339,00	3.339,00	1.831,50	835,00	1.113,13	912,44	1.193,23	12,76	12,93	13,44	2.160,00
Value	38.218,50	38.457,00	38.479,50	38.479,50	30.228,00	13.752,50	9.222,95	12.538,96	17.329,71	99,64	172,35	198,11	18.555,00
Min	2.326,50	2.326,50	2.326,50	2.326,50	1.386,00	632,50	63,68	406,72	265,24	0,69	6,55	3,42	120,00
Max	3.352,50	3.352,50	3.352,50	3.352,50	3.591,50	1.632,50	1.346,16	1.460,44	2.706,20	14,19	19,52	30,68	2.535,00

4.2.2.3 Consumul total de energie al SE 2011

Timisoara
year report from: 2011
power and energy consumption

Monat	real power									
	38GF100_1PN_K14 Foul pumping station real power total	38GF101_1PN_K14 MPS incoming from T11 real power total	38GF101_2PN_K14 MPS incoming from T12 real power total	38GF200_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 21 real power total	38GF200_2PN_K14 Incoming Feeder Trafo 22 real power total	38GF200_3PN_K14 Incoming Feeder Trafo 23 real power total	38GF3001_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 31 real power total	38GF3002_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 33 real power total	38GF3002_2PN_K14 Generator Set real power total	38GF3003_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 32 real power total
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
January										
February										
March		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
April		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
May		120,0	-1,9	0,0	0,0	0,0				
June	184,5	219,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,6	105,7	48,7	134,7
July	176,1	177,7	19,9	28,8	11,7	0,0	143,2	114,6	0,2	379,0
August	218,2	231,7	17,5	0,0	0,4	0,0	2,4	376,9	0,0	448,5
September	219,8	242,4	37,0	0,6	0,5	0,0	0,0	473,4	0,0	469,5
October	231,1	107,4	205,6	2,8	2,3	0,0	0,0	469,6	0,0	491,5
November	218,0	0,1	330,9	0,1	0,3	0,0	0,0	524,3	0,0	352,4
December	229,6	0,0	350,9	1,8	1,1	0,0	0,0	597,8	0,0	390,9
Wert	211,0	109,9	96,1	3,4	1,6	0,0	20,9	380,3	7,0	380,9
Min	176,1	0,0	-1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	105,7	0,0	134,7
Max	231,1	242,4	350,9	28,8	11,7	0,0	143,2	597,8	48,7	491,5

Consumul total de energie al se 2012

Timisoara year report from: 2012 power and energy consumption

Monat	real power									
	38GF100_1PN_K14 Foul pumping station real power total	38GF101_1PN_K14 MPS incoming from T11 real power total	38GF101_2PN_K14 MPS incoming from T12 real power total	38GF200_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 21 real power total	38GF200_2PN_K14 Incoming Feeder Trafo 22 real power total	38GF200_3PN_K14 Incoming Feeder Trafo 23 real power total	38GF3001_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 31 real power total	38GF3002_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 33 real power total	38GF3002_2PN_K14 Generator Set real power total	38GF3003_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 32 real power total
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
January	242,8	0,0	338,8	2,8	2,3	0,0	0,0	483,1	0,0	492,2
February	268,0	0,0	373,4	1,7	0,9	0,0	0,0	543,5	0,0	448,6
March	250,9	0,0	326,2	0,1	0,1	0,0	0,0	548,5	0,0	548,8
April	257,2	154,2	185,6	6,9	5,8	0,0	0,0	560,9	0,0	538,5
May	250,7	309,2	0,0	4,5	1,9	0,0	0,0	547,2	0,0	523,0
June	245,8	299,7	0,0	6,5	6,5	0,0	276,1	232,1	482,5	499,8
July	229,7	289,1	0,0	20,7	9,2	0,4	361,1	127,3	58,9	450,5
August	210,8	55,8	201,7	1,5	0,6	0,1	400,7	1,4	54,4	421,9
Septembe	216,2	0,0	270,5	0,5	0,3	0,0	476,3	0,0	0,0	452,7
October	220,9	0,0	309,1	4,5	8,0	0,0	416,1	0,0	0,0	432,0
November	228,2	0,0	297,1	0,7	1,1	0,0	405,1	0,0	0,0	427,5
December	260,6	0,0	337,8	0,9	1,3	0,0	432,5	0,0	0,0	414,0
Wert	240,2	92,3	220,0	4,3	3,1	0,0	230,7	253,7	49,7	470,8
Min	210,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Max	268,0	309,2	373,4	20,7	9,2	0,4	476,3	560,9	482,5	548,8

Consumul total de energie al se 2013

Timisoara
year report from: 2013
power and energy consumption

Monat	real power									
	38GF100_1PN_K14 Foul pumping station real power total	38GF101_1PN_K14 MPS Incoming from T11 real power total	38GF101_2PN_K14 MPS Incoming from T12 real power total	38GF200_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 21 real power total	38GF200_2PN_K14 Incoming Feeder Trafo 22 real power total	38GF200_3PN_K14 Incoming Feeder Trafo 23 real power total	38GF3001_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 31 real power total	38GF3002_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 33 real power total	38GF3002_2PN_K14 Generabr-Set real power total	38GF3003_1PN_K14 Incoming Feeder Trafo 32 real power total
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
January	277,4	0,0	370,7	1,8	1,1	0,0	488,1	0,0	0,0	357,1
February	274,0	0,0	342,6	0,0	0,1	0,0	492,6	0,0	0,0	407,0
March	324,3	0,0	412,2	5,2	22,0	0,0	624,4	0,0	0,0	390,4
April	327,5	0,0	385,1	2,9	7,9	0,0	696,7	0,0	27,2	396,5
May	260,3	40,6	266,2	5,3	13,6	0,0	561,4	0,0	175,8	489,8
June	261,2	162,3	145,6	5,0	9,2	0,0	564,1	1,6	120,6	456,8
July	222,4	265,1	0,0	8,9	2,6	0,0	488,8	0,0	0,0	428,9
August	199,8	247,2	0,0	2,4	2,8	0,1	433,4	0,0	0,0	394,7
September	207,7	259,4	0,0	2,6	4,2	0,0	518,0	0,0	0,0	473,2
October	226,2	282,3	0,0	7,8	2,4	0,0	544,3	0,0	0,0	492,9
November	226,9	279,7	0,0	8,4	1,0	0,0	452,7	0,0	0,9	413,0
December	212,8	266,0	0,0	0,4	0,7	0,0	420,2	0,0	0,9	380,3
Wert	251,7	150,2	160,2	4,2	5,6	0,0	523,7	0,1	27,1	423,4
Min	199,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	420,2	0,0	0,0	357,1
Max	327,5	282,3	412,2	8,9	22,0	0,1	696,7	1,6	175,8	492,9

4.2.3 Măsuri recomandate

Având în vedere că stația de epurare Timișoara a fost recent retehnologizată posibilitățile de optimizare sunt limitate, ele constând din:

- stabilirea timpilor de funcționare pentru diferitele utilaje care nu necesită funcționare continuă,
- stabilirea corectă a înălțimilor de pompare pentru diferitele pompe,
- ajustarea aerării în cadrul bazinelor de activare,
- utilizarea judicioasă a volumului de activare,
- îmbunătățirea tehnologiei de deshidratare și uscare a nămolului prin realizarea serelor de uscare,
- utilizarea de panouri fotovoltaice în vederea producerii de energie electrică,
- utilizarea de schimbătoare de căldură în vederea recuperării de energie termică din apa epurată efluentă.
- incinerarea la terți a nămolului rezultat (deshidratat și uscat) în vederea eliminării cheltuielilor de depunere în deponii de deșeuri.
- utilizarea nămolului deshidratat și uscat la acoperirea deponeurilor închise (foste gropi de gunoi) și la asanări de terenuri (stabilizare finală a nămolului prin humificare)
- utilizarea nămolului rezultat la producția unor materiale compozite pentru construcții

4.2.4 Concluzii

Tehnologia de epurare pentru municipiul Timișoara a fost determinată de faptul că sistemul de canalizare, fiind de tip unitar, asigură la limită substratul organic necesar pentru eliminarea compușilor organici pe bază de azot și fosfor. Tehnologia stației de epurare Timișoara se evidențiază prin aceea că pe timpul ploilor apele de amestec sunt reținute în cele două foste decantoare primare transformate după modernizare în bazine de retenție, ape care după încetarea ploii sunt supuse proceselor de epurare, astfel încât efluentul să se încadreze în limitele impuse de NTPA 001-2005.

Tehnologia aplicată pentru epurarea apelor de pe vatra municipiului Timișoara a soluționat o problemă fundamentală privind calitatea apei de frontieră, îndeosebi a celor deversate pe teritoriul Serbiei.

Tehnologiile de epurare uzuale pe teritoriul Germaniei s-au remarcat prin asigurarea unor efluenți care să se încadreze în cerințele impuse de legislația de mediu europeană. Astfel apele epurate pot fi utilizate pentru stropitul spațiilor verzi sau spălatul străzilor, reducându-se prin aceasta cheltuielile determinate de plata apei utilizate în acest scop, soluție ce ar putea fi aplicată și în municipiul Timișoara.

Conform SR1343-1/2006 necesarul de apă pentru stropit spații verzi și întreținere zone urbane:

$$q_{sv} = 1,5 - 5 \text{ l/om}\cdot\text{zi}$$

ceea ce pentru 400.000 de locuitori ar însemna un consum maxim de:

$400.000 \times 5/1000 = 2000 \text{ m}^3/\text{zi}$, respectiv $720.000 \text{ m}^3/\text{an}$.

Utilizarea efluentului în acest scop, ar putea deci compensa o parte din cheltuielile de operare ale stației de epurare prin vânzarea de apă uzată epurată.

O altă posibilitate de valorificare a apei uzate epurate ar fi irigarea de culturi agricole (SE Timișoara aflându-se la periferia orașului, limitrof cu extravilanul agricol al localității)

Reducerea cheltuielilor de operare se poate face și prin utilizarea energiei solare, îndeosebi pentru deshidratarea nămolurilor rezultate din epurarea avansată a apelor uzate. La Timișoara în prezent sunt în curs de realizare instalații de deshidratare prin utilizarea energiei solare.

Energia hidraulică captată în canalul de evacuare al apelor epurate ar putea fi și ea recuperată. Această energie ar putea fi utilizată pentru iluminatul pe timp de noapte a incintei stației de epurare sau pentru încălzitul laboratoarelor, atelierelor etc.

O reducere suplimentară a cheltuielilor de operare a stației ar putea fi obținută prin utilizarea de schimbătoare de căldură în vederea recuperării de energie termică din apa epurată efluentă precum și prin utilizarea de panouri fotovoltaice în vederea producerii de energie electrică.

Ca modalitate de compensare a cheltuielilor specifice propunem și utilizarea nămolului de epurare ca materie primă pentru producerea de materiale compozite pentru construcții, materiale folosite în special la construcția de terasamente, platforme logistice, parcuri auto și terenuri de sport.

4.3 Studiu de caz III. – efectuat pe o stație de epurare din Germania – 1.000.000 LE

Localitatea B, a cărei stație de epurare face obiectul celui de al 3-lea studiu de caz, se află în sudul Germaniei și este, cu cei 1.400.000 de locuitori ai săi, unul dintre cele mai mari orașe ale țării.



Fig. 4.3.1 Stația de epurare „B”

Evacuarea apelor uzate de pe vatra orașului este asigurată de 2.500 km de rețea de canalizare, sistemul de canalizare fiind de tip mixt.

Cele două stații de epurare ale orașului dimensionate pentru un total de 3 milioane locuitori echivalenți, tratează zilnic 560.000 m³ de ape de scurgere menajere și industriale.

Informațiile prezentate în continuare se referă doar la stația de epurare II., dimensionată pentru 1.000.000 locuitori echivalenți care preia anual peste 90 milioane m³ de apă uzată.

Debitul de dimensionare al stației este $Q_{dim} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, debitul influent propriuzis, fiind de $Q_i = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$, iar debitul maxim de $Q_{max} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.1 Descrierea procesului tehnologic

Schema procesului tehnologic din SE „B” este redată în figura de mai jos:

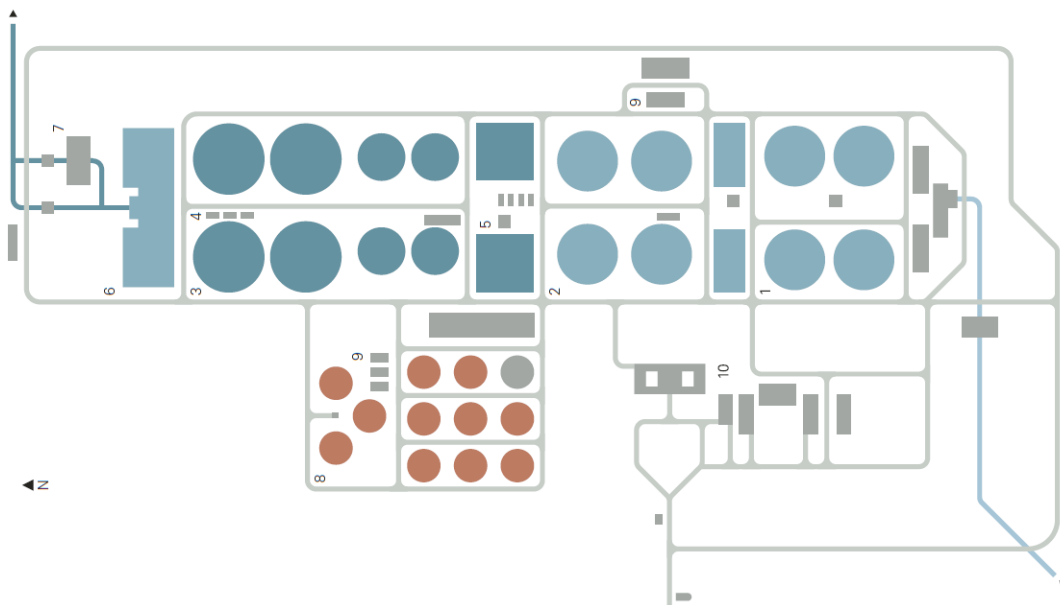


Fig. 4.3.2 –Schema procesului tehnologic a SE „B”

unde:

1. Treapta de epurare mecanică
2. Treapta I. de epurare biologică
3. Treapta II. de epurare biologică
4. Instalația metanol
5. Instalația de eliminare a fosforului
6. Filtrare
7. Dezinfecție
8. Tratarea nămolului
9. Tratarea aerului viciat
10. Clădiri administrative



Fig. 4.3.3 – Canal colector

Apa uzată pătrunde în stația de epurare prin două colectoare principale, unul dintre acestea fiind cu cei 14,7 km ai săi și un volum de stocare de cca. 200.000 m³ cel mai mare canal colector de apă uzată din Bavaria.

Spre stația de epurare „B” curg până la 4 m³ de apă uzată pe secundă pe timp uscat și până la 6 m³ pe secundă pe timp de ploaie.

A. Treapta mecanică

A.1 Grătare

Grătarele sunt dispuse pe patru linii, fiecare linie având un grătar rar și unul fin cu distanța dintre bare de 40 și respectiv 20 mm. Cantitatea zilnică de încărcări reținute la grătare este de cca. 5 tone.

Imediat după grătare sunt dispuse 3 pompe de tip melc, care ridică apa uzată cu 2,5 m înainte ca aceasta să intre în separatorul de nisip. De la această cotă apa parcurge gravitațional întreaga stație de epurare.

A.2 Deznisipator cu aerare combinat cu separator de grăsimi

Separatorul de nisip este realizat pe două cai, în cadrul instalației separându-se și grăsimile și uleiurile. Anual sunt evacuate 730 de tone de nisip și alte încărcări minerale care apoi vor fi transportate către un clasor de nisip.

A.3 Decantoare primare

Decantoare primare, de tip orizontal-radial, sunt în număr de 4, fiecare având un diametru $D = 52$ m și un volum de 6000 m³. Aici sunt sedimentate și apoi îndepărtate încărcările grosiere din apa uzată influentă. Timpul de staționare este de 1 - 2 ore, după care materia sedimentată este evacuată cu ajutorul racloarelor.

B. Epurarea biologică în 2 trepte de epurare

B.1. Treapta biologică I. - bazine de activare

Cele două trepte biologice reprezintă componenta de bază a epurării. În cele 4 bazine de activare, amplasate în cascadă în 3 trepte, se cultivă bacterii care se hrănesc cu încărcările dizolvate care nu pot fi separate prin sedimen-tare. Acest proces are loc numai printr-o aerare intensă, care se realizează prin insuflare de aer la baza bazinului. Insuflarea cu bule fine se face prin aeratoare cera-mice situate la o adâncime de $H = 6$ m. Cantitatea de aer insuflată este cuprinsă între 40 000 și 150 000 m^3/h , volumul de aer necesar stabilindu-se în funcție de concentrația de oxigen din bazin. Astfel, în bazinele de activare microorganismele formează flocoane de nămol. Volumul total al celor 4 bazine de activare este de 13.572 m^3 .



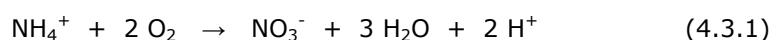
Fig. 4.3.4 – Bazin de activare

B.2 Decantoare intermediare treapta biologică I.

Microorganismele mai grele decât apa sunt reținute în cele 4 decantoare, de diametru $D = 60,5$ m și volum total de 35.840 m^3 . Treapta biologică 1 are în primul rând rolul de a reduce compușii de carbon (grăsimi, proteine și carbohidrați) Suplimentar, are loc și o denitrificare în amonte bazinului de activare (preconectată). Circa 85 % din încărcări sunt reduse în această primă treaptă.

B.3 Treapta biologică II. - bazine de activare

Treapta a 2-a de epurare biologică cuprinde și ea 4 bazine de activare cu denitrificare în cascadă, în trei trepte, cu insuflare de bule fine, având un volum total de $V = 27.414$ m^3 . Aici compușii de azot sunt oxidați la nivel de nitrat. (proces în 2 trepte: *Nitrosomonas* și *Nitrobacter*)



Altfel decât la reducerea carbonului, pentru nitrificare se cultivă microorganisme specializate, cu înmulțire lentă. Timpul de staționare al apei este din această cauză mai mare decât în treapta I.-a, ceea ce înseamnă și niște bazine cu dimensiuni mai mari. La evacuarea din treapta biologică, din apa uzată au fost deja eliminate încărcările organice în procent de 98 %.

Tot în cadrul celor două trepte de epurare biologică are loc și eliminarea fosforului. La crearea de biomasă se absoarbe și fosforul în suspensiile solide microbiologice și va fi apoi eliminat odată cu flocoanele de nămol.

Pentru a îmbunătăți performanța de epurare, eliminarea biologică a fosforului se completează și cu o separare chimică. Prin adăugarea unor reactivi chimici (săruri de Fe) se realizează o precipitare a fosforului dizolvat din apa uzată. Nămolul produs, care conține compuși de fier, va fi folosit ulterior pentru desulfurizarea biogazului produs la tratarea nămolului.

B.4 Bazine de decantare secundară

Treapta a doua de epurare biologică se încheie cu 8 bazine de decantare secundară, având diametrul $D = 42$ m. Primul grup de patru bazine are un volum total de $V = 20.584$ m³, iar al doilea grup un volum total de $V = 35.088$ m³.



Fig. 4.3.5 – Bazin de decantare scundară

C. Treapta de filtrare – prin filtrul de nisip

În urma epurării biologice încărcările consumatoare de oxigen au fost transformate în substanță solidă, fiind reținute aproape în întregime la decantarea secundară. Totuși, o mică parte dintre acestea (de ex. încărcări în suspensie) nu au putut fi reținute. De aceea efluentul va trebui trecut printr-un filtru de nisip.

Acesta este format din 24 de celule filtrante, în care particulele solide rămase în apă vor fi filtrate prin stratul de 1,5 m de nisip. Filtrarea este descendentă, suprafața totală a filtrelor fiind de 1.956 m². Spălarea filtrelor se face auto-mat, în funcție de necesitate, la 1-2 zile.

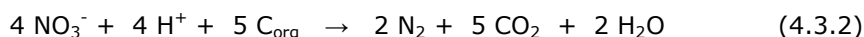
În urma filtrării, gradul de epurare al apei uzate este mai ridicat de 99 %.



Fig . 4.3.6 – Filtru de nisip

Denitrificare cu recirculare și filtru de nisip

Pentru reducerea azotului, specialiștii stației de epurare „B” au dezvoltat o tehnologie proprie, foarte avantajoasă din punct de vedere economic. O parte din apa uzată, după ce părăsește treapta a doua de epurare biologică, este reintrodusă în circuit la începutul procesului biologic de epurare. Nitratul din apă, ajuns din nou în treapta I-a biologică, în volumul de nitrificare, se elimină sub formă de azot gazos.



Pentru a reduce azotul rămas, la intrarea în filtrul de nisip se introduce carbon degradabil ușor. Microorganismele fixate pe particulele de nisip transformă nitratul în azot gazos. Această tehnologie combinată de denitrificare conferă procesului o stabilitate ridicată și asigură valori foarte scăzute ale încărcării efluentului.

D. Dezinfecția efluentului

Instalația de dezinfecție cu raze UV

Cu ajutorul instalației de dezinfecție efluentul stației de epurare dobândește calitatea de apă pentru scădat (conform Directivei 76/160/CEE Consiliului European).

Cu ajutorul iradierii UV numărul germenilor patogeni din efluent se reduce la 1/100.000 comparativ cu valorile de intrare. Radiația ultravioletă distruge nucleul celular al bacteriilor împiedicând astfel înmulțirea lor. Instalația de dezinfecție este realizată pe 6 linii, având un număr total de 1.300 de lămpi de expunere. În vederea

asigurării unei dezinfecții optime, intensitatea de expunere este verificată în mod continuu.

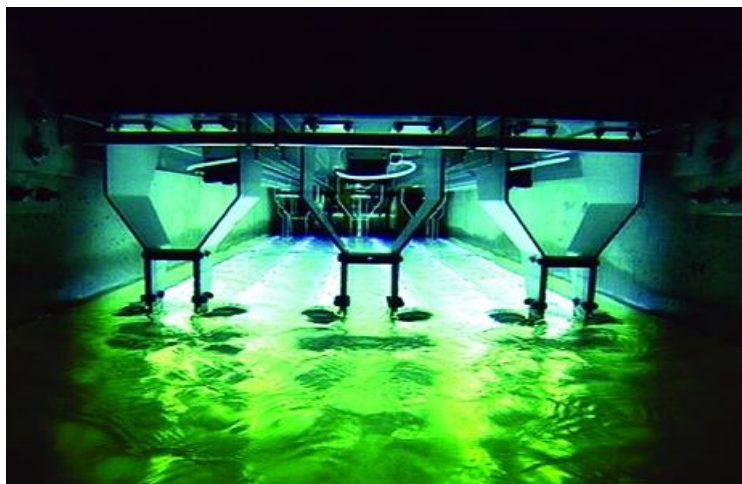


Fig . 4.3.7 – Instalația de dezinfecție cu raze UV

E. Descărcarea efluentului

Apa epurată este descărcată prin intermediul unei guri de vărsare în râul Isar. Aceasta a fost realizată la un prag deja existent al râului. Construcția de descărcare constă dintr-un canal de intrare și fante dispuse pe toată lățimea albiei râului. Pragul de albie, datorită efectului de cascadă, realizează un bun amestec al celor două ape, asigurând totodată o bună aerare apei. O stație de pompare asigură deversarea și în cadrul apelor mari.

F. Tratarea nămolului

F.1 Bazine de îngroșare a nămolului

Produsele finale ale epurării sunt apa epurată și nămolul de epurare.

Nămolul este produs atât la epurarea mecanică cât și în treapta biologică. Conținutul de substanță uscată din nămol este cuprins între 0,5 – 1,0 %. Pentru a reduce volumul de nămol în vederea tratării sale ulterioare, acesta se sedimentează.

În cele 6 îngroșătoare de nămol, cu un volum de 2.315 m³ fiecare, cantitatea de substanță uscată va crește la 6 %. Astfel volumul de nămol va fi redus cu 90 %. Apa rezultată din îngroșare va fi reintrodusă în procesul de epurare.

F.2 Rezervoare de fermentare metanică

Stația de epurare este dotată cu un număr de 3 rezervoare de fermentare. În cadrul acestora nămolul îngroșat este fermentat timp de 24 de zile, la o temperatură 39°C. Biogazul produs este utilizat pentru producerea de energie electrică. Prin valorificarea biogazului produs se acoperă 70 – 80 % din necesarul

de energie al stației de epurare. Fermentarea se face în rezervoare a câte 11.830 m³. Ele au o înălțime de 25 m, dintre care 15 m sunt subterani. Producția de biogaz este de 1.100 m³/h.



Fig. 4.3.8 – Metantancuri

F.3 Bazin de îngroșare a nămolului fermentat

Acest bazin are rolul de a reduce umiditatea nămolului fermentat.

F.4 Rezervor de stocare

Utlima stația a nămolului, din cadrul stației de epurare, sunt cele două rezervoare de stocare nămol de câte 2.972 m³ fiecare. Ele au rolul de a stoca nămolul până la evacuarea sa finală către incineratorul din stația de epurare I.

F.5 Stația de pompare a nămolului

Nămolul rezultat este evacuat prin pompare sub presiune spre stația de epurare I. unde va fi incinerat. Conducta de refulare este astfel realizată încât să nu permită depuneri.

G. Filtrarea aerului viciat – biofiltre

O serie de dotări ale stației de epurare „B” sunt destinate îndepărtării mirosurilor.

Pentru evitarea mirosurilor neplăcute în zona stației de epurare, grătarele și separatorul de nisip sunt încapsulate, prima treaptă de epurare biologică este acoperită, iar la tratarea nămolului aerul este absorbit urmând să fie tratat într-un biofiltru.

Epurarea aerului se face cu ajutorul microorganismelor. Un volum de maxim 90.000 m³ aer este absorbit pe oră numai din treapta biologică și trecut prin biofiltru.

H. Stocarea biogazului - rezervor de stocare (gazometrul)

După curățare biogazul este stocat într-un rezervor de 5.000 m³.

I. Centrala termo-electrică

Biogazul produs este valorificat, cu ajutorul motoarelor Diesel, pentru producerea de energie electrică și antrenarea suflantelor aferente treptei biologice. Curentul electric este produs de 3 generatoare a câte 1.650 kW. Pentru producerea de aer comprimat, necesar epurării biologice, sunt utilizate 4 turbo-compresoare. Două sunt acționate de către motoarele Diesel iar două sunt acționate electric. Valorificarea biogazului în centrala termo-electrică conduce la un randament total de peste 70 %.

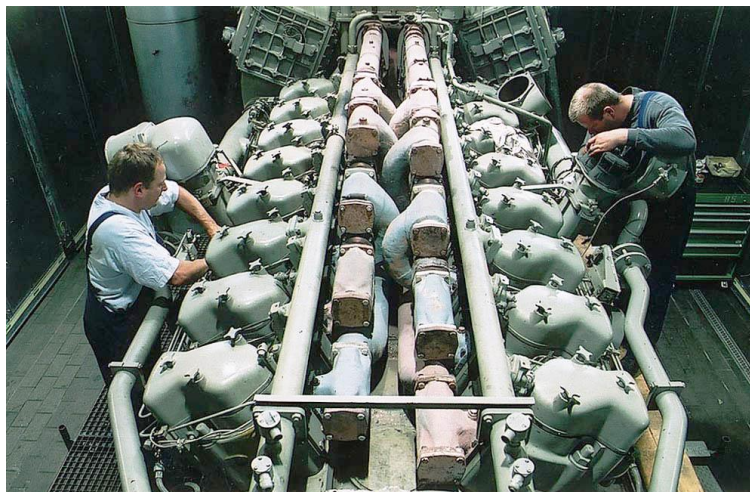


Fig. 4.3.9 – Imaginie din centrala termo-electrică

Stația de epurare „B” este total automatizată, monitorizarea parametrilor făcându-se continuu, on-line, iar probele de apă preluate de la toate etapele tehnologice sunt evaluate în laboratorul propriu.

La răcirea și întreținerea curățeniei din cadrul stației de epurare nu se utilizează apă de subteran ci apă tratată preluată din efluentul stației, ceea ce reprezintă o contribuție suplimentară la protecția resursei APĂ.

4.3.2 Dimensionarea și exploatarea stației de epurare

4.3.2.1 Date de dimensionare, de exploatare, debite și încărcări

Parametrii de dimensionare și exploatare a SE studiate sunt redați în tabelele de mai jos (tab. 4.3.1. și 4.3.2)

Tab. 4.3.1 - Parametrii de dimensionare

Denumire	Valoare
Mărime de dimensionare în LE	1.000.000 LE
Debit mediu Q_{med} Debit de vârf Q_{max}	11.880 m ³ /h 21.600 m ³ /h

Tab. 4.3.2 - Parametrii de exploatare

Valori medii	2010	2012
Încărcări [kg/zi]	Influent SE	
CBO ₅	37.760	37.310
CCO	102.850	101.623
NH ₄ -N	10.550	
P _{r,tot}	2.820	

La ora actuală debitul mediu al influentului este de 3300 – 5000 l/s.

4.3.2.2 Aspecte specifice funcționării stației de epurare B, relevante din punct de vedere al consumurilor energetice – situația din 2008

Situația tehnică din 2008 se caracterizează prin următoarele:

- Un număr mare de motoare electrice cu clasă de eficiență energetică redusă
 - Un singur sistem de aerare deservește ambele trepte biologice
 - Control dificil al aerării (debitul și presiunea aerului insuflat)
 - Funcționare neeconomică a aerării în cazul în care era necesară pornirea celui de al 2-lea compresor
 - Convertizoare de frecvență dotate cu filtre scumpe cu undă de suprafață pentru protecția circuitelor de măsură și control (ne există cablare optică)
 - Denitrificare cu recirculare cu dublă pompare (60 – 70% din debitul influent) – 40 mil. m³/a inclusiv nămolr recirculat

- Dezinfecția apei cu un consum energetic de 1 mil. kWh/a
- Tratarea aerului viciat din treapta mecanică în șapte trepte
- Tratarea aerului viciat din treapta biologică (până la 90.000 m³/h) și tratarea nămolului
 - Generatoarele termo-electrice și turbocompresorul au o vechime de 23 ani
 - Comprimare biogaz (cca. 10 mil. m³/a) de la 0,03 bar la 2,0 bar.

Toate aceste aspecte se reflectă în valoarea consumurilor înregistrate și implicit în valoarea consumului specific de 41 kWh/LE-a, impunându-se luarea unor măsuri de eficientizare a funcționării stației.

4.3.2.3 Consumuri energetice ale stației de epurare „B”

În cele ce urmează sunt prezentate consumurile energetice înregistrate în cadrul stației de epurare în anii 2008 (tab. 4.3.3) precum și diagrama repartiției acestora pe consumatori.

Tab. 4.3.3 – Consumurile energetice înregistrate în anul 2008.

Consumuri energetice		2008	
L + LE		672 180	
Consumatori	Consum total	Cota	kWh/LE-a
Epurare mecanică	4.697.210	17.0%	7.2
Grătare	1.883.520	6.8%	2.8
Stație pompare	2.813.690	10.2%	4.2
Epurare biologică	14.113.898	51.2%	21.0
Biologie 1	8.235.489	29.9%	12.3
Biologie 2	5.594.279	20.3%	8.3
Aer viciat	284.130	1.0%	0.4
Tratarea nămolului	5.127.570	18.6%	7.6
Filtre de nisip	551.028	2.0%	0.7
Dezinfecție UV	986.302	3.6%	1.5
Diverse	2.078.874	7.5%	3.0
Stație pompare	989.790	3.6%	1.5
Ateliere și garaje	200.683	0.7%	0.3
Clădire administrativă	884.930	3.2%	1.3
Cantină	1.942	0.0%	0.0
Conducere șantier	1.529	0.0%	0.0
Total	27.554.882	100.0%	41.0

Repartiția consumurilor energetice în 2008

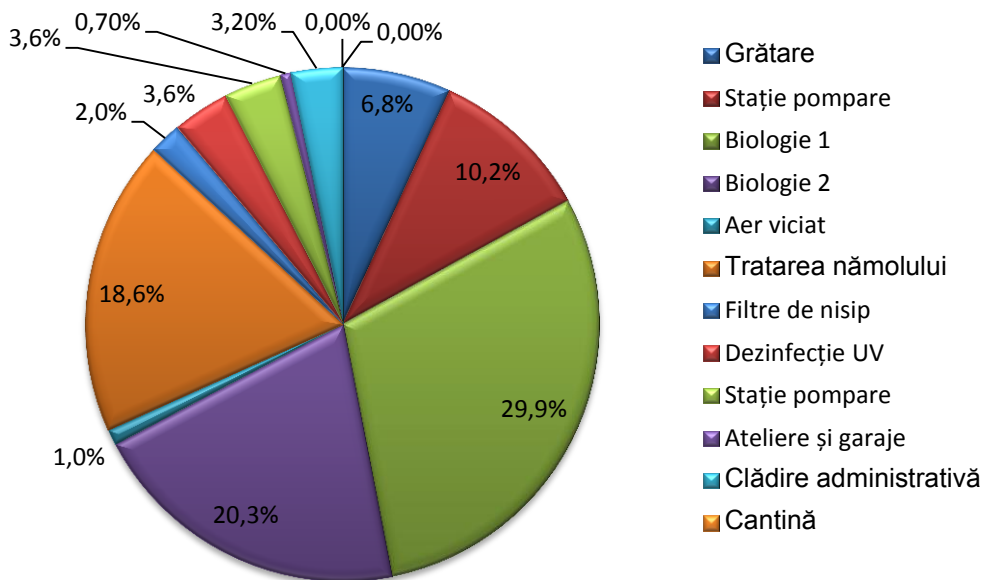


Fig. 4.3.10 – Repartiția consumurilor energetice în 2008

Printre măsuri de optimizare întreprinse se numără:

- Optimizarea funcționării stației de pompare
- Reducerea orelor de funcționare a grătarelor
- Modernizarea sistemelor de aereare pentru cele două trepte biologice
 - Înlocuirea unor componente și respectiv curățirea sistemelor de aereare pentru cele două trepte biologice
- Optimizarea procesului de dezinfecție cu radiații UV
- Reducerea capacității pompelor de nămol
- Optimizarea funcționării sistemului de repompare cu pompe cu melc
 - Introducerea unor acționări eficiente energetic
 - Reglarea temperaturii din rezervoarele de fermentare metanică

În urma dezvoltării demografice a orașului și a industriei din zonă în 2010 numărul locuitorilor și respectiv a LE a crescut la 857.083.

Consumurile energetice ale stației de epurare au cunoscut și ele unele modificări, valorile înregistrate fiind prezentate în tab. 4.3.3:

Tab. 4.3.4 – Consumurile energetice înregistrate în anul 2010

Consumuri energetice		2010	
L + LE		857.083	
Consumatori	Consum total	Cota	kWh/LE·a
Epurare mecanică	4.381.671	15.8%	5.1
Grătare	1.678.111	6.8%	2.0
Stație pompare	2.703.560	9.77%	3.2
Epurare biologică	14.628.049	52.9%	17.1
Biologie 1	5.989.614	21.7%	7.0
Biologie 2	8.281.030	30.0%	9.7
Aer viciat	357.405	1.3%	0.4
Tratarea nămolului	5.018.680	18.2%	5.9
Filtre de nisip	573.257	2.1%	0.7
Dezinfecție UV	989.463	3.57%	1.2
Diverse	2.056.981	7.4%	2.4
HPW	942.310	3.4%	1.1
Ateliere și garaje	206.985	0.7%	0.2
Clădire administrativă	904.300	3.27%	1.1
Cantină	2.008	0.01%	0.002
Conducere șantier	1.378	0.0%	0.002
Total	27.648.101	100.0%	32.5

Repartiția consumurilor energetice 2010

Repartiția consumurilor energetice aferentă anului 2010 este prezentată în fig. 4.3.11.

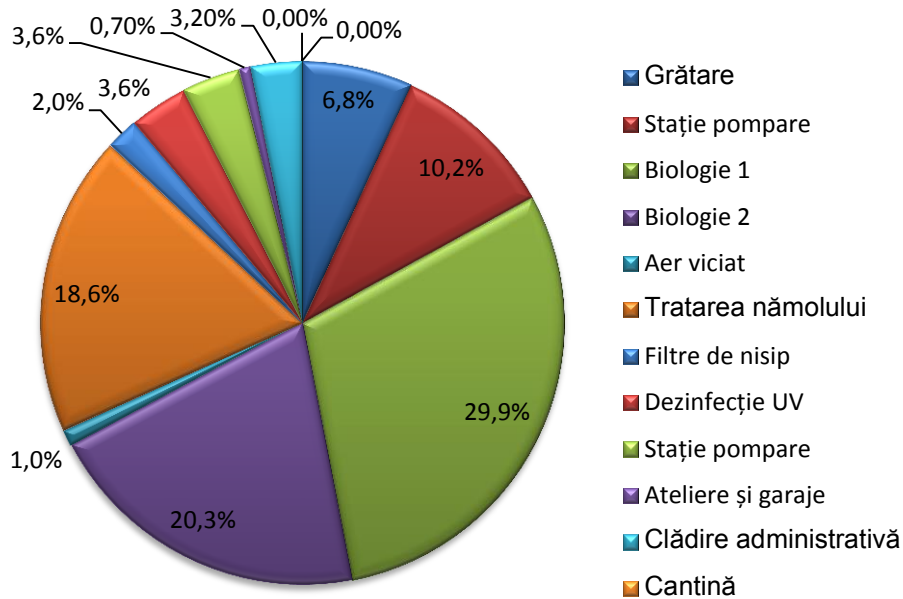


Fig. 4.3.11– Repartiția consumurilor energetice în 2010

Tab. 4.3.5 – Consumurile energetice înregistrate în anul 2012

Consumuri energetice		2012	
L + LE		846 858	
Consumatori	Consum total	Cota	kWh/LE-a
Epurare mecanică	4.110.672	15.6%	4,9
Grătare	1.522.962	5.8%	1,8
Stație pompare	2.587.710	9.8%	3,1
Epurare biologică	14.342.754	54.6%	16,9
Biologie 1	5.762.111	21.9%	6,8
Biologie 2	8.277.543	31.5%	9,8
Aer viciat	303.100	1.2%	0,4

Tratarea nămolului	4.365.040	16.6%	5,2
Filtre de nisip	446.077	1.7%	0,5
Dezinfecție UV	925.323	3.5%	1,1
Diverse	2.098.308	8.0%	2,5
HPW	830.440	3.2%	1,0
Ateliere și garaje	285.038	1.1%	0,3
Clădire administrativă	963.590	3.7%	1,1
Cantină	17.324	0.07%	0,020
Conducere șantier	1.916	0.0%	0,002
Total	26.288.174	100.0%	31,0

Repartiția consumurilor energetice 2012

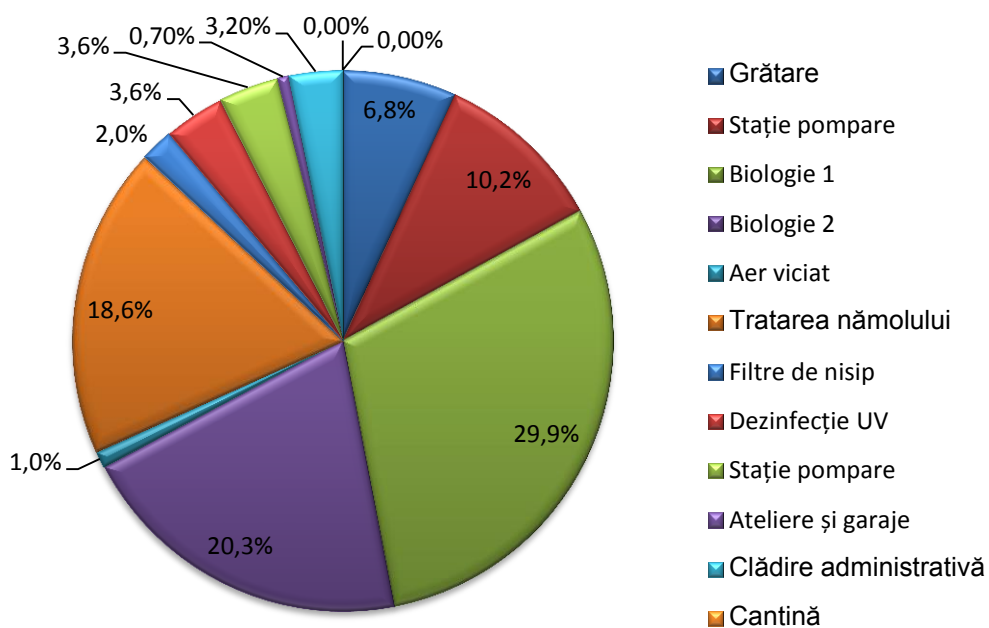


Fig. 4.3.12 – Repartiția consumurilor energetice în 2012

După cum am amintit, în perioada 2008 – 2012 au fost întreprinse o unele măsuri de optimizare ale funcționării echipamentelor din stația de epurare, măsuri ce se reflectă și în variația consumurilor de energie din cadrul stației. Pentru a putea vizualiza mai bine aceste variații am întocmit digarama de evoluție a consumurilor

pe grupe de consum individuale (fig. 4.3.13) precum și diagrama evoluției consumurilor specifice stației de epurare pentru perioada menționată (fig. 4.3.14).

Variația consumurilor energetice pe grupe de consumatori în perioada 2008 - 2012

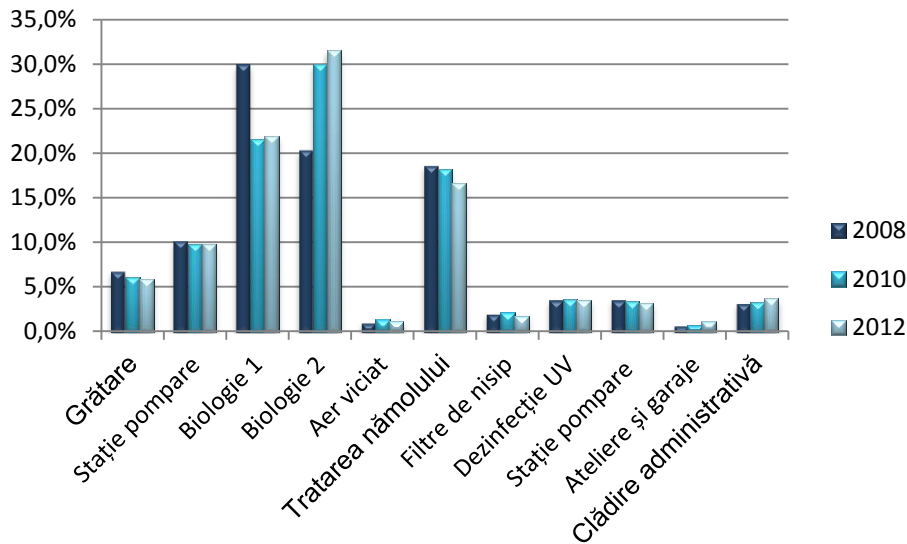


Fig. 4.3.13 - Diagrama de evoluție a consumurilor pe grupe de consum individuale

Evoluția consumurilor energetice specifice în perioada 2008 - 2012

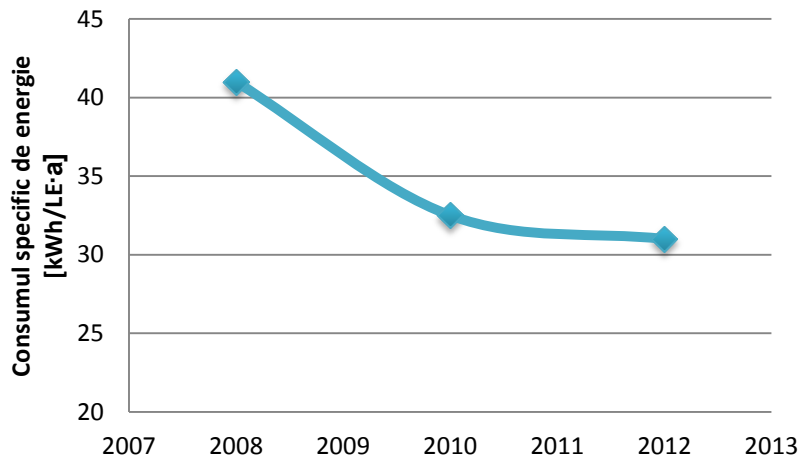


Fig. 4.3.14 - Diagrama evoluției consumurilor specifice stației de epurare

Cu toate că măsurile întreprinse între anii 2008 și 2010 au fost în cea mai mare parte optimizări tehnologice de funcționare, se constată totuși o diminuare considerabilă a consumului specific per locuitor. Această scădere se datorează în principal utilizării mai judicioase a capacității de epurare a stației.

4.3.3 Măsurile de optimizare ale stației de epurare "B"

Măsurile de optimizare luate între anii 2008 și 2012 au vizat:

- **Stația de pompare a apei uzate brute**



Fig. 4.3.15 – Stația de pompare

Stația de pompare a apei uzate brute este formată din 3 pompe cu melc, a 250 kW putere instalată fiecare.

S-a urmărit funcționarea unei singure pompe în regim de exploatare prin umplerea completă a bazinului de aspirație. S-a înlocuit convertizorul de frecvență. Reducerea consumului de energie obținută este de 9,2%.

- **Grătare**

S-a introdus funcționarea în regim de acumulare a grătarelor (valoare nominală prescrisă $h = 0,2$ m) și a avut loc o optimizare a funcționării senzorilor de măsurare a nivelului materilului reținut pe grătare.

Deasemenea s-a redus timpul de funcționare al transportoarelor de material reținut, la câte 15 min. Astfel s-a obținut reducerea orelor de funcționare a grătarelor de la 12 ore la 2-3 ore.



Fig. 4.3.16 – Grătare

Alte rezultate obținute au mai fost: reducerea uzurii mecanice, mărirea capacității de filtrare a grătarului, reducerea intervențiilor manuale pentru înlăturarea avariilor. Se poate renunța la pompa melc dublă pentru grătarul fin.

Reducerea consumului de energie obținută este de 1% din consumul total per stație.

- **Biologie 1 și 2**

A avut loc înlocuirea și respectiv curățirea sistemului de aerare a treptei biologice 1 și 2, precum și înlocuirea unor elemente din cadrul sistemului de reglare a debitului de aer insuflat, după care s-a trecut la optimizarea funcționării clapetelor de aer, a funcționării compresoarelor și la optimizarea necesarului de oxigen în bazine.

Prin optimizarea funcționării trep-telor biologice s-a urmărit totodată reducerea ratei de recirculare a nămolului activat pentru denitrificare în lunile de iarnă.

- **Rezervoare de inmagazinare a biogazului**

Prin reducerea presiunii nominale de lucru a compresoarelor de gaz fermentat s-a obținut o reducere de 0.4 %.

- **Dezinfecție**

Optimizarea funcționării dezinfecției cu radiații UV a rezultat într-o reducere a consumului energetic cu 0.1%.

Măsurile planificate, respectiv în curs de realizare:

Măsurile de optimizare de anvergură mai mare, planificate pentru următoarea perioadă, sunt:

- Modificarea întregului concept de producere de energie (înlocuirea generatoarelor termo-electrice, instalarea de panouri fotovoltaice etc)
- Înlocuirea turbocompressoarelor cu unele de eficiență mai ridicată
- Modernizarea (introducerea unui sistem performant de reglare a presiunii și a debitului de aer insuflat) și optimizarea sistemului de aerare cu scopul evitării supra- și sub-aerării
- Modernizarea sistemului de ventilare (suflante și ventilatoare) și de tratare a aerului viciat

Una dintre cele mai importante măsuri în curs de finalizare este înlocuirea generatoarelor cu motoare Diesel din cadrul centralei termo-electrice cu generatoare cu motoare GPL. Acestea au pe de o parte o eficiență mai ridicată, asigurând producerea unei cantități mai mari de energie electrică corespunzătoare aceleiași cantități de biogaz, și pe de altă parte, consumurile mai scăzute ale agregatelor auxiliare și renunțarea la comprimarea biogazului înaintea arderii vor duce la reducerea consumului de energie electrică.

Conform aprecierilor specialiștilor care se ocupă de aceste proiecte, implementarea acestor măsuri va avea ca urmare o reducere suplimentară a consumurilor energetice cu 15 – 20%.

4.3.4 Concluzii ale studiului stației de epurare „B”

Scăderea consumului specific de energie în stația de epurare „B” se datorează atât unor măsuri tehnologice, referitoare la exploatarea stației, dar și atragerii de noi consumatori (cca. 180.000 în plus în 2010 față de 2012), ceea ce duce la o utilizare rațională a capacității de epurare instalată.

5. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE

Consumurile energetice din stațiile de epurare sunt o reflectare a modului în care au fost concepute tehnologiile de epurare, de fiabilitatea echipamentelor și a instalațiilor dar și de modul în care a fost efectuată întreținerea și exploatarea obiectelor tehnologice. Toate acestea sunt reflectate în costurile de operare a stațiilor de epurare. Desigur aceste costuri trebuie să fie cât mai reduse dar corelate cu respectarea indicatorilor în parametrii lor de protecție a mediului înțelegând prin aceasta asigurarea stării de sănătate a personalului din stațiile de epurare, protecția și refacerea mediului înconjurător.

La toate aceste aspecte trebuie să avem în vedere și modul în care se face colectarea și evacuarea apelor uzate și a celor meteorice de pe vatra centrelor populate. În cadrul sistemului separativ cheltuielile de operare corelate cu asigurarea parametrilor de calitate fiind mult mai reduse decât cele aferente sistemului unitar sau mixt.

Din acest punct de vedere au fost elaborate și studiile de caz: SE – din localitatea A – sistem unitar, SE B – sistem mixt, SE Timișoara – sistem unitar. Studiile de caz sunt reflectate prin datele și concluziile obținute la stațiile de epurare din Germania, precum și la SE Timișoara re tehnologizată în ultimii 10 ani.

Din analiza repartitiei consumurilor energetice ale celor trei stații de epurare rezultă că ponderea cea mai importantă o are treapta biologică, în special sistemul de aerare și pompare. Urmează consumurile realizate de stațiile de pompare și de grătarele din treapta mecanică. În concluzie, economia energetică cea mai importantă poate fi realizată prin optimizarea exploatarei treptei biologice.

Comparând consumurile energetice specifice ale celor trei stații de epurare studiate (22,6 kWh/LE·a, 31 kWh/LE·a și 42,63 kWh/LE·a) se constată că, consumul specific nu scade neapărat odată cu creșterea capacității stației de epurare.

Supradimensionarea stațiilor de epurare nu reprezintă o soluție economică, deoarece volume prea mari ale epurării biologice duc la scăderea eficienței acesteia. Se recomandă dezvoltarea stației pe mai multe linii paralele, cu posibilitate de extindere.

Comparativ cu cele două stații de epurare din Germania, la stația de epurare Timișoara nu se valorifică biogazul, ceea ce duce la cheltuieli finale de exploatare mai ridicate. În urma analizei făcute se constată avantajul net al stației de epurare A, care beneficiind de prevederile legii priorității energiilor regenerabile - EEG/BGBl. I S. 2074 [101], vinde anual sistemului energetic național energie electrică în cantitate de 1350MWh, care reprezintă dublul necesarului propriu. Și în cadrul stației de epurare C se utilizează biogazul rezultat pentru producerea de energie electrică, acoperindu-se 35,4% din necesarul propriu.

Propunem clasificarea stațiilor de epurare funcție de sursele de energie utilizate în:

- 1.) Stații de epurare la care întregul consum energetic este acoperit din surse convenționale. (achiziționată din rețeaua națională)

- 2.) Stații de epurare care utilizează și energie specifică activității proprii (biogaz, pompe de căldură, căldură remanentă)
- 3.) Stații de epurare care utilizează atât energie regenerabilă specifică stației cât și alte forme de energie regenerabilă (solară – producere de energie termică și electrică, eoliană, hidro-electrică, geo-termală etc) valorificând întreg potențialul disponibil.

În literatura de specialitate stațiile de epurare care „utilizează în procesele lor sisteme și tehnologii care vor micșora degajările emisiilor de gaze cu efect de seră și încercarea de a obține o independență energetică prin valorificarea biomasei și a resurselor energetice naturale” sunt denumite „stații verzi de epurare a apelor uzate” [13] .

În general, atunci când se vorbește optimizarea unei stații de epurare, se urmărește optimizarea din punct de vedere economic al acesteia. În acest scop se va recurge în primul rând la reducerea costurilor cu energia, acestea reprezentând o cincime a costurilor de operare a unei stații de epurare a apelor uzate. Practica a demonstrat că majoritatea stațiilor de epurare mai pot fi eficientizate din punct de vedere energetic, chiar și cele noi. În vederea simplificării evaluării situațiilor particulare s-a propus implementarea unei metodologii unitare de studiu sistematic al potențialului de eficientizare energetică al stațiilor de epurare.

De genere mai întâi este necesară efectuarea unei **verificări grosiere** a situației existente, urmată apoi de **analiza detaliată** care să permită luarea hotărârilor corecte în ceea ce privește măsurile necesare a fi luate. Se trece apoi la enunțarea de propuneri optimizare tehnologică în scopul reducerii consumurilor de energie pe de o parte, dar și a valorificării potențialului de reutilizare și producției de energie pe de altă parte.

Este recomandabil să se distingă consumurile cu energia electrică de cele cu energia termică, mai ales în cazul stațiilor de epurare care necesită un consum energetic ridicat în vederea acoperirii necesarului propriu de căldură, sau care se află în imediata apropiere a unor potențiali consumatori de energie termică.

De avantaj ar fi și atragerea de biomasă din alte surse, în vederea îmbunătățirii epurării biologice și mărirea producției de biogaz.

În urma comparației de costuri în cadrul căreia se va evidenția economisirea de costuri energetice precum și a celor de operare, va rezulta potențialul de eficientizare al stației studiate, urmând a se stabili un plan de măsuri funcție de prioritatea acestora.

O premisă importantă pentru realizarea optimizării funcționării unei stații de epurare este contorizarea marilor consumatori sau a grupelor de consumatori în vederea obținerii unei imagini complexe a consumurilor de energie electrică.

De importanță deosebită este verificarea presiunilor de insufleare ale aerului atât în treapta mecanică (separator de nisip, separator de grăsimi) cât și în treapta biologică (bazinul de activare). Supra-aerarea influențează negativ procesul de epurare și reprezintă o risipă de energie electrică.

O altă posibilitate de optimizare a stațiilor de epurare o reprezintă modul de procesare și valorificare a nămolului. Este de preferat ca deshidratarea și uscarea nămolului să se facă prin procedee naturale (paturi de uscare tip seră) și prin utilizarea energiei termice remanente provenită de la centrala termo-electrică a stației.

Producerea de biogaz reprezintă o formă superioară de valorificare a nămolului. Prin fermentare se obține un nămol stabil biologic, fără potențial patogen, și o producție importantă de biogaz care prin ardere este transformată în energie electrică și termică.

Folosirea directă a nămolului ca și combustibil este posibilă în cadrul fabricilor de ciment. Nămolul deshidratat este transportat la fabricile de ciment unde are loc uscarea finală prin utilizarea energiei termice reziduale (de la cuptoarele de ciment), nămolul fiind apoi incinerat împreună cu alți combustibili.

O altă soluție care și-a dovedit eficiența în practică este utilizarea energiei termice din apa de canalizare (influent sau efluent) prin intermediul pompelor de căldură (Zürich, Elveția). Se va evita însă răcirea excesivă a apei de canalizare, mai ales când este vorba de influentul stației de epurare.

5.1 Rezumat și perspective

Stațiile de epurare a apelor uzate reprezintă mari consumatori de energie. Optimizarea stațiilor de epurare sub aspect energetic nu este necesară doar din punct de vedere ecologic ci poate duce și la diminuarea substanțială a costurilor de mentenanță ale acestora.

Măsurile de optimizare a funcționării unei stații de epurare a apelor uzate nu trebuie niciodată studiate la nivel singular, ci întotdeauna la nivelul întregii stații, urmărindu-se efectele pe care acestea le au asupra sistemului în ansamblul său. Astfel se vor putea evita repercursiuni negative asupra calității proceselor, a stabilității în funcționare precum și a duratei de viață a utilajelor.

Pentru optimizarea energetică a stațiilor de epurare se vor căuta atât soluții de reducere a consumurilor de energie cât și de îmbunătățire a utilizării potențialului energetic propriu.

Deseori soluții simple precum schimbarea sistemului de aerare poate avea ca efect o diminuare considerabilă a necesarului de energie cu repercursiuni pozitive asupra a costurilor de funcționare a întregii stații. O îmbunătățire a situației consumurilor de energie poate fi obținută chiar și numai prin implementarea unor concepte de măsurare, control și regularizare. Alături de optimizarea sistemelor de aerare, principalii consumatori de energie din stații, mai avem și alte posibilități de economisire a acesteia, de exemplu prin utilizarea unor pompe și a unor utilaje de amestecare cu consum energetic scăzut.

Creșterea producției proprii de energie în cadrul stațiilor de epurare poate fi realizată în special prin mărirea producției de biogaz și îmbunătățirea randamentului energetic al stației. În lucrare sunt identificate soluțiile optime de valorificare a potențialului energetic din apele uzate prin utilizarea biogazului și a puterii sale calorifice prin utilizare directă sau prin cogenerarea biogazului în energie electrică și termică.

Producția de biogaz este determinată în principal de modul în care funcționează treapta mecanică de epurare prin reținerea materialelor grosiere și în mod deosebit a nisipurilor și grăsimilor din apele uzate, astfel încât aceste mase anorganice să nu ajungă în decantoarele primare și în mod deosebit în digestoarele de contact.

De importanță deosebită este și implementarea de utilaje tehnologice fiabile cu grad de utilizare sporit (timp normat 8 – 10 ani)

Pe când producția de biogaz poate fi mărită prin măsuri tehnologice sau utilizarea de fermenți suplimentari, producția de energie din biogaz poate fi crescută doar prin utilizarea completă a biogazului prin integrarea unor metode tehnologice noi. Prin atragerea de biomasă din sectorul industrial ca materie primă pentru capacitățile de fermentare instalate, se urmărește obținerea unei producții constante de biogaz de calitate.

La ora actuală în Europa se depun eforturi în vederea optimizării funcționării stațiilor de epurare și dotarea corespunzătoare a acestora, astfel încât ele să devină independente energetic. Prin aceasta se înțelege că în decurs de un an energia produsă în incinta stației de epurare să fie egală sau mai mare decât energia consumată. Acest lucru s-a dovedit a fi realizabil. Exemple: stațiile de epurare din localitățile Straubing, Pfarrkirchen.

Din exemplele prezentate se poate concluziona că independența energetică a unei stații de epurare nu depinde în mod direct de capacitatea acestora.

5.2 Contribuții proprii

- Sinteza materialului bibliografic – s-a efectuat un studiu detaliat asupra consumurilor de energie dintr-o stație de epurare pe obiect tehnologic, pe treapta de epurare și pe global stație.
- Identificarea modalităților de reducere a consumurilor specifice energetice (electrice și termice) a stațiilor de epurare – prin utilizarea de tehnologii și echipamente moderne și prin reducerea timpilor de funcționare.
- Identificarea resurselor regenerabile din cadrul stațiilor de epurare (energia biomasei, potențialul termic – pompa de căldură, energia hidroenergetică de pe canalul de evacuare – $Q=1 - 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, energia solară) în vederea reducerii directe a cheltuielilor și eventualitatea acoperirii necesarului energetic propriu
- Identificarea posibilității de valorificare a apelor epurate prin tehnologii avansate, pentru stropitul spațiilor verzi și chiar pentru spălatul străzilor
- Propunerea unei metodologii de analiză sistematică a potențialului de eficientizare a stațiilor de epurare prin prisma consumurilor de resurse - energie electrică, energie termică, reactivi chimici și a posibilităților de acoperire parțială sau chiar totală a necesarului de energie din resurse proprii, metodologie ce ar putea fi utilizată ca și ghid pentru realizarea unor studii de optimizare de către specialiștii din domeniu.
- Clasificarea stațiilor de epurare în funcție de tipul de resurse de energie utilizate.
- Elaborarea studiilor de caz privind necesarul de energie electrică și termică din stațiile de epurare cu capacități de 50.000 LE, 440.000 LE și 1.000.000 LE.
- Aplicarea metodologiei propuse pentru analiza situației stației de epurare A.
- Propunerea unui set de măsuri de optimizare pentru stația de epurare A cu analizarea potențialului de reducere a consumului specific de energie și respectiv a costurilor de operare.
- Propunerea unor eventuale măsuri de optimizare a stației de epurare Timișoara, a căror eficiență ar putea fi analizată într-un viitor studiu.

5.3 Direcții viitoare de cercetare

Ca și direcții viitoare de cercetare se propune studierea următoarelor subiecte conexe problematicii prezentei lucrări:

- Studii și cercetări pentru implementarea tehnologiilor bio-energetice pentru epurarea apelor reziduale orășenești.
- Valorificarea maselor organice din apele epurate reziduale prin producerea de biogaz (pentru $\text{pH} > 7,5$) și de biohidrogen (pentru $\text{pH} < 6,5$).
- Fezabilitatea incinerării nămolului din stațiile de epurare împreună cu deșeurile menajere comunale.
- Posibilitatea valorificării la scară largă a nămolului de epurare prin integrarea acestuia în materiale compozite pentru construcții.
- Oportunitatea dezinfecției apei uzate epurate de la stațiile de epurare orășenești
- Utilizarea pilelor de combustie, ca și soluție eficientă și durabilă de producere de energie electrică și termică în cadrul stațiilor de epurare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. **Alex J., Jumar U., (2012)** - *Beitrag der MSR Technik zur Energieeinsparung*, DWA, Hennef
2. **Bohn T., (2003)** - *Wirtschaftlichkeit und Kostenplanung von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen*, Expert Vrelag, Germania.
3. **Blaga O., (2007)** - *Schițe pentru un album Dionisie Germani* <http://cumpana.wordpress.com/2007/07/05/schite-pentru-un-album-dionisie-germani/>
4. **Chachuat B., Roche N., Latifi M.A., (2002)** - *Optimal aeration control of industrial alternating activated sludge plants*, Bichemical Engineering Journal, 10.
5. **Dima M., Meghi V., Dima B., Badea C., (2002)** - *Bazele epurării biologice a apelor uzate*, Editura Tehnopress, Iași.
6. **Dima M., (1998)**, *Epurarea apelor uzate urbane*. Editura Junimea, Iasi.
7. **Fair G. M., Geyer, I. C., Ogun, I., (1996)** - *Water Purification and Waste Water Treatment*, vol.2, USA.
8. **Freedman B., (1959)** - *Sanitarian's Handbook - Theory and Administrative Practice*, Peerless Publishing Co., https://archive.org/stream/sanit00free/sanit00free_djvu.txt
9. **Giurconiu M., Mirel I., Carabeț A., Chivereanu D., Florescu C., Stăniloiu C., (2002)** - *Construcții și instalații hidroedilitare*, Editura de Vest Timișoara.
10. **Giurconiu M., Mirel I., Retezan A., Sîrbu. I. (1989)** - *Hidraulica construcțiilor și instalațiilor hidroedilitare*. Editura Facla, Timisoara.
11. **Giurconiu M. (1972)** - *Hidraulică, lucrări edilitare și instalații sanitare*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
12. **Giurconiu M., (1973)** - *Canalizări, vol. I, II*. Ed. Institutul Politehnic Timisoara.
13. **Gligor E.-T., (2011)** - *Contribuții la optimizarea energetică a instalațiilor și echipamentelor din cadrul stațiilor de epurare a apelor uzate*, Teza de doctorat www.uoradea.ro
14. **Günther F.W. et al., (2009)** - *Kommunale Kläranlagen: Bemessung, Erweiterung, Optimierung, Betrieb und Kosten*, Expert Verlag, Renningen.
15. **Haber Kern B., Maier W., Schneider U. et al., (2008)** - *Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen*, Umweltbundesamt, Fasc. 11.
16. **Hansen J., (2007)** - *Potential für Energieoptimierungen auf Kläranlagen*, Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern, Band 26, S. 65 – 87.
17. **Ianculescu D.O., Molnar A., David C. (2002)** - *Stații de epurare de capacitate mică*. Editura MATRIX ROM, Bucuresti.
18. **Ianculescu O., Ionescu Gh., Racovițeanu R., (2001)** - *Epurarea apelor uzate*. Editura MATRIX ROM, București.
19. **Imhoff K.R., ș.a., (1998)** - *Epurarea apelor reziduale. Stații comunale de epurare. Exemple de calcul*. Editura Tehnică București;
20. **Imhoff K. R., (1990)** - *Taschenbuch der Stadtentwässerung*, Verlag von R. Oldenbourg, München.
21. **Imhoff K. R., (1972)** - *Taschenbuch der Stadtentwässerung*, 23. Auflage, Verlag von R. Oldenbourg, München.

22. **Isacu M., Mirel I., Pisleaga M.,** (2012) - *Harnessing the untapped renewable energy potential of the organic loads of urban Wastewater*, SGEM 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, Albena, Bulgaria, ISSN 1314-2704, Vol. 5, pp 515-522.
23. **Isacu M., Mirel I.,** (2012) - *Strategies for improving the energy efficiency of the wastewater treatment plants in the populated centers*, Buletinul Stiintific al Universitatii "Politehnica" din Timisoara, Seria HIDROTEHNICA, ISSN 1224-6042, Editura "Politehnica" Timisoara, Romania, Tom 57(71), Fascicola 1, pp.91-95.
24. **Isacu M., Mirel I., Staniloiu C.,** (2012) - *Energy efficiency analyses – a step towards energy self-sufficiency at waste water treatment plants*, International Conference on environmental research and technology "ECO IMPULS 2012", Timisoara Romania.
25. **Jardin N.,** (2009) - *Abwasserzusammensetzung und erforderliche Grundlagen-ermittlung zur Bemessung*, Kommunale Abwasserbehandlung, DWA, Hennef, Deutschland.
26. **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.
27. **Jura C.,** (1981) - *Începuturile și dezvoltarea lucrărilor de epurare în centrul Timișoara*, Timișoara
28. **Kainz H., Sprung W., MAuner G., Pirkner W., Gamerith V., Gruber Gu.** (2011) - *Speicherkanal für die Mischwasserbewirtschaftung in Graz*. Aqua Urbanica 2011, Niederschlags und Mischwasserbewirtschaftung im urbanen Bereich. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, Österreich, p.P1-P42.
29. **Kainz M., Kauch E.P., Renner H.,** (2002) - *Siedlungswasserbau und Abfallwirtschaft*, Manz-Verlag Schulbuch, Wien.
30. **Kantert P. J.,** (2008) - *Praxishandbuch Schneckenpumpe*, Hirthammer Verlag, Deutschland.
31. **Kapp H.,** (1997) - *Abhängigkeit der Energiebilanz von der Verfahrenstechnik der Abwasserreinigung*, VDI-Seminar Energiekonzepte mit BHKW für Kläranlagen, Neuss.
32. **Keicher K., Krampe J.,** (2007) - *Versorgungssicherheit und Störfallszenarien, Innovative Energiekonzepte für Kläranlagen*, Stuttgarter Berichte zur Siedlungs-wasserwirtschaft, Band 191.
33. **Kroiss H., Svardal K.,** (2009) - *Energiebedarf von Abwasserreinigungsanlagen*, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Volume 61.
34. **Loll U.,** (2008) - *Energiepotenziale aus Biogas/Faulgas und deren Steigerungs-möglichkeiten*, 4. European Water Wastewater and Solid Symposium: Proceedings Workshops No. 2.
35. **Maier et al.,** (2007) - *Standortanforderungen für die Ansiedlung von Bioenergie-Anlagen in Städten*, Zentrum für Energieforschung Stuttgart (ZES) e.V.
36. **Merck E.,** (1975) - *Die untersuchung von Wasser*, Darmstadt.

37. **Mirel I., Florescu C., Staniloiu C., Isacu M., (2012)** - *The evolution of technologies for wastewater treatment in population centers*, Conferința Internațională Tehnico-Stiințifică "Tehnologii noi de epurare a apelor uzate" - ARA - București, Editura Rora, ISBN 978-606-92682-7-8.
38. **Mirel I., Boboiescu I. Z., Damian C., Bone S.T., (2011)** - *Tehnologii bioenergetice pentru epurarea avansată a apelor uzate menajere provenite de pe vatra centrelor populate*. Revista AQUA, An XVII, nr. 1, vol.73.
39. **Mirel I., Damian C., Bone S.T., Boboiescu I.Z., (2010)** - *Tehnologii bioenergetice pentru epurarea avansată a apelor uzate menajere provenite de pe vatra centrelor populate*, Conferința ARA „Provocarile noilor tehnologii în managementul apei”, Arad.
40. **Mirel I., Giurconiu M., (2009)** - *Probleme ale utilizării treptelor de epurare biologică la centrele populate*, Simpozionului național „Bazele biologice ale proceselor de epurare și protecția mediului înconjurător”, Oradea.
41. **Mirel I., (2007)** - *The optimization of the plants exploitation for producing and using biogas*, Buletinul științific al UP Timișoara, Tom 52 (66).
42. **Mirel I., Pode V., Florescu C., Podoleanu C., Bâtea F., (2005)** - *Considerații cu privire la sporirea capacității de reținere a mediilor filtrante*, Revista de Chimie – Societatea de Chimie din România, vol. 56.
43. **Mirel I., Starkl M., Stăniloiu C., Gîrbaciu A., (2003)** - *Valorificarea nutrienților din apele reziduale*, Buletinul științific al Universității Politehnica din Timișoara, Tom 48 (62).
44. **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
45. **Mirel I., (2000)** - *Considerații cu privire la alcătuirea și retehnologizarea stațiilor de epurare în raport cu cerințele impuse prin normele naționale și europene*. Lucrările Simpozionului ECOTIM, Timișoara.
46. **Mirel I., Popescu D., Cardoș T., Săvescu E., Segneanu E., (2000)** - *Considerații cu privire la oportunitatea dezinfecării apelor epurate mecano-biologic*, Seminar științific – Tehnologii pentru reținerea azotului și fosforului din apele uzate și necesitatea dezinfecării acestora, U.T.C. București.
47. **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 dezinfecării apelor epurate", Universitatea Tehnică de Construcții București – ARA, 13 aprilie.
48. **Mirel I., Ionescu G., Nacu A., Mitrașcă M., (1999)** - *Consideration regarding the wastewater biological treatment*, Conferința internațională Debrecen, 28-29 octombrie.
49. **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.
50. **Mirel I., (1986)** - *Hidraulică și construcții edilitare*, Litografia I.P. "Traian Vuia", Timișoara.
51. **Mirel, I. (1992)** - *Alimentări cu apă și canalizări în agricultură*. Editura UP, Timișoara.

52. **Negulescu A. L. C., (2004)** - *Exploatarea stațiilor de epurare a apelor uzate*, Editura Agrotehnică, București.
53. **Negulescu M., (1978)** - *Epurarea apelor uzate orășenești*, Editura Tehnică, București.
54. **Perju S. (2009)** - *Statii de pompare in sisteme de alimentari cu apa si canalizari*. Editura CONSPRES, Bucuresti
55. **Pinnekamp J., Gredigk-Hoffmann S.,(2009)** - *Kommunale Abwasserbehandlung*, DWA, Hennef, Deutschland.
56. **Pöpel H. J. und Mitarbeiter, (2002)** - *Abwassertechnik*, Technische Universität Darmstadt.
57. **Renner M., Kauch E.P., Schlachter M., (2001)** - *Siedlungswasserbau 2 – Abwasser und Abfalltechnik*, Manz Verlag Schulbuch, Wien.
58. **Rețezan R., (2010)** - *Optimizarea proiectării și exploatării sistemelor hidroedilitare*, Universitatea, Teze de doctorat, Universitatea "Politehnica" Timișoara.
59. **Robescu D., Călin A., Robescu D. N., (2010)** - *Theoretical and experimental researches on the performances of an aeration system used for hybrid wastewater treatment*, U.P.B. Scientific Bulletin.
60. **Robescu D., Lnayi S., Constantinescu I., Robescu Dana, Verstory A., (2001)** - *Wastewater treatment. Technologies, Instalations and Equipment*. Editura Tehnică, București.
61. **Robescu D., Lanyi S., Constantinescu I. (2000)** – *Tehnologii, instalații și echipamente pentru epurarea apei*. Editura Tehnică București
62. **Rojanschi V.; Bran F. Si Diaconu Gh. (2002)** - *Protecția și ingineria mediului*, ediția a II-a, Editura Economică, București
63. **Rojanschi V., Bran F. (2002)** - *Environmental policies and strategies Book/Economical*. Editura, Romania, vol. 1/issue 1, pp 431.
64. **Rojanschi, V., Ogneanu, Th., (1997)** - *Cartea operatorului din stații de epurare a apelor uzate*, Editura Tehnică, București.
65. **Schribertschnig W., Renner H., Kauch E.P., Schlachter H., Nemecek E. (1995)** – *Abwasser- und Abfalltechnik*. Manz Verlag Schulbuch, Wien.
66. **Seeger F., (2011)** - *Senkung des Stromverbrauchs in der Praxis*, KA-Betriebs-Info, 2
67. **Staniloiu C., (2006)** - *Epurarea apelor uzate in statii de mica capacitate*. Teza de doctorat. Universitatea "Politehnica" Timisoara.
68. **Steinmetz H., (2008)** - *Energetische Optimierung der Abwasserreinigung*, Gewässerschutz, Wasser, Abwasser, Aachen.
69. **Steinmetz H., (2007)** - *Ansätze für energieoptimierte Kläranlagen*, Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft ; Bd. 191.
70. **Trofin P., (1972)** - *Alimentari cu apa*. EDP Bucuresti.
71. **Vaicum M., (1981)** - *Epurarea apelor uzate cu nămol activ*. Ed. Academiei, București.
72. **Vlaicu I., Hategan I., (2012)** - *Alimentarea cu apă a Timișoarei – Istorie, prezent și perspective*. BRUMAR.
73. **Wiesmann U., Choi I.S., Dombrowski E.M, (2007)** - *Fundamentals of Biological Wastewater Treatment*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
74. *****ATV-A 106, (1995)** *Entwurf und Bauplanung von Abwasserbehandlungs-anlagen*
75. *****ATV Landesgruppe BW, (2009)** Leitfaden: *Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen*, DWA.

76. *** **Deutsche Bundesstiftung Umwelt, (2007)** - *Heizen und Kühlen mit Abwasser*, www.bfe.admin.ch/php/.../stream.php?extlang...
77. *** **Directiva Consiliului European 91/271/CEE**, modificata de Directiva 98/15/CEE, transpusa in Romania prin **HG 188/2002** si prin **HG 352/2005**.
78. *** **DWA-M 114., (2009)** - *Energie aus Abwasser*, DWA, Hennef.
79. *** **DWA-M 114., (2013)** - *Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser*
80. *** **Legea 107/1996** completată și modificată cu Legea 310/2004 - *Legea apelor*.
81. *** **Legea 220/2008** pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie, republicata 2010.
82. *** **Legea 241/2006/2013** - *Legea serviciului de alimentare cu apă și canalizare*.
83. *** **Legea 265/2006** - *Privind protecția mediului*.
84. *** **Legea 310/2004** - *Legea apelor*
85. *** **Legea 350/2001**- *Privind amenajarea teritoriului si urbanismului*
86. *** **Normativ NP 133/2013** - *Proiectarea, executia si exploatarea sistemelor de alimentari cu apa si canalizare a localitatilor*.
87. *** **Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești (2004) – 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, elaborat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor, București.
88. *** **NTPA 001/2002** - *Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate industriale și orășenești în receptorii naturali*.
89. *** **NTPA 002/2005** - *Normativ privind condițiile de evacuarea apelor uzate în rețelele publice de canalizare ale localităților*.
90. *** **NTPA 011/2005** - *Normativ privind colectarea, evacuarea și epurarea apelor uzate orășenești*.
91. *** **Ordonanța de urgență 195/2005** - *privind protecția mediului*.
92. *** **P28 - 84, (1984)** - *Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, treptele de epurare mecanică și biologică și linia de prelucrare și valorificare a nămolurilor*, ISLGC.
93. *** **STAS 4706-74** - *Condițiile de evacuare a apelor uzate industriale și orășenești în receptorii naturali*.
94. *** **(2011)** - *Analiza dinamic-comparativă a costurilor*, DWA
95. *** **(2010)** - *Energiepotenziale in der deutschen Wasserwirtschaft: Schwerpunkt Abwasser*, DWA, Hennef.
96. *** **(2010)** - *Planul Național de Acțiune în Domeniul Energiei din Surse Regenerabile (PNAER)*, București.
97. *** **(2009)** - *Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen*, Umweltbundesamt <http://www.umweltbundesamt.de>.
98. *** **(2009)** - *Abwasserbehandlung. Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt”*, Bauhaus-Universität, Weimar.
99. *** **(2008)** - *Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen*, Forschungsbericht 205 26 307 Umwelt Bundes Amt.

100. *****(2008)** - *Ensuring a Sustainable Future: An Energy Management Guidebook for Wastewater and Water Utilities*, http://www.epa.gov/owm/waterinfrastructure/pdfs/guidebook_si_energymangement.pdf
101. *****(2008)** - *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien*, EEG/BGBl. I S. 2074 http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf
102. *****(2004)** - *Cooling, Heating, and Power for Buildings (CHP-B)* Instructional Module, Mississippi State University, MS 39762.
103. *****(1999)**, *Handbuch - Energie in Kläranlagen*, NRW.
104. *****(1998)** - *Stromverbrauch auf kommunalen Kläranlagen*, Handbuch Wasser 4. 13, LfU Baden-Württemberg, Karlsruhe.
105. *****(1996)** - *Energiekonzepte für Kläranlagen - heute und morgen*. VDI Verlag, Deutschland.
106. *****(1995)** - *Tratatul de aderare a Romaniei la Uniunea Europeana. Cap.22. Protecția mediului*.
107. *****(1991)** - *Water treatment handbook*, vol.1,2. Degremont.
108. ***[http://dwa.de/portale/ifat/ifat.nsf/C125734C003E2A55/F27CC33FE3D71256C12577AD00546D6B/\\$FILE/pp-mitsdoerffer.pdf](http://dwa.de/portale/ifat/ifat.nsf/C125734C003E2A55/F27CC33FE3D71256C12577AD00546D6B/$FILE/pp-mitsdoerffer.pdf)
109. ***<http://www.eurobserv-er.org>
110. ***<http://www.greenagenda.org/eco-aqua/epurare.htm>
111. ***<http://www.huber.de>
112. ***http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag10_12_09.pdf

Anexa 1./1 – Date de exploatare 01.01.2011 – 31.12.2012
Treapta biologică

Cantitatea anuală de apă uzată/an
 min. 126 m³/h
 max. 1.083 m³/h
 2011 2.015.088 m³/h
 2012 2.215.186 m³/h

	Bazin de activare				Evacuare efluent
	Conținut SU [g/l] a nămolului activat	Conținut SU [%] a nămolului recirculat	Cantitate zilnică [m ³ /d] de nămol recirculat	Cantitate zilnică [m ³ /d] de nămol în exces	Debit max. de evacuare [m ³ /h]
Valoare medie 2011	3,13	0,55	11193	293	1083
Nr. de măsurări	366	52	364	366	366
Valoare medie 2012	2,82	0,56	8159	312	
Nr. de măsurări	365	365	365	365	

	Nămol										
	Cantitate nămol crud [m ³ /a]	Conținut SUa nămolului crud [%]	Pierdere prin ardere nămol crud [%]	Cantitate nămol cu conținut organic (fecale) [m ³ /a]	Cantitate nămol de fermentare [m ³ /a]	Conținut SU a nămolului de fermentare [%]	Pierdere prin ardere [%] nămol de fermentare	Conținut SU a nămolului de amestec înainte de presa filtru-cameră [%]	Conținut SU a nămolului presat [%]	La deshidratarea mecanică [m ³ /a]	Nămol deshidratat [t/a]
Valoare medie 2011	32692	3,33	73,88	395	6801	3,79	50,65	4,40	28,86	14525	2040
Nr. de măsurări	366	53	49	88	366	53	49	53	53	365	11
Valoare medie 2012	34435	3,78	74,60	605	6902	3,96	49,11	5,15	29,57	16163	2137
Nr. de măsurări	365	53	49	122	365	52	50	44	46	365	10

Anexa 1./2 – Date de exploatare 01.01.2011 – 31.12.2012
Stația de epurare A
Producție biogaz:

[m³/zi]

val. medie 2011	1424	min 53	max 3368
val. medie 2012	1779	min 367	max 3437

	Fermentare nămol						Livrat GC*	
	CO ₂ [%]	Producție biogaz [m ³ /zi]	Consum biogaz [m ³ /zi]	Gaz metan achiziționat [m ³ /zi]	Consum gaz metan încălzire suplimentară [m ³ /zi]	Consum gaz metan CTE [m ³ /lună]	Energie termică livrată la gospodăria comunală [kWh]	Energie termică livrată la sere [kWh]
2011	34,2	458434	519829	36131	12195	23936	169420	59632
Nr.masurari	169,0	365	365	219	366	12	4	4
2012	34,4	567480	647390	39716	13905	25811	179190	60757
Nr.masurari	164,0	364	364	365	365	12	4	4

*GC – gospodărie comunală (garaje, ateliere, depozit, sere, etc)

	Energie electrică									
	Achiziționat la tarif de vârf [kWh]	Achiziționat la tarif redus [kWh]	Total achiziționat [kWh]	Producție proprie [kWh]	Introdus în rețea publ. la tarif de varf [kWh]	Introdus în rețea publ. la tarif redus [kWh]	Total introdus în rețea [kWh]	Livrare la GC [kWh]	Consum total SE [kWh]	Consum treaptă biologică [kWh]
2011	353	118144	118501	976304	28743	134432	163175	29278	931631	437261
Nr.masurari	366	365	366	366	366	366	366	4	366	366
2012	458	33735	34193	1148483	36585	346993	383578	28984	799098	417969
Nr.masurari	365	365	365	365	365	365	365	4	365	365

Anexa 1. /3 – Date de exploatare 01.01.2011 – 31.12.2012
Încărcări influent și LE

	Încărcări la intrarea în treapta mecanică				LE la intrarea în treapta mecanică				Încărcări la intrarea în treapta biologică				LE la intrarea în treapta biologică					
	CBO ₅ [kg/zi]	CCO[kg/zi]	NH ₄ -N [kg/zi]	P total [kg/zi]	LE _{CBO5} [om]	LE _{CCO} [om]	LE _{NH₄-N} [om]	LE _{P total} [om]	CBO ₅ [kg/zi]	CCO[kg/zi]	N total [kg/zi]	NH ₄ -N [kg/zi]	P total [kg/zi]	LE _{CBO5} [om]	LE _{CCO} [om]	LE _{N total} [om]	LE _{NH₄-N} [om]	LE _{P total} [om]
Încărcări specifice [g/LE-zi]					60	120	9	1.8						40	80	10	8	1.6
2011																		
Nr.	51	50	50	50	51	50	50	50	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Minim	702	955	94	17	11699	7958	10409	9234	380	580	130	11	14	9488	7253	12995	1363	8494
Mediu	2242	3421	153	38	37363	28508	17048	21381	1540	2223	258	154	36	38504	27783	25815	19223	22599
Maxim	5225	8648	318	95	87090	72070	35341	52506	4048	5536	500	326	234	101209	69198	49982	40705	146314
2012																		
Nr.	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Minim	531	76	79	18	8854	629	8770	10105	375	634	77	40	4	9375	7928	7652	4980	2345
Mediu	2169	3945	173	42	36149	32873	19197	23061	1599	2718	288	176	39	39982	33970	28826	21986	24487
Maxim	5754	15881	467	92	95903	132345	51878	50861	3655	6890	522	357	93	91386	86125	52184	44631	58248

Anexa 2. Calculul necesarului de căldură al rezervorului de fermentare

Căldura specifică nămol (c): 4,186 kJ/kg·K
 Densitate nămol (ρ): 1000 kg/m³
 Volum rezervor fermentare (V_R): 1750 m³

Consum en. termică 2011: 1147033 kWh
 Consum en. termică 2012: 1203866 kWh

Pierderi: 172535 kWh
 Pierderi: 172180 kWh

Data	Temp. ext. min.	Temp. ext. max.	Temp. ext. medie	Temp. apă uzată	Temp. RF 1 min.	Temp. RF 1 max.	Temp. RF 1 medie	Nămol crud	Nămol cu conținut organic	Nămol	D	Φ	c·ρ·V _R	Necesarul de en.termică	
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	m ³ /zi	m ³ /zi	m ³ /zi	zi ⁻¹	zi ⁻¹	kWh/K	kWh/zi	kW
Medie 2011	4,0	15,5	9,8	13,1	38,1	39,6	38,8	89,3	4,5	90,4	0,052			3143	130,9
Medie iarna 2011	- 2,2	7,0	2,4	9,1	38,2	39,8	39,0	74,4	3,2	75,1	0,00			3191,8	133,0
Medie 2012	3,9	15,1	9,5	12,9	37,7	39,2	38,5	94,3	5,0	96,0	0,055			3298	137,4
Medie iarna 2012	- 3,9	3,3	-0,3	8,2	37,8	39,5	38,7	83,4	6,8	85,1	0,00			3640,9	151,7
Medie 2011-2012	4,0	15,3	9,7	13,0	37,9	39,4	38,7	91,8	4,8	93,2	0,053	0,008	2035	3220	134,2
Maxim 2011	18,1	35,2	24,7	18,8	40,2	41,6	40,8	216,3	52,2	218,8	0,125			6382,6	265,9
Maxim 2012	16,6	35,6	25,5	18,5	41,0	43,0	41,8	233,5	21,5	235,5	0,135			6859,6	285,8
Maxim 2011-2012	18,1	35,6	25,5	18,8	41,0	43,0	41,8	233,5	52,2	235,5	0,135			6859,6	285,8

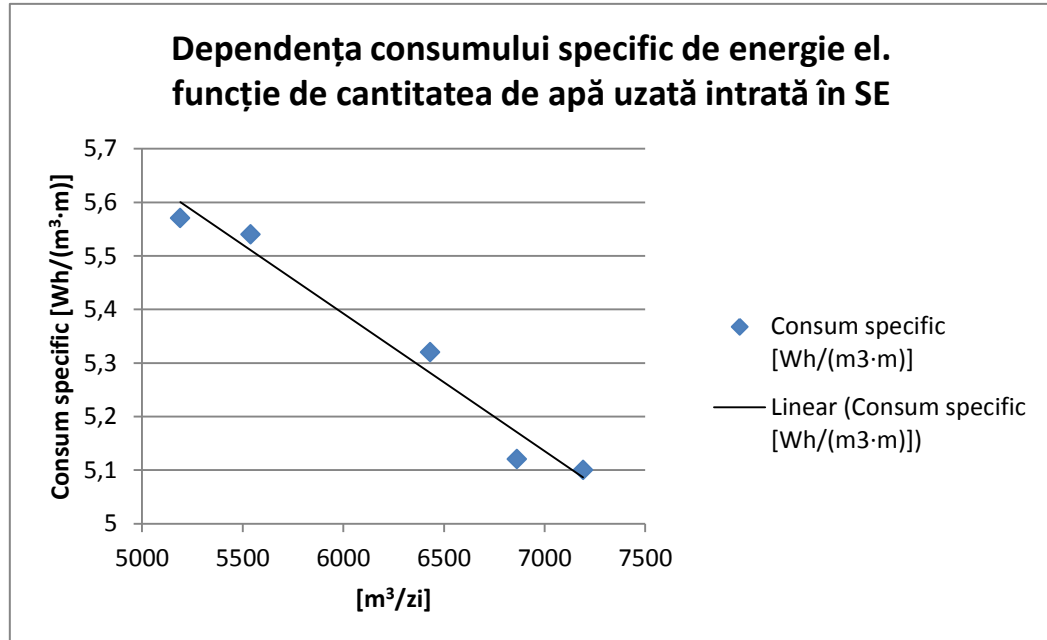
Anexa 3. Măsurări ale consumurilor stației de pompare de la intrarea în stație și calculul consumului specific de energie

Data	Index contor [kWh]	Diferența [kWh/zi]	Debit apa uzată [m ³ /zi]	Consum specific [Wh/(m ³ ·m)]
15.02.2013	24106	165	7191	5,10
16.02.2013	24271	158	6863	5,12
17.02.2013	24429	154	6431	5,32
18.02.2013	24583	138	5539	5,54
19.02.2013	24721	130	5190	5,57
20.02.2013	24851			

Debitul anual de apă uzată: 2100000 m³/a

Debitul zilnic de apă uzată: 5753 m³/zi

Consum specific: 5,33 Wh/(m³·m)



Anexa 4. Inventarul utilajelor consumatoare de energii electrică

Nr. crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
								68.062
1.	Stație pompare intrare în SE			Total	50.384			
1.1	Pompă melc 1	1972	11,00	8672	43.358	737	736	7.365
1.2	Pompă melc 2	1972	11,00	65	324	11	0	55
1.3	Pompă melc 3	1972	7,5	1325	4.371	100	125	743
1.4	Pompă melc 1- Pompa grasimi 1	1972	0,25	8672	1.734	737	736	295
1.5	Pompă melc 1 - Pompa grasimi 2	1972	0,25	65	13	11	0	2
1.6	Pompă melc 1 - Pompa grasimi 3	1972	0,25	1325	265	100	125	45
1.7	Dispozitiv ridicare	1972	7,50	53	318	4	5	54
2.	Stație pompare intermediară			Total	3.588			
2.1	Pompă melc 1		5,50	235	589	21	19	100
2.2	Pompă melc 2		3,30	1737	2605	148	147	443
2.3	Pompă melc 1-Pompa grasimi 1		0,25	235	47	21	19	8
2.4	Pompă melc 2-Pompa grasimi 2		0,25	1737	347	148	147	59
3.	Pompă melc intermediară treaptă biologică			Total	25.022			
3.1	Pompă submersibilă 1	2002	4,70	2873	4.689	248	240	797
3.2	Pompă submersibilă 2	2003	4,70	3303	5.391	271	290	916
3.3	Pompă submersibilă 3	2004	4,70	2573	4.199	249	188	713
3.4	Pompă submersibilă 4	2005	4,70	3403	5.554	284	294	943
3.5	Pompă submersibilă 5	2008	4,70	3179	5.189	250	290	881

Nr. crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
4.	Grătare			Total	7.301			
4.1	Grătar ROTAMAT		2,50	1113	2.225	99	90	378
4.2	Bandă transportoare 1		2,00	1436	2.586	124	120	439
4.3	Bandă transportoare 2		2,00	1383	2.490	122	113	423
4.4	Suflantă încălzire		0,30	0	-	0	0	-
5.	Separator nisip			Total	88.914			
5.1	Raclor + pompă	1972	3,80	8760	29.784	744	744	5.059
5.2	Suflantă cu piston rotativ	1972	7,50	8760	59.130	744	744	
6.	Decantare primară			Total	10.498			
6.1	Raclor	1992	2,20	8748	10.498	743	743	1.783
7.	Aerare Biologie			Total	372.240			
7.1	Suflantă cu piston rotativ 1	1996	75,00	2119	108.087	157	203	
7.2	Suflantă cu piston rotativ 2	1996	75,00	2025	103.283	255	89	
7.3	Suflantă cu piston rotativ 3	2008	30,00	2573	52.482	189	248	
7.4	Suflantă cu piston rotativ 4	1996	75,00	2125	108.387	145	216	
8.	Biologie Agitare mecanică			Total	86.650			
8.1	Agitator mecanic imersat 1		4,12	8748	31.494	743	743	5.350
8.2	Agitator mecanic imersat 3		4,12	8760	31.536	744	744	5.357
8.3	Agitator mecanic imersat 5		4,12	6561	23.620	743	743	5.350

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
9.	Biologie, Recirculare			Total	12.606			
9.1	Pompă recirculare 1		1,60	8754	12.606	743	744	2.141
10.	Biologie, Recirculare nămol activat			Total	36.334			
10.1	Pompă recirculare 1		11,00	4009	17.018	0	681	2.891
10.2	Pompă recirculare 2		11,00	4551	19.316	741	32	3.281
10.3	Pompă recirculare3		11,00	0	-	0	0	-
11.	Biologie - Alți consumatori			Total	273			
11.1	Vană de reglare 1		0,33	35	12	3	3	2
11.2	Vană de reglare 2		0,33	59	19	5	5	3
11.3	Vană de reglare 3		0,33	47	16	4	4	3
11.4	Vană de reglare 4		0,33	47	16	4	4	3
11.5	Vană de reglare 5		0,33	59	19	5	5	3
11.6	Vană de reglare 6		0,33	35	12	3	3	2
11.7	Vană de reglare 7		0,33	47	16	4	4	3
11.8	Vană de reglare 8		0,33	59	19	5	5	3
11.9	Vană de reglare 9		0,33	35	12	3	3	2
11.10	Vană de reglare 10		0,33	47	16	4	4	3
11.11	Vană de reglare 11		0,33	59	19	5	5	3
11.12	Vană de reglare 12		0,33	35	12	3	3	2
11.13	Stavilă menținere nivel 1		0,75	0	-	0	0	-
11.14	Stavilă menținere nivel 2		0,75	0	-	0	0	-

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
11.15	Stavilă menținere nivel 3		0,75	0	-	0	0	-
11.16	Stavilă menținere nivel 4		0,75	0	-	0	0	-
11.17	Stavilă menținere nivel 5		0,75	0	-	0	0	-
11.18	Stavilă menținere nivel 6		0,75	0	-	0	0	-
11.19	Stavilă menținere nivel 7		0,75	0	-	0	0	-
11.20	Stavilă menținere nivel 8		0,75	0	-	0	0	-
11.21	Stavilă menținere nivel 9		0,75	0	-	0	0	-
11.22	Vană recirculare 1		0,75	0	-	0	0	-
11.23	Vană recirculare 2		0,75	0	-	0	0	-
11.24	Vană recirculare 3		0,75	0	-	0	0	-
11.25	Vană recirculare 4		0,75	0	-	0	0	-
11.26	Vană de închidere 11		0,75	0	-	0	0	-
11.27	Vană de închidere 1		0,75	0	-	0	0	-
11.28	Vană de reglare 1 Cămin măsurare 1		0,33	0	-	0	0	-
11.29	Vană de închidere 1 Cămin măsurare 1		0,33	0	-	0	0	-
11.30	Pompă de evacure		0,70	12	8	1	1	1
11.31	Vană de reglare 1 Cămin măsurare 2		0,33	0	-	0	0	-
11.32	Pompă de evacure		0,70	12	8	1.0	1	1
11.33	Vană de închidere pompă elicoidală 1		0,75	0	-	0	0	-
11.34	Vană de închidere pompă elicoidală 2		0,75	0	-	0	0	-
11.35	Vană de închidere pompă elicoidală 3		0,75	0	-	0	0	-
11.36	Vană de închidere pompă elicoidală 4		0,75	0	-	0	0	-

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
11.37	Vană de închidere pompă elicoidală 5		0,75	0	-	0	0	-
11.38	Vană de închidere pompă elicoidală 6		0,75	0	-	0	0	-
11.39	Filtru de aer		0,09	0	-	0	0	-
11.40	Vană de reglare 1, Cămin măsurare 3		0,75	47	35	4	4	6
11.41	Vană de reglare 2, Cămin măsurare 3		0,75	35	26	3	3	5
11.42	Vană de închidere1, Cămin măsurare 3		0,75	0	-	0	0	-
11.43	Vană de închidere2, Cămin măsurare 3		0,75	0	-	0	0	-
11.44	Pompă de evacuare		0,70	12	8	1	1	1
11.45	Vană de închidere1		0,75	0	-	0	0	-
11.46	Vană de închidere 2		0,75	0	-	0	0	-
11.47	Vană de închidere 3		0,75	0	-	0	0	-
11.48	Vană de închidere 4		0,75	0	-	0	0	-
12.	Biologie - Decantare secundară			Total	9.780			
12.1	Pod raclor circular BDS1		0,50	8430	3.794	716	716	644
12.2	Pod raclor circular BDS2		0,50	8748	3.937	743	743	669
12.3	Pompă nămol plutitor BDS1		2,20	177	353	15	15	60
12.4	Pompă nămol plutitor BDS2		2,20	165	330	14	14	56
12.5	Pompă nămol flota plutitor nt 1		2,40	424	911	36	36	155
12.6	Pompă nămol plutitor 2		2,40	212	456	18	18	77

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
13.	Rezervoare de fermentare metanică			Total	69.088			
13.1	Vană nămol 5			0	-	0	0	-
13.2	Vană nămol 10			0	-	0	0	-
13.3	Apă de nămol PN1 Rezervor fermentare 1			0	-	0	0	-
13.4	Vană gaz 1			0	-	0	0	-
13.5	Vană stanga 1			0	-	0	0	-
13.6	Vană dreapta 1			0	-	0	0	-
13.7	Apă de nămol PN2 Rezervor fermentare 2			0	-	0	0	-
13.8	Vană gaz 2			0	-	0	0	-
13.9	Vană stanga 2			0	-	0	0	-
13.10	Vană dreapta 2			0	-	0	0	-
13.11	Nămol PN1 RF1			0	-	0	0	-
13.12	Nămol PN în exces			0	-	0	0	-
13.13	Pompă recirculare 1		5,50	5975	29.578	505	510	5.024
13.14	Pompă recirculare 2		5,50	4969	24.595	423	421	4.178
13.15	Compresor gaz		20	60	1.080	6	4	
13.16	Pompă nămol brut/primar 1		11,00	1319	13.187	138	86	2.240
13.17	Pompă nămol brut/primar 2		11,00	65	648	0	11	110
14.	Bazin îngroșare nămol			Total	2.796			
14.1	Pompă evacuare		1,10	47	47	4	4	8

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
14.2	Pompă golire rezervor nămol organic		4,00	183	657	18	13	112
14.3	Vană golire rezervor nămol organic		0,55	0	-	0	0	-
14.4	Dispozitiv omogenizare nămol		0,37	6340	2.092	354	723	355
14.5	Vană golire 1 îngroșător		0,55	0	-	0	0	-
14.6	Vană golire 2 îngroșător		0,55	0	-	0	0	-
14.7	Pompă golire îngroșător		4,00	0	-	0	0	-
14.8	Vană de închidere îngroșător		0,55	0	-	0	0	-
14.9	Pompă golire rezervor filtrat		7,50		-			-
14.10	Vană de golire rezervor filtrat		0,55		-			-
15.	Deshidratare nămol			Total	26448			
15.1	Macerator		15,00	-				
15.2	Pompă dozare Fe-Cl3		0,55	-				
15.3	Pompă umplere		30,00	-				
15.4	Pompă înaltă presiune		22,00	-				
15.5	Presă hidraulică		7,50	-				
15.6	Motor dispozitiv ridicare		0,62	-				
15.7	Motor antrenare		0,62	-				
15.8	Conveior		11,00	-				
15.9	Pompă spălare de înaltă presiune		75,00	-				
15.10	Transportor		3,50	-				
15.11	Transportor evacuare 1		3,50	-				
15.12	Transportor evacuare 2		3,50	-				

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
16.	Clădire administrativă/Altele			Total	19.304			
16.1	Macara		3,00	24	64	2	2	
16.2	Macara		5,00	12	53	1	1	
16.3	Încălzire centrală			0	-	0	0	-
16.4	Atelier- mici consumatori		2,00	12	24	1	1	
16.5	Compresor apă industrială		1,50	12	18	1	1	3
16.6	Pompă apă industrială 1		7,50	1172	7.908	140	59	1.343
16.7	Pompă apă industrială 2		7,50	59	397	7	3	68
16.8	Radiatoare, încălzire electrică		8,00	2160	5.400	0	0	-
16.9	Server, calculatoare *(24h/zi)		0,50	8760	2.190	744	744	372
16.10	Aparatură laborator (8h/zi)		0,50	2920	730	248	248	124
16.11	Frigidere		0,40	8760	876	744	744	149
16.12	Bucătărie: cuptor, microunde (0,25h/zi)		0,50	6	3	0.5	0.5	1
16.13	Atelier		0,50	2920	730	248	248	124
16.14	Dependințe ext. (10h/zi)		0,50	3650	913	310	310	155
17.	Ventilație			Total	17.292			
17.1	Suflantă hală generatoare electrice		1,50	8748	6.561	743	743	
17.2	Ventilator evacuare aer viciat hală generatoare electrice1		0,50	8760	2.190			
17.3	Ventilator 2 hală generatoare electrice		0,50	8760	2.190			
17.4	Ventilator 3 hală generatoare electrice		0,50	8760	2.190			

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
17.5	Ventilator 4 hală generatoare electrice		0,50	8760	2.190			
17.6	Ventilator 2 stație suflante		0,45	8760	1.971			
18.	Stație dozare calcar (nu este în funcțiune)				-			
18.1	Stație dozare		8,00	0	-	0	0	
18.2	Agitator siloz calcar		0,62	0	-	0	0	
18.3	Melc transportor calcar		1,50	0	-	0	0	
18.4	Amestecător		3,50	0	-	0	0	
18.5	Pompă lapte de var		3,00	0	-	0	0	
18.6	Amestecător		1,80	0	-	0	0	
19.	Gospodărie reactivi precipitare fosfor (K2)			Total	6.140			
19.1	Pompă reactiv de precipitare		0,75	8760	6.132	744	744	1.042
19.2	Pompă vacuum fosfat		0,75	12	8	1	1	1
20.	Valorificarea biogazului și distribuția de căldură			Total	43.969			
20.1	Compresor gaz		1,85	1601	2.562	136	136	
20.2	Suflantă desulfurizare		0,5	8748	4.374	743	743	
20.3	Făclie gaz			0	-	0	0	
20.4	Pompă de recirculare răcire de urgență		2,50	876	1.971			329
20.5	Ventilator 1 – răcire de urgență		3,50	876	2.759			460

Nr.crt	Denumire	An fabricatie	P[kW]	Timp de funcționare anuală [103]	Consum anual calculat	Ore de funcționare 01.04.-01.05.2013	Ore de funcționare 01.05.-01.06.2013	Consum anual estimat
20.6	Ventilator 2 – răcire de urgență		3,50	876	2.759			460
20.7	Pompă de recirculare CTE 1		0,97	8760	7.008	744	744	
20.8	Pompă de recirculare CTE 2		0,97	0	-	0	0	
20.9	Pompă de recirculare CTE 3		0,97	0	-	0	0	-
20.10	Pompă recirculare sist. distribuție căldură		1,50	8760	10.512	744	744	1.786
20.11	Pompă recirculare circuit agent termic nămol de fermentare	1972	1,50	8760	10.512	744	744	1.786
20.12	Pompă recirculare circuit agent termic gospodărie comunală	1972	0,11	4380	460	372	372	78
20.13	Pompă recirculare circuit principal agent termic –(deshidratare nămol și sere)	1972	0,18	0	-	0	0	-
20.14	Pompă recirculare circuit secundar agent termic (clădire grătare)	1972	0,05	0	-	0	0	-
20.15	Pompă recirculare circuit încălzire apă caldă menajeră	1972	0,12	8760	1.051	744	744	179
20.16	Pompă recirculare circuit încălzire clădire administrativă			0	-	0	0	-
20.17	Pompă recirculare circuit încălzire cu gaz metan	1972		0	-	0	0	-

Anexa 5. – Calcule de optimizare

Situație existentă	SP intrare recirculat	SP intermediară	Recirculare	Nămol
	Pompă cu melc	Pompă elicoidală	Pompă submersibilă	Pompă centrifugă
Data	2011	2011	randament max.	Iulie/Aug. 2010
Volum apa uzată	2.100.000 m ³ /a	2.100.000 m ³ /a	4.730.400 m ³ /a	3.045.012 m ³ /a
Consum electric	50.384 kWh/a	25.022 kWh/a	12.606 kWh/a	36.334 kWh/a
Înălțime geodezică	4,5 m	1,0 m	0,25 m	4,5 m
Consum specific	5,3 Wh / (m ³ m)	11,9 Wh / (m ³ m)	10,7 Wh / (m ³ m)	2,7 Wh / (m ³ m)
Valoare țintă	5,4 - 4,5 Wh / (m ³ m)	4,2 -3, 4 Wh / (m ³ m)	4,2 -3, 4 Wh / (m ³ m)	3,6 - 4,2 Wh / (m ³ m)
Valoare efectivă	8,0 Wh / (m ³ m)			

Măsura 1: Optimizarea pompelor cu melc

STAȚII DE POMPARE

	Diminuarea consumului specific la valoarea ideală de 4,5 Wh/(m ³ m)	Înlocuirea motoarelor de antrenare cu motoare IE1 și utilizarea de convertizoare de frecvență
Consum electric viitor	42.525 kWh/a	45.345 kWh/a
Economie de energie electrică	7.859 kWh/a	5.038 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	704,91 €/a	451,94 €/a
Costuri de investiție (complet nou)	250.000 €	15.000 €
Factor de recuperare de capital	50.000 €	2.500 €

Rata dobânzii	3%	3%
Durata de viață	20 ani	15 ani
CRFAC	0,0672	0,0838
Costuri anuale de capital	3.361 €/a	209 €/a

Raport cost - beneficiu **4,77** **ineficient dpdv. economic** **0,46** **pe termen scurt** Fiind vorba și de costuri suplimentare → **măsură de perspectivă**

Măsura nr. 2: Montarea unei a 2-a pompe de recirculare

	Existent	Țintă	m ³ /a	kWh/a
Total recirculat	3,7	3,7	7.770.000	40.168
Recirculat din BA6 în BA1	2,25	2,7	5.670.000	15.1100
Recirculat de la DS la BA	1,45	1,0	2.100.000	25.058

Consum electric actual	48.940 kWh/a
Consum electric viitor	40.168 kWh/a
Economie de energie electrică	8772,3 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	786,87 €/a

Costuri de investiție (complet nou)	6.500 €
Factor de recuperare de capital	
Rata dobânzii	3 %
Durata de viață	15 ani
CRFAC	0,0838
Costuri anuale de capital	544 €/a

Raport cost - beneficiu **0,69** **pe termen scurt**

SEPARATORUL DE NISIP

Consum actual	kWh/a
Total al separatorului de nisip	88.914
Suflanta	59.130
Podul raclor cu pompa rotativă cu lopeți	29.784

Măsura 1. Optimizarea suflantei

	Înlocuire suflantă Aerzner GM35 (4kW)
Consum electric viitor	35.040 kWh/a
Economie de energie electrică	24.090 kWh/a
Preț en. el. / Cumpărare	0,159 Ct/kWh
Economie de costuri	3830,31 €/a

Costuri de investiție (inclusive montaj)	5.000 €
Factor de recuperare de capital	
Rata dobânzii	3 %
Durata de viață	12 ani
CRFAC	0,1005
Costuri anuale de capital	502 €/a

Raport cost - beneficiu

0,13 măsură imediată

Măsura nr. 2 Optimizarea podului raclor

	a) Întreruperea manuală a funcționării pe timp de noapte	b) Pompă submersibilă
Consum electric viitor (30%)	9.928 kWh/a	9.928 kWh/a
Economie de energie electrică	19.856 kWh/a	19.856 kWh/a
Preț en. el. / cumpărare	0,159 Ct/kWh	0,159 Ct/kWh
Economie de costuri	3.157,10 €/a	Nu e cazul - funcționează deja manual
Costuri de investiție (complet nou)	0 €	10.000 €
Factor de recuperare de capital		
Rata dobânzii	%	3%
Durata de viață	ani	12 ani
CRFAC		0,1005
Costuri anuale de capital	€/a	1.005 €/a

Raport cost - beneficiu**Măsură imediată**

DECANTARE PRIMARĂ

Consum total 10.498 kWh/a

Măsuri	Înlocuirea tuturor echipamentelor de antrenare	Înlocuirea întregului system	Înlocuirea echipamentelor de antrenare cu funcționare continuă
Consum electric viitor	9.448 kWh/a	6.300 kWh/a	9.973 kWh/a
Economie de energie electrică	1.050 kWh/a	4.198 kWh/a	525 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh	0,0897 Ct/kWh	
Economie de costuri	94,2 €/a	376,95 €/a	47,1 €/a
Costuri de investiție	5.000 €	20.000 €	2.500 €
Costuri suplimentare	500 €	2.000 €	2.500 €/a
Factor de recuperare de capital			
Rata dobânzii	3%	3%	3%
Durata de viață	15 ani	17 ani	15 ani
CRFAC	0,0838	0,0760	0,0838
Costuri anuale de capital	42 €/a	152 €/a	21 €/a
Raport cost - beneficiu	0,44 măsură pe termen scurt Fiind vorba și de costuri suplimentare → măsură de perspectivă	0,40 măsură pe termen scurt Fiind vorba și de costuri suplimentare → măsură de perspectivă	0,44 măsură pe termen scurt Fiind vorba și de costuri suplimentare → măsură de perspectivă

AERAREA BAZINELOR DE ACTIVARE

Consum total 372.240 kWh/a
Consum specific 10,1 kWh/(LE·a)

Măsuri	Modificarea sistemului de control al compresoarelor	Montarea unor elemente de aerare cu eficiență ridicată
Consum electric viitor	361.073 kWh/a	335.016 kWh/a
Consum specific de energie	9,8 kWh/(LE·a)	9,1 kWh/(LE·a)
Economie de energie electrică	11.167 kWh/a	37.224 kWh/a
Preț en. el. / cumpărare	0,159 Ct/kWh	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	1.775,6 €/a	3.339,0 €/a
Costuri de investiție (complet nou)	2.000 € (programare)	45.103 €
Costuri suplimentare	-	2.999 €
Factor de recuperare de capital		
Rata dobânzii	3 %	3 %
Durata de viață	15 ani	12 ani
CRFAC	0,0838	0,1005
Costuri anuale de capital	168 €/a	301 €/a
Raport cost - beneficiu	0,09 Măsură imediată	0,09 măsură imediată Fiind vorba și de costuri suplimentare → măsură de perspectivă

Calculație Elemente de aerare

Buc.	Aeratoare obișnuite	Aeratoare cu eficiență ridicată	Preț Aeratoare obișnuite	Preț Aeratoare cu eficiență ridicată
496	70,5 €	75,50 €	34.968 €	37.448 €
8	51,70 €	56,70 €	414 €	454 €

	net	35.382 €	37.902 €
	brut	42.104 €	45.103 €
	Costuri suplimentare	7%	2.999 €

DECANTARE SECUNDARĂ

Consum total 9.780 kWh/a

Măsuri

Motor IE3 cu posibilitate de reglare în trepte a vitezei

Consum electric viitor	8.802 kWh/a
Economie de energie electrică	978 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	87,7 €/a

Costuri de investiție	2.000 €
Costuri suplimentare	500 €
Factor de recuperare de capital	
Rata dobânzii	3 %
Durata de viață	15 ani
CRFAC	0,0838
Costuri anuale de capital	42 €/a

Raport cost - beneficiu

0,48 măsură pe termen scurt

Fiind vorba și de costuri suplimentare
→ **măsură de perspectivă**

FERMENTARE METANICĂ

Consum actual	kWh/a
Total Fermentare metanică	69.088
Pompe de recirculare	54.173
Compresor	1.080
Pompe nămol primar	13.835

Măsura 1: Optimizarea recirculării

	Motoare IE3 pt. pompele de recirculare	Motoare IE3 pt. pompele de nămol primar
Consum electric viitor	51.464 kWh/a	13.143 kWh/a
Economie de energie electrică	2.709 kWh/a	692 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	243 €/a	62 €/a
Costuri de investiție (complet nou)	8.000 €	10.000 €
Costuri suplimentare	800 €	1.000 €
Factor de recuperare de capital		
Rata dobânzii	3 %	3%
Durata de viață	12 ani	12 ani
CRFAC	0,1005	0,1005
Costuri anuale de capital	80 €/a	100 €/a
Raport cost - beneficiu	0,33 măsură pe termen scurt	1,62 neeconomic
	Fiind vorba și de costuri suplimentare → măsură de perspectivă	

VENTILAȚIE

Consum actual	kWh/a
Total	17.292
Ventilatoare hală generatoare	6.561
Ventilatoare aer viciat	10.731

Măsura 1: Automatizarea funcționării ventilației prin termostatare

Consum electric viitor	7.512 kWh/a
Economie de energie electrică	3.219 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	289 €/a

Costuri de investiție	1.000 €
Factor de recuperare de capital	
Rata dobânzii	3 %
Durata de viață	10 ani
CRFAC	0,1172
Costuri anuale de capital	117 €/a

Raport cost - beneficiu

0,41 măsură pe termen scurt

VALORIFICARE BIOGAZ

Consum actual	kWh/a
Total Fermentare metanică	43.969
Pompe de recirculare căldură	37.033
Desulfurizator	4.374
Compresor	2.562

Măsura 1: Înlocuirea tuturor pompelor de recirculare cu pompe eficiente energetic (clasa A)

Consum electric viitor	18.517 kWh/a
Economie de energie electrică	18.517 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	1661 €/a
Costuri de investiție	15.000 €
Costuri suplimentare	2.500 €
Factor de recuperare de capital	
Rata dobânzii	3 %
Durata de viață	10 ani
CRFAC	0,1172
Costuri anuale de capital	293 €/a
Raport cost - beneficiu	0,18 măsură imediată

CENTRALA TERMO-ELECTRICĂ

Producție actuală	2011	2012
Total produs	976.304	1.148.483 kWh/a
Randament CTE vechi		27 %

Măsura 1: Înlocuirea unuia dintre generatoarele termo-electrice cu creșterea randamentului la 38 %.

	Scenariu 2011	Scenariu 2012
Producție viitoare		
GTE nou	901.550 kWh/a	1.352.325 kWh/a
GTE vechi pt. acoperirea vârfulilor	271.725 kWh/a	175.307 kWh/a
Total	1.173.275 kWh/a	1.527.632 kWh/a
Plus de en. el.	196.971 kWh/a	379.149 kWh/a
Câștig pr. livrare în rețeaua publică	17.668 €/a	34.010 €/a
Taxe de rețea ce nu mai trebuie platite	4.115 €/a	27.859 €/a
Economie de gaz metan	15.000 m ³ /a	15.000 m ³ /a
Câștig pr. economisire	7.800 €/a	7.800 €/a
Câștig total	29.583 €/a	69.669 €/a
Costuri de investiție (complet nou)	204.375 €	281.563 €
Factor de recuperare de capital		
Rata dobânzii	3%	3%
Durata de viață	12 ani	12 ani
CRFAC	0,1005	0,1005
Costuri anuale de capital	20.532 €/a	28.286 €/a
Raport cost - beneficiu	0,69 măsură pe termen scurt	0,41 măsură pe termen scurt

Măsura 2: Optimizarea automatizării distribuției căldură/răcire de urgență

Consum electric viitor	2.759 kWh/a
Economie de energie electrică	2.759 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	247 €/a
<hr/>	
Achiziție gaz metan	100.000 m ³
Achiziție viitoare gaz metan	70.000 m ³
Economie	30.000 m ³
Câștig pr. economisire	15.600 €
Câștig total	15.847,48 €/a
<hr/>	
Costuri de investiție	50.000 €
Costuri suplimentare	
Factor de recuperare de capital	
Rata dobânzii	3 %
Durata de viață	10 ani
CRFAC	0,1172
Costuri anuale de capital	5862 €/a
<hr/>	

Raport cost - beneficiu**0,37 măsură pe termen scurt**

CLĂDIRI ADMINISTRATIVĂ

Consum actual	kWh/a	
Total	19.304	
Apă menajeră	8.305	
Radiatoare electrice	5.400	
Altele	5.599	
Măsurii	Optimizare pompe apă menajeră	Alimentare de la rețeaua de en. termică a SE
Consum electric viitor	7.890 kWh/a	0 kWh/a
Economie de energie electrică	415 kWh/a	5.400 kWh/a
Preț en. el. / Remunerare	0,0897 Ct/kWh	0,0897 Ct/kWh
Economie de costuri	37 €/a	484 €/a
Costuri de investiție	1.500 €	15.000 €
Costuri suplimentare		
Factor de recuperare de capital		
Rata dobânzii	3 %	3 %
Durata de viață	10 ani	15 ani
CRFAC	0,1172	0,0838
Costuri anuale de capital	176 €/a	1256 €/a
Raport cost - beneficiu	4,72 neeconomic	2,59 neeconomic

Bilanțul electric Consumul de energie (MWh/a)	Existent (2011 /2012)	Măsuri imEDIATE	Măsuri imEDIATE și pe termen scurt	Măsuri imEDIATE, pe termen scurt și de perspectivă
Consum total	836	792	75	713
Producție proprie	1062	1062	1350	1350
Consum din producție proprie	760	760	759	713
Aprovizionare en. el. de la rețea	76	32	-	-
Livrare în rețea + gospodăria comunală	302	302	591	637
Creștere livrare în rețea		0%	96%	111%
Economii		5%	9%	15%
Consum specific [kWh/LE·a]	22,6	21,4	20,5	19,3
Gradul de acoperire a necesariului propriu de energie electrică din producția proprie	118%	125%	178%	189%
Bilanțul termic Consumul de energie (MWh/a)	Existent (2011/2 012)	Măsuri imEDIATE	Măsuri imEDIATE și pe termen scurt	Măsuri imEDIATE, pe termen scurt și de perspectivă
Consum total	1234	1234	1234	1234
Producție proprie de căldură din	1897	1897	1669	1669
Gradul de acoperire a necesariului propriu de căldură din producția proprie	154%	154%	135%	135%